

DIALOGO X



MANEJO DE
PASTURAS CULTIVADAS
Y SUPLEMENTACION
PARA PRODUCCION
LECHERA

***Programa Cooperativo de Investigación
Agrícola del Cono Sur***



PROCISUR



PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR

IICA/BID/PROCISUR

**REUNION TECNICA SOBRE
MANEJO DE PASTURAS CULTIVADAS
Y SUPLEMENTACION PARA PRODUCCION LECHERA**

(Rafaela, Santa Fe, Argentina)

1 - 5 julio, 1985

**IICA
Montevideo, Uruguay
Octubre 1985**

This One



P5R4-S3R-Z1U5

PRESENTACION

Con la edición y publicación de este Diálogo —primero de una nueva etapa— se da continuidad a la serie iniciada en marzo de 1981. En la presentación del primero, cuando se iniciaba la serie, se decía: "Esperamos que se constituya en un medio de comunicación natural entre los organismos de investigación agropecuaria de los Países del Cono Sur y entre éstos y los Centros Internacionales de Investigación Agrícola que actúan en la región, a efectos de que sus relaciones lleguen al grado en que se pueda lograr, para nuestros países, el máximo aprovechamiento del esfuerzo común".

Si no existieran otros aspectos, la simple continuidad de la serie en esta nueva etapa, por si sola, es la confirmación de que la misma está alcanzando el objetivo antes señalado. Se ha repetido, con insistencia, que las Reuniones y Seminarios realizados por el Programa constituyen la etapa intermedia de un proceso en la cual se realiza un esfuerzo de concentración de informaciones reunidas con anterioridad, para vertirlas en un inmediato trabajo de diseminación de las experiencias acumuladas.

En esta oportunidad, coherentemente con el objetivo principal de la nueva etapa, se nota una atención especial hacia la acción coordinada, en el futuro. La reunión en general y las cuatro mesas de trabajo en especial, se han preocupado por la identificación de aspectos prioritarios para el trabajo coordinado, como por ejemplo: bancos de germoplasma; adiestramiento en servicio; intercambio de semillas y materiales; estandarización de métodos; ensayos experimentales, entre otros.

Conforme se ha señalado antes, esto atiende la gran preocupación en el sentido de ecuanimar la realización de actividades coordinadas por parte de los países participantes en el Programa. Sin duda, en esta etapa de consolidación, una vez que se superó la etapa primera de contactos preliminares y reconocimiento recíproco, las acciones coordinadas y los trabajos cooperativos deben ser la meta principal. La intención ha sido reafirmada y los temas han sido identificados. Por lo tanto, hay que partir decididamente de las palabras a los hechos.

Edmundo Gastal
Director, IICA/BID/PROCISUR

INDICE

—	Presentación, Edmundo Gastal	(i)
—	Indice	(ii)
—	Introducción, Luis Verde	1
—	Mesas de Trabajo	3
—	Nómina de participantes	4

TEMA I: Conservación de forrajes y su utilización en producción lechera.

—	Conclusiones	9
—	La producción lechera argentina, por H. Monti	11
—	Evaluación de sorgos para ensilado, por H. F. Fenoglio y R. A. Brero	13
—	Evaluación con novillos del valor alimenticio del ensilaje de sorgo C. V. "Sugar Drip" en relación al de maíz, por N. A. Calcha, H. F. Fenoglio, J. L. Danelón y O. R. Quaino	21
—	Ensilaje de maíz y pastoreo restringido y sus efectos en la producción de leche de vacas pardo-suizo, por R. Blanco G.	25
—	Producción y calidad de sorgos utilizados en el invierno, por O. A. Bruno, H. F. Fenoglio, O. R. Quaino, J. L. Fossati y L. A. Romero	29
—	El uso de silos experimentales sencillos para la investigación de ensilajes a nivel de laboratorio, por A. Hargreaves B.	41
—	Evaluación de sorgos en microsilos, por H. F. Fenoglio y O. A. Bruno	47

TEMA II: Evaluación de pasturas cultivadas.

—	Conclusiones	53
—	Evaluación de pasturas cultivadas. Marco de referencia, por C. E. Lascano	57
—	Evaluación de pasturas. Alcances y limitaciones de los métodos de laboratorio, por Claudio Hofer	69
—	Efecto de la defoliación y el corte sobre la producción de lámina verde en sorgos forrajeros, por O. A. Bruno y H. F. Fenoglio	83
—	Sorgo forrajero para rumiantes. Algunos aspectos de su utilización, por Sonia Chifflet de Verde	95
—	Evaluación de cultivares de alfalfa bajo pastoreo, por R. J. León, O. A. Bruno y O. R. Quaino	101
—	Curva de producción de una mezcla de alfalfa y festuca, por L. A. Romero, O. A. Bruno, J. L. Fossati y H. F. Fenoglio	107
—	Evaluación del valor nutritivo de 2 variedades de <i>Festuca arundinacea</i> (Schreb) en condiciones de pastoreo, por C. J. Escuder, S. Chifflet de Verde y S. Assuero	115
—	Evolución de la producción y calidad de forraje de cultivares de "Moha de Hungría" (<i>Setaria italica</i>), por O. Bruno, J. Fossati, N. Calcha y H. Fenoglio	119

– Evolución de la cantidad de achicoria (<i>Cichorium intybus</i>), por H. Fenoglio, O. A. Bruno, L. A. Romero y J. L. Fossati	131
– Valor nutritivo, producción de leche y capacidad de carga de pasto de Sudán y de una mezcla con trébol rojo, por H. Durán, Y. Acosta, J. Mieres, R. Arocena, A. Carrau y G. Barreneche	137

TEMA III: Dinámica de la digestión en pastoreo.

– Conclusiones	145
– Comportamiento ingestivo de bovinos en pastoreo, por C. A. Cangiano	147
– Tasa de pasaje y tasa y extensión de la digestión de la pared celular de un sorgo forrajero, en dos diferentes estados de crecimiento, por F. Santini y C. Dini	153
– Dinámica de la digestión ruminal en dos cultivares de <i>Festuca arundinacea</i> en bovinos en pastoreo, por F. Santini y A. García Astrada	159
– Digestibilidad y tasa de digestión de forrajes de baja calidad. Efecto de la suplementación con nitrógeno y almidón, por O. E. Melo, M. C. Bulashevich, A. R. Castillo, G. P. Bollati y R. A. Peuser	169
– Degradabilidad proteica de distintos suplementos en el rumen, por A. R. Castillo, M. C. Bulashevich, R. A. Peuser, G. P. Bollati y O. E. Melo	175
– Modificación del procedimiento analítico de fibra detergente neutro para muestras de alto contenido de almidón, por J. L. Danelón, J. R. Kawas y M. R. Mattiacci	179
– Anexo I. Dinámica de la digestión de rumiantes: un marco de referencia, por C. Lascano - CIAT	187
– Anexo II. Uso de marcadores para medir dinámica digestiva con animales en jaula metabólica, tesis de grado de S. Guzmán	209
– Anexo III. Uso de marcadores para medir dinámica digestiva con bovinos en pastoreo (Estudios A y B)	215
– Anexo IV. Dinámica de la digestión de una gramínea bajo pastoreo (Lascano, 1979)	223

TEMA IV: Suplementación

– Conclusiones	229
– Marco de referencia: mesa "Suplementación"	233
– Efecto de la suplementación energética sobre la producción de leche durante la primera fase de la lactancia. Una forma de análisis, por F. Santini, G. Conosciuto, M. Cocimano y C. Casciola	235
– Suplementación con grano en vacas lecheras. I. Oportunidad del suministro y sus efectos, por A. S. Galleano, L. A. Verdura de Ceconi, J. C. Elizalde	241
– Efecto de la presión de pastoreo y el suministro de concentraciones en la lactancia temprana sobre vacas Holando de parición de otoño, por H. Durán, A. Cea, Y. Acosta y J. Mieres	249

—	Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con grano de sorgo, por J. L. Danelón, H. Fenoglio y O. Quaino	255
—	Efecto de la suplementación con balanceado comercial sobre la producción de vacas Holando Argentino alimentadas con pasturas, por J. D. Savio, N. A. Calcha, E. A. Comerón, L. A. Romero, M. R. Mattiacci y H. F. Fenoglio	267
—	Estudio de la producción de leche en vacas Holando primerizas mantenidas sobre pasturas de <i>Setaria italica</i> y suplementadas con dos tipos de concentrados, por R. Blanco y A. Bernis	279
—	Tasa de sustitución de forrajes y concentrados en vacas lecheras bajo confinamiento, por Claudio Wernli	285
—	Balances nutricionales en rodeos lecheros en pastoreo, por E. F. Viglizzo y M. G. de Castro	287
—	Estimación de la cantidad de forraje consumido por novillos suplementados en condiciones de pastoreo. Utilización de fibra detergente neutro indigerible (FDNI) como indicador interno, por C. C. Hofer, P. D. Gómez, J. P. Fay, M. R. Cocimano, E. Frutos y F. Ovejero	293
—	Análisis de un plan de suplementos sobre 200.000 vacas, por M. Gingins, J. Otero y E. Viglizzo	307
—	Nota del Editor	319

*

INTRODUCCION

De acuerdo a lo programado, la reunión se desarrolló entre el 1ro. y el 5 de julio de 1985, en la EEA Rafaela del INTA, Rafaela, Pcia. de Santa Fe, Argentina.

Asistieron a la misma, un total de 33 profesionales, de los cuales 26 eran de Argentina, 1 de Bolivia, 1 de Brasil, 1 de Colombia, 2 de Chile, 1 de Paraguay y 1 de Uruguay.

En el acto inaugural estuvieron presentes, el Director de la Oficina del IICA en Argentina, Ing. Miguel Paulette, el Director Nacional Asistente de Investigaciones Especiales del INTA, Ing. Jorge M. Brun, el Director Regional Santa Fe, Ing. Carlos José Torres y el Director de la EEA Rafaela, Ing. René Eduardo Brarda.

Asimismo, en el acto de clausura, estuvo presente el Director del Programa IICA/BID/PROCISUR, Dr. Edmundo Gastal. Se adjunta a este informe, una lista de los participantes.

Como introducción a la reunión, el Coordinador Nacional del Programa de Lechería, dio una Conferencia Plenaria sobre la Producción Lechera Argentina.

La reunión se desarrolló de acuerdo a un programa que se dividió en cuatro temas:

Tema I - Conservación de forrajes y su utilización en Producción Lechera.

Tema II - Evaluación de pasturas cultivadas.

Tema III - Dinámica de la digestión en pastoreo.

Tema IV - Suplementación.

La mecánica de la reunión establecía la presentación de casos dentro de cada tema, siendo un caso, la descripción detallada y exhaustiva de una situación o problema real. Los casos, por medio de su análisis posibilitaron la discusión amplia del problema, más bien que el análisis particular de los resultados presentados.

Se presentaron 35 casos y en cada uno de los temas se dio un marco de referencia antes de la presentación de los mismos. Cada tema contó con dos coordinadores que dirigieron la presentación y discusión. Luego de terminada la presentación de los casos, los participantes se distribuyeron en cuatro mesas de trabajo donde se analizó en mayor detalle cada uno de los temas. Estas mesas de trabajo fueron dirigidas por los coordinadores de cada tema que fueron, asimismo, los responsables de redactar las conclusiones de acuerdo a pautas distribuidas previamente.

Se considera que la mecánica elegida de presentación de casos fue satisfactoria a fin de promover la discusión y el análisis de situaciones reales. Sin embargo, surge la necesidad de explicar con mayor precisión a los participantes lo que se busca por medio de la presentación de casos.

También fue evidente la importancia de dar un marco de referencia para cada tema ya que el mismo ayudó a ordenar la discusión.

El éxito de reuniones con esta mecánica de trabajo, se basa en la activa participación de cada uno de los asistentes, por ello se hace fundamental el conocimiento previo de la filosofía de las mismas.

La participación del Dr. Carlos LASCANO, del CIAT, Colombia, fue muy importante para el desarrollo de esta reunión, no sólo por su contribución científica, sino también por la experiencia que aportó.

La EEA Rafaela brindó el lugar y la infraestructura necesarios para el éxito de esta reunión. Asimismo, la convivencia en Rafaela durante los cinco días, permitió un excelente intercambio entre los participantes aún en horas fuera de la reunión, generándose un muy buen ambiente de cordialidad y camaradería.

Como reflexión final, cabe hacer énfasis en el interés que existe por este tipo de reuniones. También es notoria la falta de información sobre las problemáticas que se pretenden solucionar, sobre los resultados de investigación, así como de las metodologías utilizadas en los diferentes centros de investigación.

Se adjunta, por separado, las conclusiones de cada una de las mesas de trabajo.

Ing. Luis Verde
Coordinador Internacional
Subprograma de Bovinos
IICA/BID/PROCISUR

MESAS DE TRABAJO

- Tema I:** "Conservación de Forrajes, y su utilización en Producción Lechera"
Coordinadores: José Luis DANELON
Roberto BLANCO
- Tema II:** "Evaluación de Pasturas Cultivadas"
Coordinadores: Carlos LASCANO
Sonia CHIFFLET de VERDE
- Tema III:** "Dinámica de la Digestión en Pastoreo"
Coordinadores: Francisco SANTINI
Claudio HOFFER
- Tema IV:** "Suplementación"
Coordinadores: Claudio WERNLI
Henry DURAN

NOMINA DE PARTICIPANTES

Argentina

ANDREO, Norberto
Ing. Agr.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

BELTRAMINO, Félix Eduardo
Ing. Agr. - Ph.D.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

BRUNO, Oscar Alberto
Ing. Agr. - M.Sc.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

CALCHA, Norberto Antonio
Ing. Agr.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

CANGIANO, Carlos Alberto
Ing. Agr. - M.Sc.
INTA - EEA Balcarce
C.C. 276
7620 Balcarce, Buenos Aires
Argentina

COMERON, Eduardo Alberto
Ing. Agr.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

CHIFFLET de Verde, Sonia
Ing. Agr.
INTA - EEA Balcarce
C.C. 276
7620 Balcarce, Buenos Aires
Argentina

DANELON, José Luis
Ing. Agr. - M.Sc.
INTA - EEA Rafaela
C.C. 22
2300 Rafaela, Santa Fe
Argentina

ELIZALDE, Juan Carlos
Ing. Agr.
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Rosario
Santa Fe 2051
2000 Rosario, Santa Fe
Argentina

ESCUDE, César Jorge
Ing. Agr. - Ph.D.
INTA - EEA Balcarce
C.C. 276
7620 Balcarce, Buenos Aires
Argentina

FOSSATI, Jorge Luis
 Ing. Agr.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

GALLEANO, Andrés Sebastián
 Ing. Agr.
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Universidad Nacional de Rosario
 Santa Fe 2051
 2000 Rosario, Santa Fe
 Argentina

GINGINS, Marcos
 Ing. Agr. - Dr.
 Gingsins Asociados Consultores
 Tucumán 540 7mo. "F"
 1049 Buenos Aires
 Argentina

GOMEZ, Pedro Oscar
 Ing. Agr. - Ph.D.
 INTA - EEA Balcarce
 C.C. 276
 7620 Balcarce, Buenos Aires
 Argentina

HOFER, Claudio César
 Ing. Agr.
 INTA - EEA Concepción del Uruguay
 C.C. 6
 3260 Concepción del Uruguay, Entre Ríos
 Argentina

MARCOS, Edgardo Raúl
 Dr. en Med. Vet.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

MELO, Oscar Eduardo
 Ing. Agr.
 Facultad de Ciencias Agropecuarias
 Universidad Católica de Córdoba
 Obispo Trejo 323
 5000 Córdoba
 Argentina

MONTI, Horacio Enrique
 Ing. Agr. - M.Sc.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

QUAINO, Oscar Rodolfo
 Estadístico - M.Sc.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

ROMERO, Luis Alberto
 Ing. Agr.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

SANTINI, Francisco José
 Ing. Agr. - Ph.D.
 INTA - EEA Balcarce
 C.C. 276
 7620 Balcarce, Buenos Aires
 Argentina

SAVIO, Jorge Domingo
 Méd. Vet.
 INTA - EEA Rafaela
 C.C. 22
 2300 Rafaela, Santa Fe
 Argentina

VERDE, Luis S.
 Ing. Agr. - Coordinador Internacional del
 Subprograma Bovinos de PROCISUR
 C.C. 276
 7620 Balcarce, Buenos Aires
 Argentina

VERDURA de CECONI, Liliana
 Ing. Agr.
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Universidad Nacional de Rosario
 Santa Fe 2051
 2000 Rosario, Santa Fe
 Argentina

VIGLIZZO, Ernesto Francisco
 Ing. Agr.
 Facultad de Agronomía
 Universidad Nacional de La Pampa
 CONICET
 C.C. 159
 6300 Santa Rosa, La Pampa
 Argentina

WIDMANN, Pedro Eduardo
 Ing. Agr.
 Facultad de Agronomía y Veterinaria de
 Esperanza
 Universidad Nacional del Litoral
 Berruti 1662
 3080 Esperanza, Santa Fe
 Argentina

Bolivia

CHUMACERO MERILES, Eduardo
 Ing. Agr.
 IBTA - EE Chinoli
 Wenceslao Alba 72
 C.C. 388
 Potosí
 Bolivia

Brasil

DA COSTA SCHALCHER VALLE, Leonidas
 Investigador - Ph.D.
 CNPGL - Centro Nacional de Pesquisa de
 Gado de Leite
 Rodovia MG 133, km 42
 Minas Gerais
 Brasil

Colombia

LASCANO, Carlos E.
 Ph.D. Nutrición Animal
 CIAT (Centro Internacional de Agricultura
 Tropical)
 Programa Pastos Tropicales
 AA 67-13 Cali,
 Colombia

Chile

HARGREAVES BUTRON, Antonio
 Ing. Agr.
 INIA - EE Carillanca
 Camino Vilcun s/n
 58-D, Temuco
 Chile

WERNLI, Claudio Guillermo
 Ing. Agr. - Ph.D.
 INIA - EE La Platina
 Santa Rosa 11610
 C.C. 5427
 Santiago
 Chile

Paraguay

BLANCO GONZALEZ, Roberto
 Dr. en Cs. Veterinarias
 PRONIEGA (Programa Nacional de
 Investigación y Experimentación Ganadera
 Ministerio de Agricultura y Ganadería)
 Presidente Franco 479
 Asunción
 Paraguay

Uruguay

DURAN OUDRI, Henry
 Ing. Agr. - M.Sc.
 CIAAB - EE La Estanzuela
 Colonia
 Uruguay

TEMA I

**CONSERVACION DE FORRAJES Y SU
UTILIZACION EN PRODUCCION LECHERA**

**Coordinadores:
Ing. José Luis Danelon
Dr. Roberto Blanco**

TEMA I

CONSERVACION DE FORRAJES Y SU UTILIZACION EN PRODUCCION LECHERA

CONCLUSIONES

1. Puntos más importantes de la sección

Se concluye que:

- a) Hay consenso acerca de la necesidad de investigaciones sobre el tema.
- b) Las necesidades y objetivos son diferentes en cada país debido a condiciones de explotación.
- c) Deben investigarse distintas alternativas de conservación de forrajes bajo distintas condiciones: rastrojos en pie, forrajes diferidos, henos, residuos de cosecha, ensilajes, etc.
- d) Las investigaciones deben estar destinadas a sistemas definidos y para generar nuevas alternativas.

2. Necesidades de investigación

2.1 Aspectos generales

- a) Estrategia de uso de forrajes conservados.
- b) Adaptaciones a partir de conocimientos elaborados en otros países.
- c) A partir de bancos de germoplasma (que deben crearse) de especies forrajeras, selección de materiales aptos para distintas formas de conservación.
- d) En henificación, falta información sobre momentos de corte más adecuados para cada especie.
- e) Sistemas de henificación.
- f) Rastrojos de cosecha y subproductos industriales.
- g) Suplementación proteica, energética y aditivos.
- h) Métodos de maximizar la calidad de los forrajes conservados.
- i) Distintas alternativas de conservación de forrajeras no tradicionales.

2.2 Aspectos metodológicos

- a) Continuar con las evaluaciones previas por medio del uso de microsilos (en sus distintos tipos). Se lo consideró orientador e imprescindible en etapas preliminares.
- b) Deben efectuarse repeticiones de parcelas y de ensilajes (válida también para henificación).
- c) Las determinaciones de consumo deben efectuarse individualmente. Alternativamente debe buscarse nuevos métodos (electrónicos por ejemplo).
- d) En etapas previas podría utilizarse vaquillonas en vez de novillos, ante la carencia ocasional de vacas en producción.
- e) Las determinaciones de materia seca en ensilajes puede efectuarse por secado en estufa, corrigiendo por A.G.V.
- f) Las técnicas de laboratorio para predecir la calidad de los ensilajes, presentan dudas acerca de su validez.

3. Puntos por coordinar

- Banco de germoplasma.
- Adiestramiento en servicio en países del PROCISUR.
- Intercambio de semillas y materiales nuevos de especies forrajeras.
- Estandarización de métodos de evaluación.

4. Propuestas

- a) Revisiones bibliográficas.
- b) Reuniones bianuales con especialistas en el tema.
- c) Distribuir material ya impreso o por imprimirse en el futuro.
- d) Recopilar material existente a partir de estudios realizados, que permitirán detectar blancos de información que podrán ser cubiertos por revisiones bibliográficas o con reuniones de especialistas. Puede así detectarse necesidades futuras de investigación.
- e) Dado que la producción lechera es un proceso sumamente complejo deberían incluirse, en reuniones futuras, temas complementarios tales como:
 - a) fisiología de la glándula mamaria
 - b) mastitis
 - c) tecnología de ordeño

LA PRODUCCION LECHERA ARGENTINA

por H. Monti *

La producción de leche de Argentina durante la última década alcanzó un valor promedio de 5.200 millones de litros anuales con un máximo, dentro del período 1976, de 5.625 millones y un mínimo en 1984 de 5.007 millones. Esta producción se logra en aproximadamente 40.000 tambos, con un número de vacas que oscila alrededor de los 2.700.000.

Su importancia con relación a las demás actividades económicas del país puede ser expresada diciendo que el valor de la leche representa el 15 por ciento del producto bruto ganadero del país, además el valor de la industria láctea es igual a la industria del hierro, una vez y media más grande que la industria del cemento y el 40 por ciento de la industria automotriz. Considerando que en el rubro de la industria alimenticia participe con un 12 por ciento del total, representa la mitad de la industria de la carne y el doble de la industria azucarera.

La producción nacional de leche es destinada en una tercera parte al consumo como leche fuida y los dos tercios restantes a la elaboración de productos lácteos.

Los volúmenes producidos de los distintos productos que se industrializan en el país, en 1982, fueron los siguientes:

Queso	Manteca	Leche en polvo	Dulce de leche	Yoghurt
246.537 tm	37.034 tm	89.538 tm	55.704. tm	42,585 tm

La industrialización se lleva a cabo en 900 establecimientos que ocupan directamente alrededor de 30.000 personas.

El consumo nacional de lácteos absorbe normalmente el 95 por ciento del total de la producción quedando el 5 por ciento restante como excedente exportable.

La desagregación del consumo total per cápita de leche y derivados que oscila en los 180 y 160 litros por habitante por año, es la siguiente: 62 litros de leche fluida, 9,2 kg de queso, 2,3 de leche en polvo, 0,4 kg de leche condensada, 1,3 kg de manteca, 1,7 kg de dulce de leche y 1,790 kg de yoghurt.

La exportación en el rubro de los productos lácteos ha tenido hasta el presente un comportamiento variable, con la excepción del año 1976, donde tuvo un máximo nivel con 73.000 tm y un ingreso de US\$ 65.000.000 con una significación relativamente baja en relación al ingreso de divisas, fluctuante entre los veinte y cincuenta millones de dólares.

* *Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

La producción lechera se localiza en la zona agropecuaria pampeana de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, como áreas o cuencas lecheras precisas y en mucho menor escala en las provincias de Entre Ríos y La Pampa.

Factores de diversa índole han impedido hasta el presente que la actividad lechera en Argentina lograra el aprovechamiento integral de las innegables condiciones naturales del país lo que le permitiría alcanzar una relevante posición dentro del conjunto de países que hacen el mayor aporte para la disponibilidad mundial de leche. No obstante, puede afirmarse que en la actualidad la actividad tiene una importante transformación tanto en la producción como en la industria, la que se evidencia en la existencia simultánea de establecimientos productores de leche con niveles de productividad que alcanzan valores cercanos a los 200 kg de Grasa Butirosa/ha/año, con otros en los que su producción no supera a los 35 kg de Grasa Butirosa/ha/año, así como la aparición de una importante gama de nuevos productos de buena calidad que actualmente se comercializan en el mercado nacional.

EVALUACION DE CALIDAD DE SORGOS PARA ENSILADO

por H.F. Fenoglio, R.A. Brero *

Introducción

El sorgo ocupa en el área de influencia de la EEA Rafaela, un lugar importante entre los cultivos forrajeros estivales, existiendo muchas veces remanentes con los que se puede obtener reservas de forraje mediante el ensilado.

En otras áreas, por condiciones ecológicas y tipo de suelo, constituye el único recurso forrajero con posibilidades de ser conservado como ensilaje.

Si bien se sabe que es posible lograr ensilajes de calidad aceptable utilizando cualquier cultivar, se plantea la necesidad de establecer la composición química de los principales cultivares de sorgo, para poder elegir sobre esta base, aquellos que prometen ser potencialmente los más aptos para producir ensilaje de excelente valor forrajero para la producción de leche y carne.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en la EEA Rafaela, iniciándose en la campaña 76/77. A partir de esa fecha, y por seis años consecutivos, se evaluaron en laboratorio muestras provenientes de 15 cultivares de sorgo existentes en el mercado.

Las siembras, realizadas en la fecha oportuna, se hicieron siguiendo un diseño en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las parcelas tenían 6m de largo y 9 surcos espaciados 0,30m entre sí.

Los estados de desarrollo de la planta elegidos para su estudio fueron panojamiento, grano lechoso, grano pastoso y grano duro. Las muestras se tomaron cuando el 50 por ciento de las plantas de cada parcela alcanzaba dicho estado.

Una parte de las plantas muestreadas se usó para medir, en el jugo de los tallos, la concentración de sólidos solubles (SS) utilizando refractómetro de mano; otra para determinar los porcentajes de materia seca (MS), proteína bruta (PB), azúcares o carbohidratos solubles (CS), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad "in vitro" (DIVMS); la tercera se destinó a establecer la relación tallo-hoja-panoja en material fresco y seco.

* *Ingenieros Químicos de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

Las técnicas de laboratorio utilizadas fueron micro-Kjeldahl (N x 6,25) para PB, P.A. Shaffer y M. Somoggi (1933) para CS, P.I. Van Soest y R.H. Wine (1967) para FDN y J.M.A. Tilley y R.A. Terry (1963) para DIVMS.

Anualmente se realizaron, para cada parámetro, análisis de variancia utilizándose para la comparación de medias del Test de Duncan (nivel de significación 5 por ciento).

Resultados

En los Cuadros 1, 2, 3 y 4 se presentan los valores de SS, MS, PB, CS, FDN, DIVMS correspondientes a los últimos tres años, (79/80 - 80/81 - 81/82) de evaluación de cinco cultivares de sorgo, para los estados de panojamiento, grano lechoso, grano pastoso y grano duro, respectivamente.

Estos materiales representan, con algunas limitaciones, a los clásicos tipos de sorgo existentes en el mercado como "azucarado" ("Sugar Drip" y Frondoso INTA), "forrajeros o sudanés" ("Sudan Cross"), "graníferos" (Overo) y "doble propósito" (Minú INTA).

Tal como se observa existe gran variabilidad entre años en todos los parámetros analizados, la que se atribuye a factores climáticos.

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se presenta la evolución de los parámetros de calidad (promedio de tres años) de cinco cultivares con el avance a madurez de la planta.

Los valores de PB oscilan entre 6 y 9 por ciento, habiéndose encontrado diferencias significativas en los ensayos anuales a favor de los "graníferos" respecto a los "forrajeros", mientras que para CS fue "Sugar Drip" el que presentó los valores máximos.

La FDN fue más baja para los "azucarados" que para el resto de los cultivares, destacándose significativamente en los ensayos con los valores mínimos, el "Sugar Drip".

Los valores de DIVMS de "Sugar Drip" fueron significativamente más altos que los del resto de los cultivares todos los años, con la particularidad de mantener sus valores constantes hasta grano duro.

Conclusiones

- Existen diferencias significativas de los parámetros de calidad estudiados entre los distintos cultivares de sorgo existentes en el mercado.

- "Sugar Drip" se destacó del resto de los cultivares por su calidad y por mantener la misma con el avance a madurez.

Cuadro 1 - Valores de determinaciones realizadas a sorgos en estado de panojamiento

Cultivar	Año	Sólidos Solubles	Materia Seca	Proteína Bruta	porcentaje		
					Azúcar	Fibra Detergente Neutra	Digest. "In Vitro" M. Seca
Sugar Drip	81/82	8,3	20,0	8,3	22,7	53,6	64,8
	80/81	16,7	27,6	6,7	22,8	54,6	67,1
	79/80	15,6	27,0	8,3	20,9	53,6	63,2
	\bar{x}	—	—	7,7	22,1	53,9	65,0
Minu Inta	81/82	6,9	19,7	10,3	7,6	66,7	60,6
	80/81	16,0	29,9	7,9	15,8	57,1	66,4
	79/80	12,2	25,1	9,3	9,8	65,5	—
	\bar{x}	—	—	9,1	11,0	63,1	63,5
Fronroso Inta	81/82	6,5	22,2	7,2	11,2	67,8	57,6
	80/81	15,0	30,3	7,6	18,4	59,2	67,5
	79/80	12,3	26,4	9,0	16,2	63,7	63,9
	\bar{x}	—	—	7,9	15,2	63,5	63,0
Sudan Cross	81/82	7,5	22,5	7,0	10,0	69,5	56,2
	80/81	17,1	34,0	7,2	16,5	60,2	65,6
	79/80	12,4	30,1	7,6	13,1	61,7	59,9
	\bar{x}	—	—	7,2	13,2	63,8	60,5
Overo	81/82	6,4	23,3	9,3	9,7	67,5	59,5
	80/81	14,1	32,8	10,4	13,8	61,9	62,7
	79/80	9,1	28,1	9,0	11,8	60,9	56,1
	\bar{x}	—	—	9,5	11,7	63,4	59,4

Cuadro 2 - Valores de determinaciones realizadas a sorgos en estado de grano lechoso

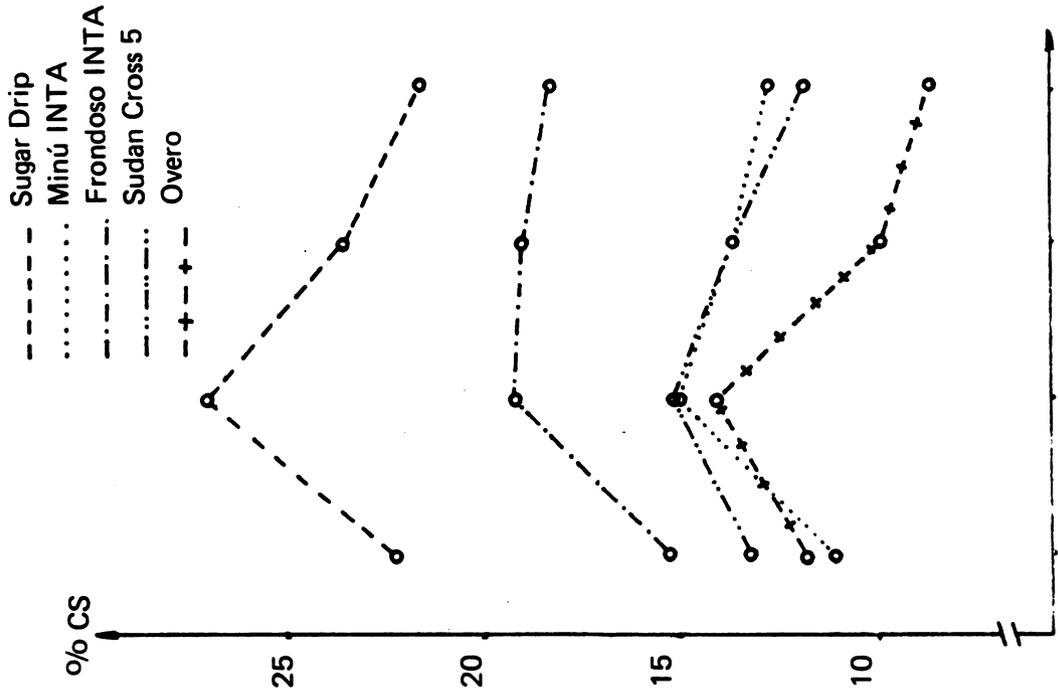
Cultivar	Año	Sólidos Solubles	Materia Seca	Proteína Bruta	Azúcar	Fibra Detergente Neutra	Digest. "In Vitro" M. Seca
----- porcentaje -----							
Sugar Drip	81/82	14,4	25,6	6,5	29,1	45,6	67,1
	80/81	20,0	33,9	5,9	27,1	49,2	66,4
	79/80	18,1	30,2	8,3	25,0	50,0	64,0
	\bar{x}	--	—	6,9	27,0	48,2	65,8
Minu Inta	81/82	11,7	24,3	8,6	14,0	61,2	60,8
	80/81	16,9	34,4	6,6	16,5	60,8	61,9
	79/80	15,1	29,0	10,2	14,7	59,9	60,9
	\bar{x}	—	—	8,4	15,0	60,6	61,2
Fronroso Inta	81/82	11,4	26,7	6,3	19,1	59,1	55,9
	80/81	18,6	34,5	6,4	21,2	58,1	63,7
	79/80	15,0	30,1	8,0	17,0	59,9	57,9
	\bar{x}	—	—	6,9	19,1	59,0	59,1
Sudan Cross	81/82	9,2	26,8	7,8	11,2	66,8	54,3
	80/81	17,3	36,5	6,8	16,8	59,0	61,8
	79/80	15,4	33,9	6,9	17,3	59,6	55,3
	\bar{x}	—	—	7,1	15,1	61,8	57,1
Overo	81/82	11,0	26,8	8,7	11,4	63,3	60,4
	80/81	19,1	34,9	8,8	15,2	61,5	62,9
	79/80	15,2	29,7	9,7	15,4	56,2	58,3
	\bar{x}	—	—	9,0	14,0	60,3	60,5

Cuadro 3 - Valores de determinaciones realizadas a sorgos en estado de grano pastoso

Cultivar	Año	Sólidos	Materia	Proteína	Azúcar	Fibra	Digest.	
		Solubles	Seca	Bruta		Detergente	"In Vitro"	
		----- porcentaje -----						M. Seca
Sugar Drip	81/82	16,1	27,0	6,4	26,1	51,8	64,3	
	80/81	20,3	34,5	7,0	22,5	50,7	67,0	
	79/80	20,8	33,4	7,6	22,4	49,3	62,5	
	\bar{x}	—	—	7,0	23,6	50,6	64,6	
Minu Inta	81/82	13,9	28,4	9,1	13,7	60,2	59,1	
	80/81	15,8	33,6	7,8	13,2	58,7	65,8	
	79/80	16,7	33,4	10,5	14,4	60,4	58,0	
	\bar{x}	—	—	9,1	13,7	59,7	60,9	
Fronroso Inta	81/82	15,1	31,0	5,5	20,4	55,7	55,8	
	80/81	16,0	38,0	7,7	17,2	54,3	63,9	
	79/80	17,2	32,6	6,7	19,6	60,5	55,9	
	\bar{x}	—	—	6,6	19,0	56,8	58,5	
Sudan Cross	81/82	10,7	31,9	6,2	14,1	65,0	54,7	
	80/81	16,0	36,0	7,6	12,9	61,0	61,4	
	79/80	16,7	36,1	7,1	14,2	60,6	53,5	
	\bar{x}	—	—	6,9	13,7	62,2	59,8	
Overo	81/82	7,7	30,8	9,1	6,5	62,1	57,2	
	80/81	19,5	33,2	10,1	11,3	62,3	64,6	
	79/80	16,8	35,5	9,9	11,8	58,8	55,0	
	\bar{x}	—	—	9,7	9,8	61,0	58,9	

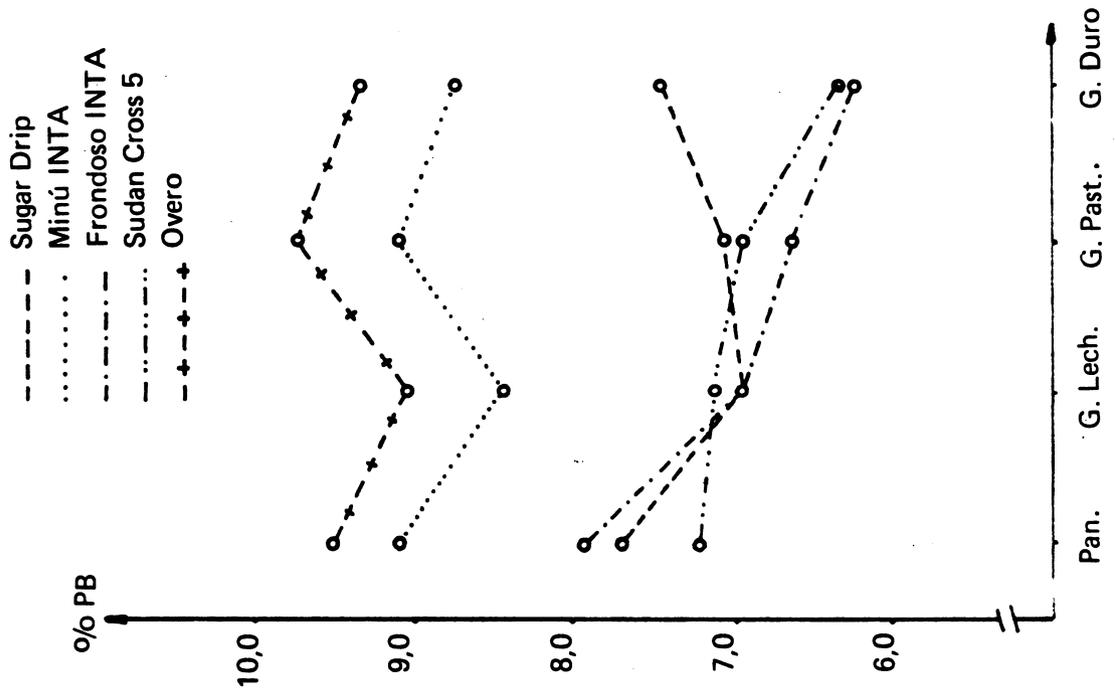
Cuadro 4 - Valores de determinaciones realizadas a sorgos en estado de grano duro

Cultivar	Año	Sólidos	Materia	Proteína	Azúcar	Fibra	Digest.	
		Solubles	Seca	Bruta		Detergente	"In Vitro"	
		----- porcentaje -----						M. Seca
Sugar Drip	81/82	17,4	27,3	6,7	30,7	45,2	69,7	
	80/81	19,3	41,2	7,8	13,3	62,3	67,6	
	79/80	22,2	34,4	7,7	21,0	55,5	61,7	
	\bar{x}	—	—	7,4	21,6	54,3	66,3	
Minu Inta	81/82	14,4	28,6	8,2	15,3	56,7	59,5	
	80/81	14,3	35,6	9,2	8,8	52,4	63,2	
	79/80	16,6	33,6	8,7	13,8	71,9	61,0	
	\bar{x}	—	—	8,7	12,6	60,3	61,2	
Fronroso Inta	81/82	17,3	31,4	4,1	22,6	54,1	54,1	
	80/81	15,6	38,6	7,6	14,0	51,4	62,5	
	79/80	18,5	34,6	7,0	18,5	70,0	56,5	
	\bar{x}	—	—	6,2	18,3	58,5	57,7	
Sudan Cross	81/82	13,5	31,5	6,0	13,8	65,7	52,5	
	80/81	12,0	37,8	7,1	8,5	62,2	57,9	
	79/80	17,9	36,9	6,0	13,2	60,9	54,3	
	\bar{x}	—	—	6,3	11,8	62,9	54,9	
Overo	81/82	11,4	36,0	8,0	10,6	58,6	58,3	
	80/81	9,8	39,9	11,2	5,8	59,6	65,5	
	79/80	17,8	39,1	8,7	9,6	68,8	55,0	
	\bar{x}	—	—	9,3	8,6	62,3	59,0	



Pan. G. Lech. G. Past. G. Duro

Figura 2. Variación de los carbohidratos solubles.



Pan. G. Lech. G. Past. G. Duro

Figura 1. Variación de la proteína bruta.

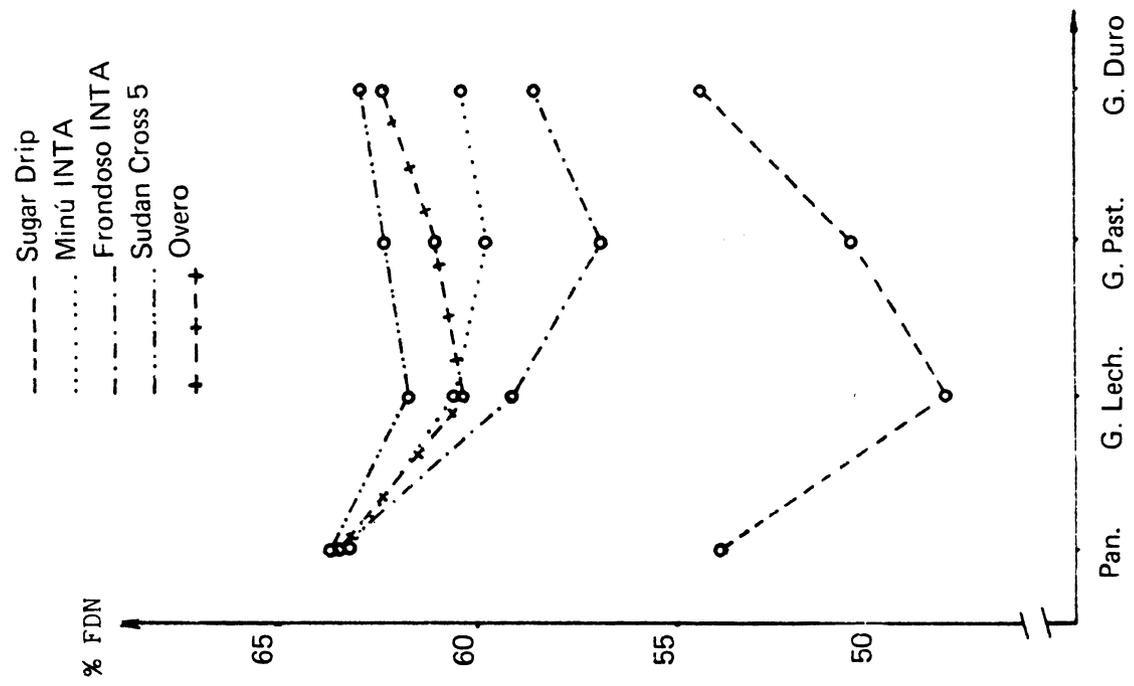


Figura 3. Variación de la fibra detergente neutra.

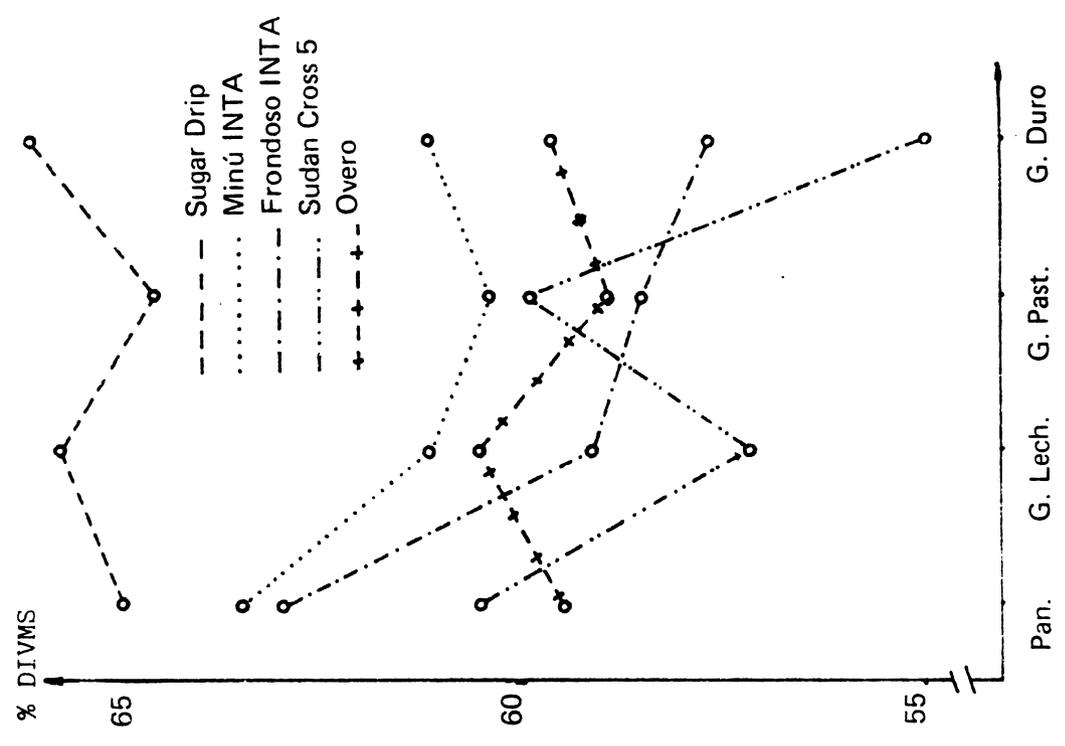


Figura 4. Variación de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca.

EVALUACION CON NOVILLOS DEL VALOR ALIMENTICIO DEL ENSILAJE DE SORGO C.V. "SUGAR DRIP" EN RELACION AL DE MAIZ

por N.A. Calcha, H.F. Fenoglio, J.L. Danelon y O.R. Quaino *

Introducción

El sorgo posee una gran capacidad de adaptación a distintas situaciones de clima y suelo. Algunas variedades e híbridos, por sus características químicas, parecerían ser más aptos para su conservación por ensilado pudiéndose predecir un buen valor forrajero para la producción de leche o carne.

En los trabajos realizados para evaluar la calidad de sorgos para ensilado se destaca el comportamiento de c.v. "Sugar Drip", por lo que la finalidad del presente trabajo fue comparar las ganancias de peso de novillos de la raza Holando Argentino que consumieron ensilaje de sorgo c.v. "Sugar Drip" y de maíz.

Materiales y Métodos

Se utilizaron dos cultivos para ensilar, sorgo c.v. "Sugar Drip" selección EEA Anguil y maíz híbrido comercial Dekalb 4F 33 que se sembraron en un suelo homogéneo y de buena fertilidad argiudol acuico, serie Lehmann, en la época y densidades aconsejadas.

Los cultivos tuvieron un desarrollo normal cosechándose cuando el maíz tenía 33 por ciento de materia seca y el sorgo 30,4 por ciento (planta entera) con una cosechadora de picado fino y almacenándose en fosas.

La temperatura de los ensilajes se controló periódicamente y en el momento de inicio de la evaluación con animales los materiales ensilados fueron analizados para establecer sus principales características físico-químicas.

La experiencia con animales se realizó con 24 novillos Holando Argentino asignados por peso vivo y edad a tres tratamientos, con cuatro repeticiones, en un diseño en bloques completamente al azar.

Los tratamientos fueron:

- T 1: Ensilaje de maíz (testigo)
- T 2: Ensilaje de sorgo
- T 3: Ensilaje de sorgo + grano de sorgo

* *Ingenieros Agrónomos; Ingeniero Químico y Estadístico de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

Los animales recibían "ad libitum" estos alimentos en corrales, a excepción del grano de sorgo en el tratamiento tres que se agregó en cantidad suficiente para igualar el contenido de almidón del ensilaje de maíz. Mediante el agregado de urea, las raciones se isonitrogenaron al 12 por ciento de proteína bruta.

Las pesadas se hicieron mensualmente luego de un período de acostumbramiento de 22 días.

El análisis estadístico se hizo considerando la variable incremento de peso, para la diferencia entre la tercera y primera pesada con un lapso de 59 días en total.

Después de esa pesada y por un problema climático, los animales debieron sacarse de los sectores que ocupaban, ubicándose en tres corrales (uno por tratamiento) donde se continuó con el mismo manejo y alimentación hasta completar 115 días de ensayo.

Resultados y Conclusiones

Las características de los cultivos en el momento de cosecha pueden observarse en el Cuadro 1 y la composición química de los ensilajes en el Cuadro 2.

La evolución del peso vivo de los animales para los distintos tratamientos se presenta en la Figura 1.

Del análisis de la variancia surge que $T_3 = 0,864\text{kg/día}$ resultó diferente de $T_1 = 0,419$ y $T_2 = 0,411$ (Tukey $P < 0,05$) en el período comprendido entre la tercera y primera pesada (59 días).

Desde ese momento y hasta la finalización del ensayo, la tendencia en los incrementos de peso fue similar, aunque estas diferencias no pueden declararse estadísticamente significativas.

Las observaciones del consumo establecieron que sistemáticamente el ensilaje de maíz era consumido en mayor cantidad que el de sorgo, lo que hace suponer se debió al efecto combinado de mayor digestibilidad y aceptabilidad.

Estos resultados corresponden al primer año de ensayo, sin embargo pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- Si bien los incrementos de peso obtenidos con sorgo c.v. "Sugar Drip" fueron significativamente menores a los de maíz, este cultivar, por su adaptabilidad al medio, ofrece una interesante perspectiva para su uso en forma de ensilaje.
- El agregado de grano no mejoró la respuesta animal.

Cuadro 1 - Características de los cultivos en el momento de cosecha

	SORGO ----- porcentaje -----	MAIZ
Materia seca	30,40	33,00
Proteína bruta	6,82	8,31
DIVMS	66,73	69,53
FDN	49,17	65,65
FDA	26,10	27,75
Carbohidratos solubles	22,88	10,84
Lignina	6,45	5,45

Cuadro 2 - Características físico-químicas del material ensilado

	SORGO ----- porcentaje -----	MAIZ
Materia seca	26,94	31,08
Proteína bruta	6,69	7,47
Carbohidratos totales	15,22	17,83
Carbohidratos solubles	5,18	5,95
Acido láctico	4,97	5,14
DIVMS	58,93	65,10
FDN	64,88	63,45
FDA	37,32	32,77
Lignina	9,20	7,67
pH	3,70	3,90

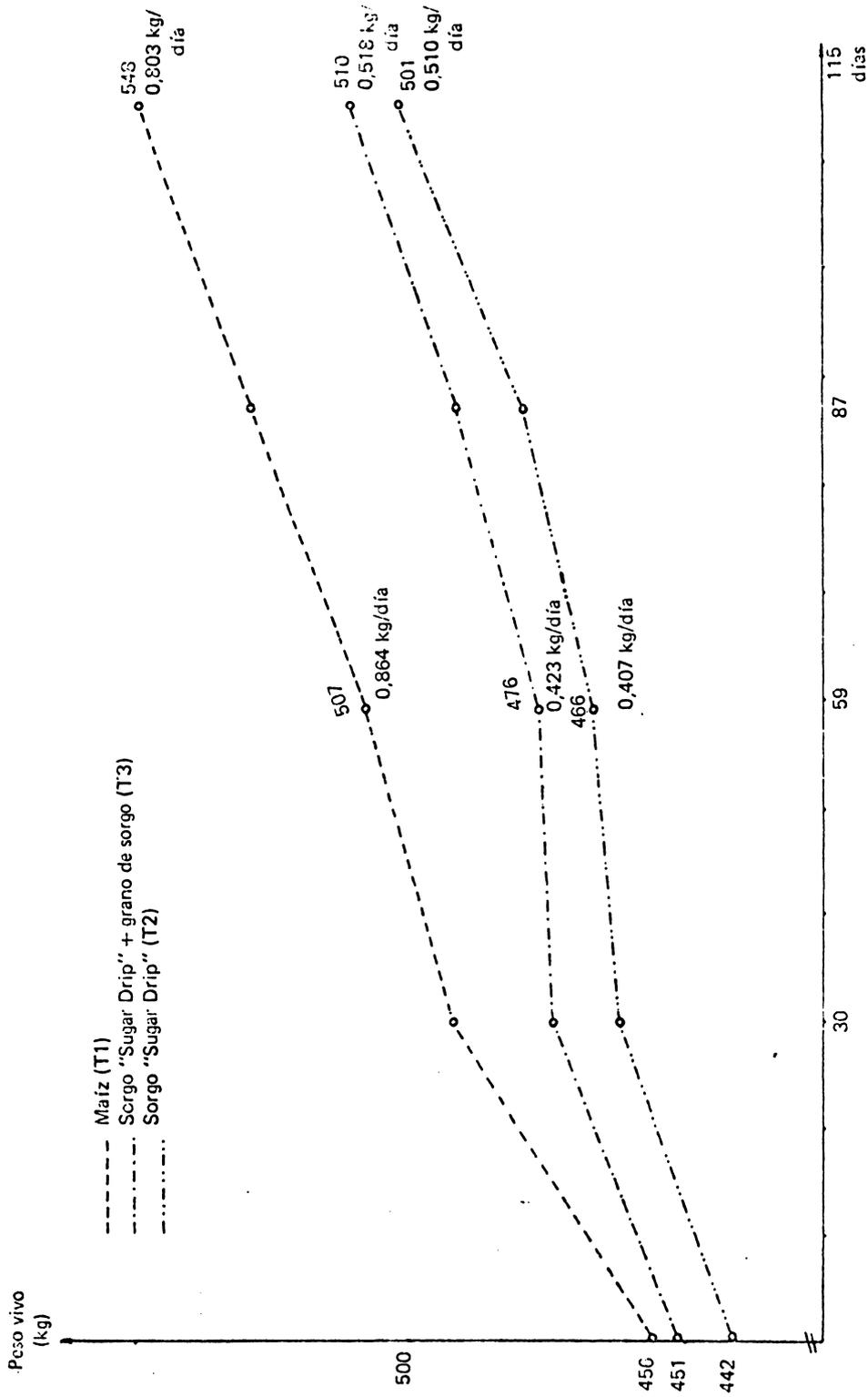


Figura 1. Evolución del peso vivo (kg) de los animales.

ENSILAJE DE MAIZ Y PASTOREO RESTRINGIDO Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCION DE LECHE DE VACAS PARDO SUIZO

por R., Blanco González *

Introducción

Observaciones de campo realizadas en el Tambo de la Facultad de Ciencias Veterinarias han indicado que las vacas Pardo Suizo que son mantenidas en un nivel o sistema de semi-estabulación permanente, fluctúan en su nivel de producción de leche según tienen acceso a pasturas, cualquiera sea su condición, sin considerar la ración de volumen y concentrado proporcionado, pero satisfaciendo siempre sus requerimientos.

El objetivo del trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Veterinarias con una duración de setenta días, fue evaluar el efecto en la producción de leche de dos raciones de volumen, conteniendo ensilado de maíz, proporcionado a dos niveles y de un sistema de pastoreo restringido suplementado con alimento balanceado comercial.

Materiales y Métodos

Animales. Se utilizaron 16 vacas Pardo Suizo de segunda parición, entre 65-120 días de lactancia, con un nivel de producción promedio del lote de 15.5 lt al momento del inicio del ensayo.

Manejo. Las vacas se ordeñaban dos veces al día, en forma mecánica, recibiendo las raciones en momentos del ordeño.

Se formaron dos lotes de ocho vacas, enviándose uno de ellos al pastoreo por tres horas diarias luego de cada ordeño. El otro lote permanecía en corrales donde recibía una parte de la ración consistente en heno de Pasto Pangola, a voluntad.

Alimentación. El alimento de volumen se basó sobre ensilaje de maíz y cascarilla de algodón para ambos grupos, luego heno de Pasto Pangola y pastoreo para uno y otro grupo, respectivamente.

El alimento concentrado se basó en la utilización de un alimento balanceado comercial que contenía 23 por ciento de proteína bruta y se suministraba un kg por cada tres litros de leche por encima de tres litros de producción.

* *Doctor en Ciencias Veterinarias. PRONIEGA, Presidente Franco 479, Asunción, Paraguay.*

El Cuadro 4 presenta los aportes nutricionales de los componentes de los dos tratamientos utilizados y los costos de los mismos.

Cuadro 4. Aportes nutricionales por tratamientos y costos.

	Tratamiento 1			Tratamiento 2		
	M.S.	Proteína	Costo	M.S.	Proteína	Costo
Ensilaje de maíz*	6.9	.574	135	4.6	383	90
Cascarilla	5.5	.338	15.6	5.5	.338	15.6
Heno de Pangola*	1.8	.166	6	---	---	---
Pastoreo		a voluntad 3 hs. diarias		---	---	---
Alimento balanceado	3.53	.812	121.6	3.53	.812	121.6
Totales	17.73	1.890	278.2	13.63	1.533	227.2

* Se llegó a determinar que el consumo diario del silo y del heno alcanzaba un promedio de 30 kg y 2 kg, respectivamente.

Diseño experimental. Por ser un lote muy parejo en edad y tiempo de lactancia, se utilizó un diseño "completamente al azar", analizándose los datos recogidos por ANOVA.

Criterios de evaluación. Fue medida la producción de leche mediante pesada semanal. El ensayo duró 70 días.

Resultados y conclusiones. En el Cuadro 5 se detalla la producción individual de las vacas por tratamiento al final del ensayo:

Cuadro 5. Producción individual de las vacas por tratamiento al final del estudio.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
	7.5 lt	10.8 lt
	12 "	15.2 "
	11.5 "	14.2 "
	12 "	12 "
	9 "	11 "
	12.1 "	12 "
	12 "	14 "
	11.2 "	13.5 "
\bar{X}	10.91"	X 12.83"

La producción de leche diaria al final del ensayo se redujo significativamente ($P < 0.05$) en el Tratamiento 1 (1.92 lt) comparando con el Tratamiento 2.

El Cuadro 4 indica que el aporte de materia seca en los dos tratamientos excede los requerimientos y en cuanto a las proteínas se observa en el mismo Cuadro un déficit marcado en el Tratamiento 2, por lo que se estima que con el pastoreo se cubriría ese déficit.

La inclusión de forraje, en este caso, acceso al pastoreo en forma restringida adicionada a una ración con base en ensilaje y cascarilla, habrá influido para incrementar el consumo y la digestibilidad de la ración, lo que determinó esa diferencia en la producción de leche.

PRODUCCION Y CALIDAD DE SORGOS UTILIZADOS EN EL INVIERNO

por O.A. Bruno, H.F. Fenoglio, O.R. Quaino, J.L. Fossati y L.A. Romero *

Resumen:

Resumen

En el área central de Santa Fe se determinó la disponibilidad y calidad de forraje que se puede obtener en el invierno con distintos genotipos de sorgos sembrados tardíamente (enero). El trabajo se llevó a cabo durante 1982 y 1983 en un Argiudol ácuico. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones, correspondiéndole a la parcela principal las épocas de aprovechamiento (1ero de mayo, 1ero de junio y 1ero de julio) y a las subparcelas los cultivares (Sugar Drip, Minú INTA, Sordan 77, SX-131, Overo, Hydan 37, Novillero R, Sudan Cross 5 y NK-308).

Se realizaron determinaciones de peso verde, porcentaje de MS, relación tallo:hoja:panoja, PB, DIVMS, FDN y carbohidratos solubles. En los dos años resultó significativa la interacción "fecha de aprovechamiento x cultivar", como así también las distintas fechas de aprovechamiento y cultivares ensayados. Las disponibilidades de forraje promedio, para los nueve cultivares y para las tres épocas de aprovechamiento fueron de: 5.603,2; 6.157,8 y 4.929,1 kg/ha de MS en 1982 y 6.444,5; 6.323,2 y 5.757,2 kg/ha de MS en 1983.

El análisis del comportamiento de los distintos cultivares dentro de cada época de aprovechamiento indicó que las máximas producciones de forraje se alcanzaron con SX-131 y Sudan Cross 5 (dos épocas en 1982 y tres en 1983) y la mínima con Sugar Drip. Los valores de PB oscilaron entre 5,9 y 10,5 por ciento, los de FDN entre 56,5 y 77,0 por ciento y los carbohidratos solubles entre 1,9 y 19,4 por ciento. El análisis de la DIVMS mostró una tendencia a disminuir con las épocas de aprovechamiento. Las regresiones sobre el tiempo fueron lineales con una pendiente común para ambos ensayos ($\bar{b} = -0,224$ para 1982 y $\bar{b} = -0,206$ para 1983), pero no coincidentes. Los valores más altos se obtuvieron con Sugar Drip y Minú INTA.

Introducción

En los principales sistemas de producción del área centro-norte de Santa Fe los sorgos forrajeros constituyen un importante recurso para la alimentación animal en el período estival. Su uso es, principalmente, para pastoreo directo y en menor escala para ensilaje o henificación.

Otra forma de aprovechamiento no muy difundida en la región es la siembra tardía de sorgos forrajeros para ser utilizados en el otoño-invierno, cuando la tasa de crecimiento de las pasturas naturales o cultivadas disminuye.

* *Ingenieros Agrónomos, Ingeniero Químico y Estadístico de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

La existencia en el mercado de un gran número de cultivares de sorgos forrajeros determina que sea importante conocer su producción y calidad para sistemas de utilización no tradicionales.

En numerosos trabajos, Beuerlein, Fribourg y Bell (1968), Farhoomand y Wedin (1968), Burns, Barnes, Wedin, Rhykerd y Noller (1970) Fribourg, Duck y Culvahouse (1976), estudiaron distintos parámetros de calidad en sorgos forrajeros en varios estados de desarrollo.

En el país, Hernández, Reinaudi y Troiani (1978) analizaron el efecto del estado de desarrollo de dos cultivares de sorgo forrajero para ensilaje sobre el rendimiento de materia seca (MS) y carbohidratos no estructurales y proteína cruda en distintos estado de desarrollo, que comprendieron desde la floración a la madurez pastosa del grano.

En el área central de Santa Fe, Brero y Fenoglio (1980), determinaron la calidad forrajera de 15 cultivares de sorgo en cuatro estados de desarrollo: panojamiento, grano lechoso, pastoso y duro. Por otra parte, Laborde y Lutz (1983) analizaron distintos parámetros de calidad en el primer rebrote estival del cultivar NK-300.

La finalidad del presente trabajo fue determinar la disponibilidad y calidad de forraje de distintos genotipos de sorgo sembrados tardíamente (enero), para ser utilizados en forma diferida en el otoño-invierno.

Materiales y Métodos

Los ensayos se sembraron en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela (INTA) en enero de 1982 y 1983, en un Argiudol ácuico -Sere Lehmann- (Mosconi, Hein y Panigatti, 1982).

El experimento fue diseñado en parcelas divididas con cuatro repeticiones, correspondiéndole a la parcela principal las épocas de aprovechamiento (1ero de mayo, 1ero de junio y 1ero de julio) y a las sub-parcelas los cultivares (Sugar Drip, Minú INTA, Sordan 77, SX-131, Overo, Hydan 37, Novillero R, Sudan Cross 5 y NK-308).

Las sub-parcelas estaban constituidas por cuatro surcos de 5 m de largo y una separación de 0,30 m. La siembra se realizó con una densidad de 166.500 pl/ha. Las evaluaciones se efectuaron en los dos surcos centrales sobre una superficie de 2,4 m² (4m x 0,6m).

En cada corte se realizaron determinaciones de peso verde, porcentaje de MS, relación tallo: hoja:panoja y, de una muestra conjunta de las cuatro repeticiones de cada cultivar, proteína bruta (PB) como N x 6,25 -método micro-Kjeldahl-, digestibilidad de la MS "in vitro" (DIVMS) -Tilley y Terry-, fibra detergente neutro (FDN) -Van Soest- y carbohidratos solubles (CS) -Shaffer y Somogyi-.

Se realizaron análisis de variancia para la producción de MS, utilizándose el test de Tuckey (nivel de significación 1 por ciento) para efectuar la comparación de medias.

Se analizaron las tendencias de los valores de DIVMS para los distintos cultivares a través de las épocas de aprovechamiento.

Resultados y discusión

Los datos de precipitaciones y temperaturas registradas durante el período experimental, como así también el promedio histórico se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación y temperatura media mensual de los años 1982 y 1983 y promedio histórico en Rafaela, Santa Fe.

Items	ene.	feb.	mzo.	abr.	mayo	jun.	jul.
Precipitación (mm)							
Año 1982	98,0	81,3	38,3	181,8	46,0	60,9	7,0
Año 1983	150,4	231,5	130,4	83,3	85,4	2,7	29,7
Promedio 1931/83	123,5	110,2	154,3	89,3	44,6	26,7	23,4
Temperatura media mensual (°C)							
Año 1982	23,6	22,0	22,3	19,0	15,8	12,1	11,8
Año 1983	23,6	23,0	21,1	18,0	14,4	9,3	9,4
Promedio 1944/83	24,8	23,3	21,6	18,2	15,6	12,1	11,7

Las precipitaciones totales registradas en los siete meses que duró la experiencia fueron de 513,23 mm en 1982 y 911,7 mm en 1983, siendo la media de 52 años de 572,0 mm. En 1982, si bien el valor total fue algo inferior al promedio, la distribución varió considerablemente, siendo el mes más lluvioso abril; mientras que en 1983 es de destacar la gran variación que existió, fundamentalmente en febrero (+121,3mm) y en menor escala mayo (40,8 mm).

El análisis de los datos de temperaturas medias mensuales muestra muy pocas variaciones con respecto a los datos promedio en los primeros meses del año, mientras que en junio y julio de 1983 los valores registrados fueron significativamente menores al promedio del período 1944/83.

La fecha media de la primera helada se produce el 24 de mayo de 1982 y el 29 de mayo de 1983, en la misma época que se registra el valor normal (entre el 20 y el 25 de mayo). Existió gran variación en el número de heladas agronómicas registradas durante el período experimental: cinco en 1982 y 25 en 1983.

La siembra se efectuó el 13 y el 25 de enero para 1982 y 1983, respectivamente, produciéndose la emergencia el 21 y el 28 del mismo mes.

Producción de materia seca

En el Cuadro 2 se indica la producción de MS (kg/ha) para cada fecha de muestreo, los coeficientes de variación de los dos ensayos y los resultados del test de Tukey (nivel de significación 1 por ciento).

Cuadro 2. Producción de materia seca de cultivares de sorgo, en tres épocas de aprovechamiento.

Año	Cultivar	Epocas					
		1ro. Mayo		1ro. Junio (kg/ha MS)		1ro. Julio	
1982	Sugar Drip	3.183,3	h	3.905,2	h	3.360,0	f
	Minú INTA	4.920,6	def	5.781,9	bcdef	5.616,5	abc
	Sordan 77	6.591,1	abc	9.294,8	a	5.025,6	abcde
	SX - 131	8.151,6	a	6.876,3	bc	5.511,9	abcd
	Overo	5.841,7	cd	5.584,9	cdefg	4.906,8	abcdef
	Hydan 37	5.157,8	cde	4.876,1	defgh	4.116,5	cdef
	Novillero R	4.727,4	defg	5.857,7	bcde	3.427,4	f
	Sudan Cross 5	7.544,1	ab	7.233,9	b	6.116,8	ab
	NK - 308	4.311,6	defgh	6.009,4	bcd	6.280,0	a
	CV = 10,71 %						
1983	Sugar Drip	3.314,1	g	2.885,1		3.024,5	
	Minú Inta	4.480,0	fg	4.923,6	efgh	4.740,2	defgh
	Sordan 77	4.747,5	efg	6.220,0	bcdefg	6.458,8	abc
	SX - 131	9.710,2	a	8.243,9	a	7.310,9	ab
	Overo	5.563,3	ef	6.959,1	abc	5.796,0	bcde
	Hydan 37	8.269,5	ab	6.586,8	abcde	5.045,8	cdefg
	Novillero R	6.321,9	de	6.781,7	abcd	6.408,4	abcd
	Sudan Cross 5	8.241,4	abc	7.877,3	ab	7.853,5	a
	NK - 308	7.344,8	bcd	6.431,6	bcdef	5.176,6	cdef
	CV = 10,31 %						

Medias de tratamientos seguidos de la misma letra no difieren entre sí. (Tuckey, $P < 0,01$).

En los dos ensayos el análisis estadístico indicó que existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de producción. Resultó significativa la interacción "época de aprovechamiento x cultivar", como así también las distintas épocas de aprovechamiento y cultivares ensayados. Dada la significación de la interacción las comparaciones de medias se realizaron para los distintos cultivares dentro de cada época de aprovechamiento.

Las disponibilidades de forraje, promedio de los nueve cultivares, para las tres épocas de aprovechamiento fueron de 5.603,2; 6.157,8 y 4.929,1 kg/ha de MS en 1982 y 6.444,5; 6.323,2 y 5.757,2 kg/ha de MS en 1983. El análisis del comportamiento de los distintos cultivares dentro de cada época de aprovechamiento indicó que las máximas producciones de forraje se alcanzaron con SX-131 y Sudan Cross 5 (dos épocas en 1982 y tres en 1983) y la mínima con Sugar Drip.

Los distintos materiales evaluados alcanzaron, prácticamente, la altura que normalmente se logra con siembras tempranas, con extremos de 100 cm para Overo y NK-308 y 180 cm para Sordan 77, SX-131, Novillero R y Sudan Cross 5.

La relación tallo:hoja:panoja, promedio para las tres épocas de aprovechamiento, se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición porcentual de la producción de materia seca de distintos sorgos diferidos.

Cultivar	Año	Tallo	Hoja porcentaje	Panoja
Sugar Drip	1982	64	25	11
	1983	70	16	14
Minú INTA	1982	47	34	19
	1983	57	24	19
Sordan 77	1982	64	22	14
	1983	69	16	15
SX - 131	1982	60	26	14
	1983	67	17	16
Overo	1982	47	35	18
	1983	55	24	21
Hydan 37	1982	61	21	18
	1983	67	14	19
Novillero R	1982	58	25	17
	1983	68	15	17
Sudan Cross 5	1982	65	22	13
	1983	71	15	14
NK - 308	1982	47	34	19
	1983	54	24	22

Existió una leve variación en el porcentaje de tallo y hoja entre los dos años evaluados, siendo mayores los valores del primero de los componentes en 1983. Las condiciones de exceso de precipitación que se registró ese año causaron pérdidas de la fracción hoja.

Las menores contribuciones de la fracción tallo, en los dos años, se registró en los cultivares más bajos -Overo y NK-308- mientras que el aporte de hojas y panojas fue máximo, existiendo poca variación entre estos componentes en los restantes materiales evaluados.

Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Fribourg *et al* (1976), Beuerlein *et al*, (1968) y Laborde y Lutz (1983), en lo referente a que existe variación en la producción de MS entre cultivares de sorgo, el manejo y los factores ambientales a que están sometidos durante la estación de crecimiento. Además, el forraje conservado como diferido sufre pérdidas que varían según los años, fundamentalmente en las fechas extremas de corte.

Proteína bruta

En el Cuadro 4 se indican los porcentajes de PB para los diferentes sorgos evaluados en las distintas épocas de aprovechamiento y años.

En general, los valores registrados oscilan entre 6 y 10 por ciento, no reflejando una tendencia definida a disminuir a medida que se atrasa la fecha de aprovechamiento. Los promedios para los nueve cultivares en la primera, segunda y tercera época de aprovechamiento fueron: 7,22; 7,29 y 7,21 por ciento en 1982 y 8,54 ; 7,89 y 8,00 por ciento en 1983.

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Farhoomand y Wedin (1968), quienes hallaron diferencias significativas en el contenido de PB entre distintos sorgos pero difieren de los encontrados por Bruns y Wedin (1964), los que indican que el forraje reservado en pie en el otoño sufre cambios marcados en el porcentaje de PB entre distintos manejos.

Fibra detergente neutro

En el Cuadro 4 se indican los resultados del porcentaje de FDN para los distintos materiales evaluados, en las tres épocas de aprovechamiento y los dos años analizados.

En la generalidad de los casos se notó un incremento en el porcentaje de FDN en 1983 con respecto a 1982, correspondiéndole la mayor variación al cultivar Sudan Cross 5. Los valores más bajos se registraron en Sugar Drip y los más altos en SX-131. Los promedios para las tres épocas de aprovechamiento fueron 57,8 en 1982 y 62,2 por ciento en 1983 para Sugar Drip y 71,9 y 71,0 por ciento para SX-131 en 1982 y 1983, respectivamente.

Los cultivares que manifestaron una tendencia a incrementar este parámetro a medida que se atrasó la época de aprovechamiento fueron NK-308, Hydan 37 y Overo, mientras que los restantes presentaron variaciones, pero sin tendencia definida.

Cuadro 4. Valores de PG, FDN y CS de cultivares de sorgo en distintas épocas de aprovechamiento diferido.

Cultivar	Años	PB			FDN			CS		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
Sugar Drip	1982	7,1	8,4	7,0	58,8	56,5	58,0	16,7	15,0	14,8
	1983	6,1	7,0	6,3	61,5	58,9	66,3	18,6	19,4	15,1
Minú INTA	1982	8,7	8,4	9,0	60,2	61,6	62,0	10,4	10,5	6,7
	1983	9,6	10,1	8,8	61,2	59,5	68,0	9,4	12,3	9,2
Sordan 77	1982	6,2	6,9	7,4	64,7	66,1	65,3	8,4	5,5	6,7
	1983	7,7	7,0	7,9	69,1	63,8	71,2	11,6	12,4	6,4
SX - 131	1982	6,7	7,2	6,8	77,0	66,1	72,7	6,8	8,6	2,7
	1983	5,9	6,8	6,1	71,9	66,2	75,0	12,3	12,2	6,3
Overo	1982	10,1	7,8	7,4	63,4	61,4	69,9	5,3	6,7	1,9
	1983	10,5	8,7	9,6	69,5	64,0	75,3	10,6	12,0	2,7
Hydan 37	1982	7,5	6,9	6,6	65,2	65,1	67,7	11,6	9,9	7,7
	1983	8,6	7,7	7,7	71,7	67,1	74,2	11,2	7,1	9,4
Novillero R	1982	6,2	6,9	7,3	64,4	65,7	64,6	9,4	6,2	8,9
	1983	9,2	6,6	7,9	71,1	65,4	69,6	11,2	8,5	8,2
Sudan Cross 5	1982	6,1	6,0	6,5	57,4	61,0	59,9	17,8	13,7	8,1
	1983	8,8	7,7	7,9	70,1	72,3	72,9	11,1	6,3	7,6
NK - 308	1982	6,4	7,1	6,9	60,9	64,1	69,6	10,7	6,6	5,3
	1983	10,5	9,4	9,8	71,0	70,1	73,0	10,1	4,9	4,3

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Brero y Fenoglio (1980), en lo relacionado a la variación que existe entre distintos genotipos en los valores de FDN. Por otra parte Laborde y Lutz(1983), concluyen que la fracción pared celular, como única determinación, no constituye un buen estimador de la digestibilidad del sorgo forrajero diferido.

Para la totalidad de los cultivares y épocas evaluadas, con excepción de Sugar Drip en 1982, los valores de pared celular superaron el umbral en el cual comenzarían a ser limitativos para el consumo voluntario (55 a 60 por ciento).

Digestibilidad "in vitro" de la materia seca

En la Figura 1 se indican los valores del porcentaje de DIVMS de los distintos sorgos evaluados en los dos años y para las tres épocas de aprovechamiento. El mismo muestra una tendencia decreciente de estos valores con las épocas de aprovechamiento.

Las líneas de regresión sobre el tiempo fueron lineales, con una pendiente común para ambos ensayos ($\bar{b} = -0,224$ para 1982 y $\bar{b} = -0,206$ en 1983), pero no coincidentes. Los valores más altos se registraron en los dos años en los cultivares Sugar Drip y Minú INTA.

Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Laborde y Lutz (1983), lo cuales encontraron que la digestibilidad decae durante el período de diferimiento. En este estudio no se compararon distintas fracciones de la planta, pero es sabido que la tasa de disminución de este parámetro varía entre los distintos componentes. Por otra parte, Burns *et al* (1970), sugieren que el valor nutritivo de algunos sorgos, medida como la DIVMS, no disminuye apreciablemente con el incremento a madurez. Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto que es posible seleccionar sorgos con un mayor valor de digestibilidad, tales como Sugar Drip o Minú INTA, para aprovechamientos diferidos.

Carbohidratos solubles

En el Cuadro 4 se indican los resultados del porcentaje de CS para las tres épocas de aprovechamiento y los dos años estudiados. Los máximos valores corresponden en los dos años al cultivar Sugar Drip, con promedio de 17,6; 17,2 y 14,9 por ciento para la primera, segunda y tercera época de aprovechamiento.

El resto de los materiales evaluados, con excepción del cultivar Sudan Cross 5 en la primera época de aprovechamiento de 1982, mostraron valores sustancialmente menores, con mínimos que oscilaron entre aproximadamente dos y seis por ciento en la tercera época.

Estos resultados concuerdan con los hallados por Brero y Fenoglio (1983), en cuanto a que existen grandes variaciones en el porcentaje de CS entre cultivares de sorgo y épocas de muestreo y que el cultivar Sugar Drip manifiesta los valores más altos.

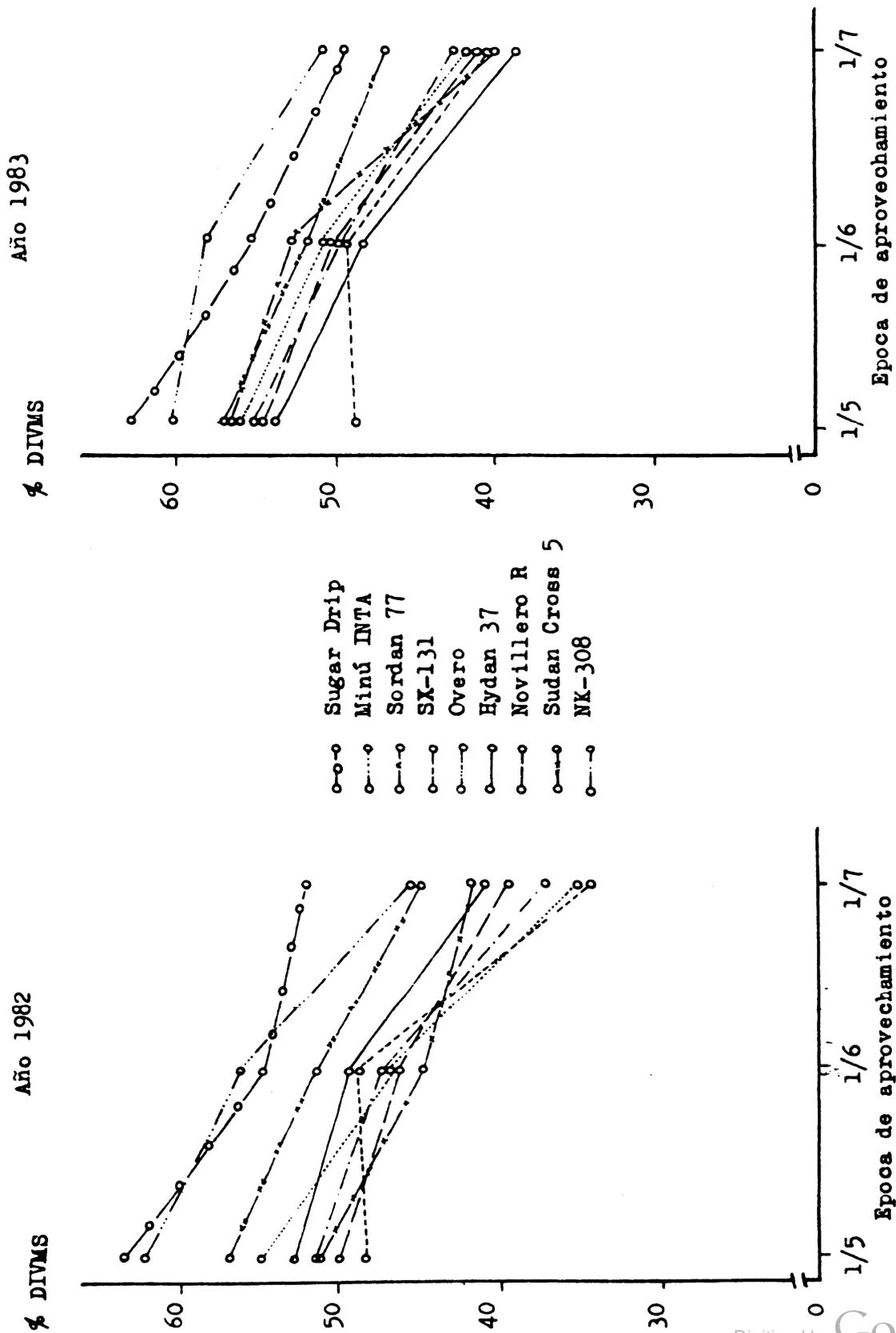


Figura 1. Valores de DIVMS de cultivares de sorgos en distintas épocas de aprovechamiento diferido.

Conclusiones

De los resultados del presente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Con siembras tardías de sorgo es posible acumular una apreciable cantidad de forraje para ser aprovechado en el otoño-invierno. Existen diferencias entre los distintos materiales evaluados.
- Los parámetros químicos analizados mostraron variación entre las distintas épocas y sorgos analizados.
- Para las condiciones en que se realizó el presente trabajo, la siembra tardía de sorgos forrajeros podría ser viable para la alimentación de determinadas categorías de animales, en la época crítica de oferta forrajera.

Bibliografía

1. BEUERLEIN, J.E., FRIBOURG, H.A. y BELL, F.F. Effects of environment and cutting on the regrowth of a Sorghum-Sudangrass hybrid. *Crop Science*. 8: 152-155. 1968.
2. BRERO, R.A. y FENOGLIO, H.F. Determinación de la calidad forrajera de los silajes provenientes de cultivares de distintos tipos de sorgo y su relación con las características químicas y agronómicas. Reunión anual de información técnica para productores. INTA, EERA Rafaela, 133-140. 1980.
3. BURNS, J.C. y WEDIN, W.F. Yield and chemical composition of Sudangrass and forage Sorghum under three systems of summer management for late fall *in situ* utilization. *Agronomy. Journal* 56: 457-460. 1964.
4. ———, BARNES, R.F., WEDIN, W.F., RHYKERD, C.L. y NOLLER, C.H. Nutritional characteristics of forage sorghum and sudangrass after frost. *Agronomy, Journal* 62: 348-350. 1970.
5. FARHOOMAND, M.B. y WEDIN, W.F. Changes in composition of Sudangrass and forage Sorghum with maturity. *Agronomy. Journal* 60: 459-463. 1968.
6. FRIBOURG, H.A., DUCK, B.N. y CULVAHOUSE, E.M. Forage Sorghum yield components and their *in vivo* digestibility. *Agronomy. Journal* 68: 361-365. 1976.
7. HERNANDEZ, O.A., REINAUDI, N.B. y TROIANI, R.M. de. Efecto del estado de desarrollo de dos cultivares de sorgo forrajero para silaje, sobre el rendimiento de forraje, carbohidratos no estructurales y proteína cruda. *Producción Animal (Buenos Aires, Argentina)* 6: 331-335. 1978.

8. LABORDE, H.E. y LUTZ, E.E. Disponibilidad y calidad de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*, L. Moonch) diferido. *Producción Animal* (Buenos Aires, Argentina) 10: 197-205. 1983.
9. MOSCONI, F.P., HEIN, N.A. y PANIGATTI, J.L. Mapa detallado de suelos de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela (Santa Fe). EERA Rafaela, INTA. *Publicación Miscelánea* Nro. 13, 36 p. 1982.

EL USO DE SILOS EXPERIMENTALES SENCILLOS PARA LA INVESTIGACION DE ENSILAJES A NIVEL DE LABORATORIO

por A. Hargreaves Butron *

Introducción

Las transformaciones de orden químico, físico y biológico que experimentan los forrajes desde que son ensilados hasta la obtención del producto final, han sido objeto de estudio por muchos años. Son muchos y extremadamente variables los factores que influyen en la calidad del producto, de modo que resulta imposible estudiarlos en silos de gran tamaño. Esos factores pueden ser analizados por medio de pequeñas muestras a escala, controladas a nivel de laboratorio bajo condiciones conocidas y medidas.

Los minisilos pueden instalarse con repeticiones de modo que los resultados sean analizados estadísticamente y así obtener una mayor relevancia de los mismos. Esto es importante de considerar ya que, a este nivel, cada silo debe constituir una muestra, porque al ser abiertos se producen grandes variaciones en el contenido de humedad, temperatura y tensión de oxígeno que pueden inutilizar el material remanente en el silo.

Esto es especialmente válido en aquellos experimentos en que se pretende medir la evolución del proceso de fermentación, es decir, si se requieren muestras en cinco etapas diferentes de la fermentación, se necesitarán cinco silos completos por repetición. De aquí que sea importante trabajar con silos fáciles de manejar y de bajo costo.

Los silos de laboratorio han intervenido de diferentes formas en la investigación de ensilajes (Otis y otros, 1959): la adición de ácidos inorgánicos a los ensilajes se basó en los trabajos hechos en silos de laboratorio; las mediciones exactas de pérdidas bajo condiciones controladas; la evolución de varios tratamientos sobre el ensilaje; el estudio de propiedades físicas del ensilaje, por sólo nombrar algunos. Estos y otros estudios pueden lograrse con éxito utilizando mini-silos, más bien sencillos y económicos; pero cuando se requiere de mediciones más precisas y finas, es necesario recurrir a silos más sofisticados y de mayor costo.

En general y bajo óptimas condiciones, los silos de laboratorio pueden entregar un ensilaje de excelente calidad y permiten el estudio de la evolución del proceso de fermentación prolijamente, sin embargo, hay algunas mediciones difíciles de hacer como son los efectos relacionados con la transferencia de calor en los silos pequeños comparados con silos grandes, y otro aspecto es que es necesario considerar la tasa de llenado y su efecto sobre la calidad final del ensilaje.

* *Ingeniero Agrónomo, Programa Producción de Leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile.*

Algunos resultados

1. Mediciones durante el proceso de fermentación:

Como se planteó anteriormente, la medición del proceso de fermentación puede ser hecha con mucha exactitud por medio del uso de silos de laboratorio, permitiendo conocer las transformaciones químicas que ocurren en un material durante la fermentación y que pueden ser muy importantes o determinantes del consumo de ensilaje y por el animal.

Así, por medio del uso de mini-silos de vidrio (Bergen, Cash y Henderson, 1974), fue posible estudiar las transformaciones que experimenta la fracción nitrogenada de la planta de maíz cuando es ensilada; un silo sirvió de muestra para mediciones hechas a 0.5, 1, 2, 3, 5, 10 y 20 días de ensilado. Los silos, en este caso, eran de vidrio, de cuatro litros de capacidad, sellados con tapas de goma equipadas con válvulas y con evacuación de aire por vacío y rellenado con CO₂.

La conclusión principal derivada de este trabajo fue que la proteólisis que ocurre en los ensilajes es rápida y comienza en los primeros momentos del proceso y se debe a la acción de las enzimas de la planta ya que la actividad bacteriana no comienza hasta dos días después de ensilado.

Las bolsas de polietileno también han sido usadas para este propósito. La idea de mejorar la utilización del rastrojo de maíz por medio del ensilaje tratado con diferentes aditivos, fue evaluada en silos pequeños de bolsas de polietileno con evacuación del oxígeno por vacío (Hargreaves y otros, 1984), como estudio complementario de las evaluaciones del mismo material en producción de leche.

La evolución de la fermentación se registró en los días 0, 3, 7, 19 y 50 con el objetivo de observar la evolución de los componentes más importantes del forraje por medio de la fermentación y ver el efecto de los tratamientos sobre ellos. Por ejemplo, la producción de ácido láctico tiene variaciones según sea el tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del amoníaco, la melaza y el cultivo bacteriano sobre la producción de ácido láctico del ensilaje de rastrojo de maíz. (Hargreaves y otros, 1984). (Porcentaje MS)

Tratamiento	Días de ensilaje				
	0	3	7	19	50
Rastrojo sin tratamiento	1.2	3.4	3.9	4.6	4.0
Rastrojo amoníaco *	1.5	1.5	2.3	3.8	3.8
Rastrojo+amoníaco+ melaza **	2.2	2.0	4.7	4.7	5.9
Rastrojo+cultivo bacteriano ***	2.5	2.3	3.9	3.8	3.3

* Amoníaco al 2 por ciento de la materia seca.

** Amoníaco y melaza al 2 por ciento de la materia seca.

*** Cultivo bacteriano: *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum* y *Pedococcus acidilactici*, a .5 g/kg.

2. Mediciones de calidad final de ensilajes:

Otro tipo de ensayo que puede ser llevado a cabo con silos de laboratorio es aquel que involucra un gran número de tratamientos o variables; por ejemplo cuando se desea estudiar la "ensilabilidad" de varias especies forrajeras y su momento óptimo de corte; o bien, cuando se quiere evaluar el efecto de aditivos sobre lo mismo. Esta gran cantidad de tratamientos más sus respectivas repeticiones, puede involucrar el uso de 200 o más silos los que, obviamente, deben ser de laboratorio. Estos ensayos, normalmente, entregan una primera aproximación del o de los problemas planteados y permiten orientar la investigación del tema en el futuro.

La preservación por medio del ensilaje de materiales nuevos o desconocidos, como los residuos de cosecha, debiera ser investigada primero, o paralelamente a nivel de laboratorio, para contar con información más completa del ensilaje que se está estudiando.

3. Forraje y tipo de silo:

Parece ser que no todos los forrajes se comportan de igual forma cuando se ensilan en algún silo de laboratorio. Por eso se montó un ensayo para comparar dos tipos de mini-silos en donde se almacenó un forraje con distintos contenidos de materia seca. Los silos utilizados fueron:

- a. Doble bolsa de polietileno con evacuación del aire por vacío (Figura 1).
- b. Tubo de P.V.C. de 16 cm de diámetro de compactación mecánica (Figura 2).

Ambos silos almacenaron un ensilaje de pradera de buena calidad, aunque el hecho de no usar vacío (silo P.V.C.) para la extracción del aire incrementa las pérdidas de materia seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pérdidas de materia seca en dos silos de laboratorio

Ensilaje*	Presión de compactación, (gm/cm ²).	Pérdidas de materia seca (%)	
		Silo Rolsa polietileno	Silo Tubo P.V.C.
Directo	0	16,4 a	25,2 b
	40	10,6 a	16,4 b
	80	7,2 a	9,2 b
Pre marchito (8 hrs al sol)	0	17,8 a	25,4 b
	40	13,4 a	30,8 b
	80	13,2 a	20,6 b
Pre marchito (14 hrs al sol)	0	13,0 a	27,6 b
	40	17,7 a	16,6 a
	80	5,2 a	22,9 b

a, b en una misma hilera difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

* ensilaje de pradera mixta (tréboles y gramíneas).

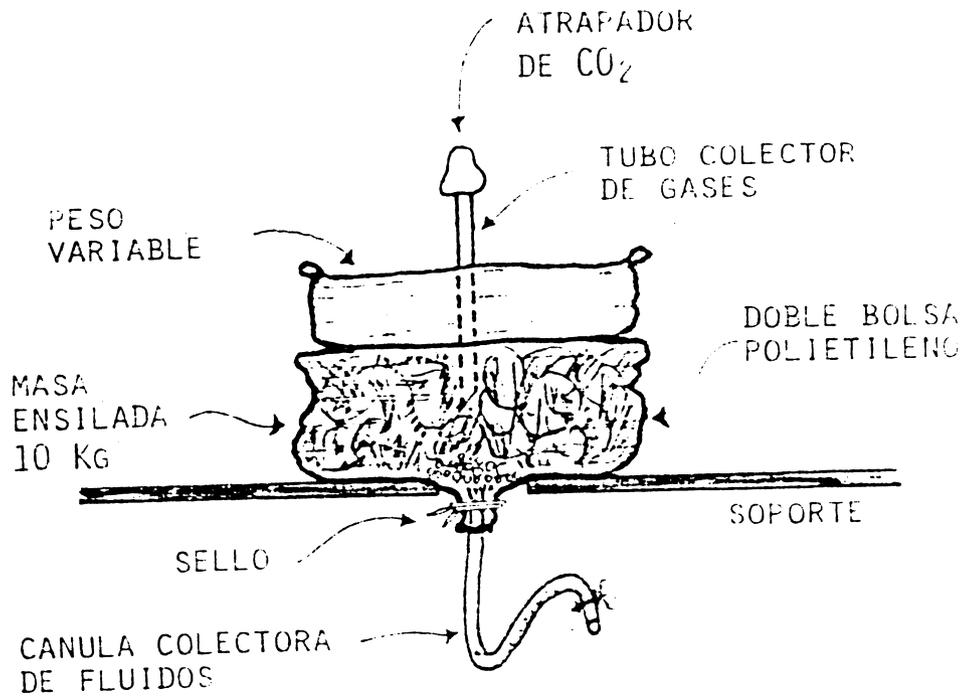


Figura 1. Bolsa de polietileno con evacuación del aire por vacío.

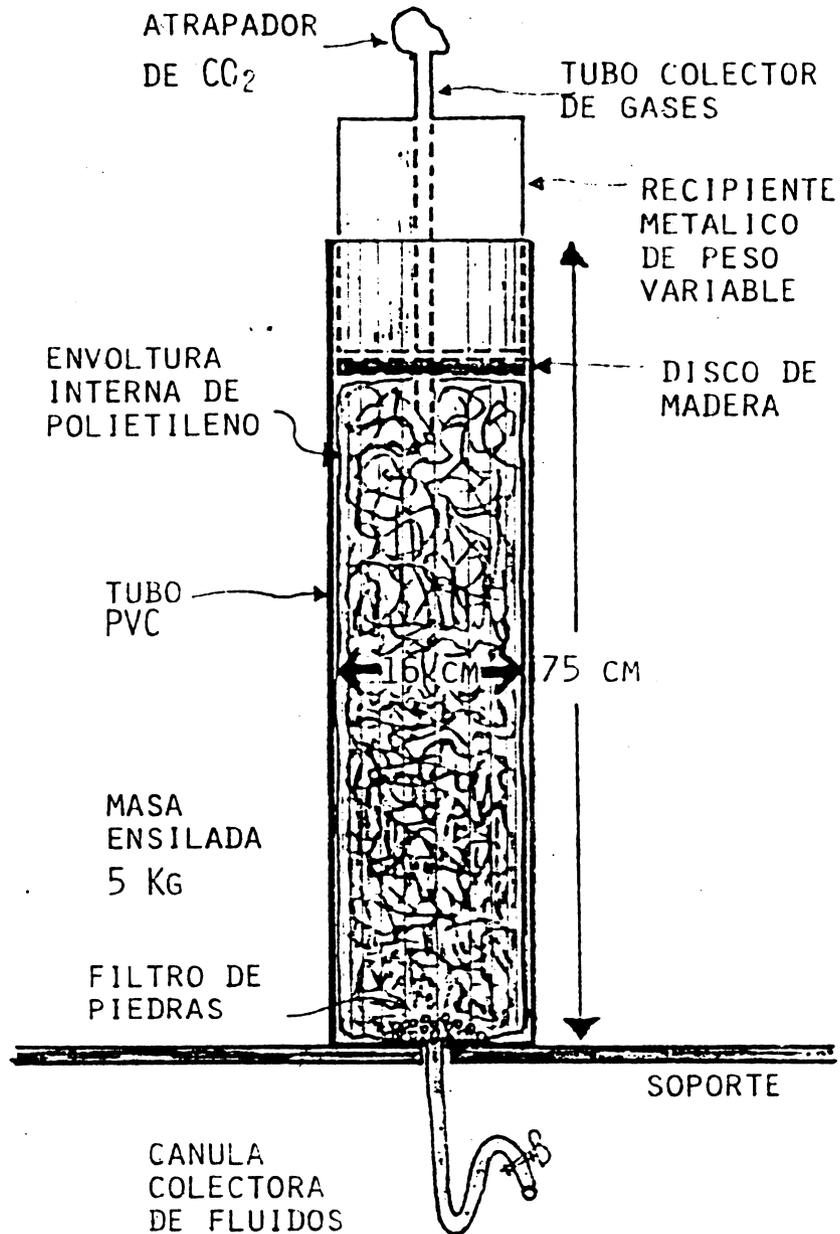


Figura 2. Silo de laboratorio. Tubo de P.V.C.

Literatura citada

1. BERGEN, W.G.; CASH, E.H. y HENDERSON, H.E. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep. *Journal of Animal Science*, 39:629-637. 1974.
2. HARGREAVES, B.A.; HUBER, J.T; ARROYOLUNA, J. y KUNG, L.Jr. Influence of adding ammonia to corn stalklage on feeding value for dairy cows and on fermentation changes. *Journal of Animal Science*. 1984.
3. OTIS, C.K.; POMROY, J.H y GAWRELUK, D. The laboratory silo: a tool for silage research. *Agricultural Engineering* , 40:736-739. 1959.

EVALUACION DE SORGOS EN MICROSILOS

por H. F. Fenoglio, O. A. Bruno *

Introducción

El sorgo, que por sus características agronómicas ocupa un lugar importante entre los cultivos estivales en el área de influencia de la EEA Rafaela, es una especie con la que se puede lograr una reserva de forraje de calidad aceptable utilizando la técnica del ensilado.

Por las características químicas que posee la especie, no resulta difícil lograr una buena fermentación acética-láctica y conservar el forraje, pero deberá tenerse en cuenta el cultivar por ensilar si se pretende lograr un material de buena calidad forrajera para la producción de leche.

Con el estudio de la composición química, en cuatro estados de desarrollo, de los principales cultivares existentes en el mercado y por las diferencias encontradas, se supone que algunos de ellos resultarían más aptos para la obtención de ensilaje de excelente valor forrajero.

La finalidad del presente trabajo es conocer cómo se manifiesta la capacidad potencial de producir ensilaje de buena calidad que tienen algunos cultivares y su relación con los parámetros químicos del material antes de ensilar.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la EEA Rafaela, utilizando tubos de alcantarilla de una capacidad de 350 kg de material cortapicado, colocados en posición vertical (microsilos).

En noviembre de 1981 se sembraron 2.500 m² de los cultivares SX 131, Minú INTA y "Sugar Drip" a razón de 15 a 18 kg/ha en surcos de 0,30 m, mientras que en 1982 se hizo lo mismo con SX 121, "Sugar Drip" y Minú INTA a los fines de contar con el forraje necesario para ensilar.

Cuando los materiales ensayados se encontraban en estado de grano pastoso, se cosecharon con una máquina de picado fino (10-15 mm) y se realizaron tres microsilos para cada uno de los cultivares. Una vez compactados por pisoteo se colocaron 0,15 m de tierra y polietileno, a efectos de lograr una cobertura hermética.

Se realizaron determinaciones del porcentaje y producción de materia seca (MS), relación tallo-hoja-panoja, proteína bruta (PB), azúcares o carbohidratos solubles (CS), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en plantas tomadas momentos antes de ensilar y material cortapicado.

* *Ingeniero Químico e Ingeniero Agrónomo, Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

En el mes de agosto, de ambos años, se tomaron muestras de los ensilajes para determinar MS, FDN, PB en material fresco (MF) y seco, pH, CS, amoníaco (NH_3) y ácidos orgánicos (láctico, butírico, propiónico y acético).

A las medias de FDN de los silajes obtenidos en 1983 se les efectuó el test de comparación de medias entre tratamientos (Tuckey $P < 0,05$).

Los métodos de análisis utilizados fueron micro-Kjeldahl ($\text{Nx}6,25$) para PB, P.A. Shaffer y M. Somoggi (1933) para CS, P.I. Van Soest y R.H. Wine para FDMN, J.M.A. Tilley y R.A. Terry (1963) para DIVMS, Boussingault y Duclayx para NH_3 , A.J. Barnett (1951) para ácido láctico y T.E. Friedmann (1938) para la extracción y James-Martin (1951) modificado por Zelter-Leroy (1958) para la separación cuantitativa de los ácidos butírico, propiónico y acético.

Resultados

En el Cuadro 1 se indica la fecha de corte, altura, producción y composición de los cultivares de sorgo utilizados.

Cuadro 1. Fecha de corte, altura, producción y composición de los cultivares de sorgo ensayados.

Cultivar	Fecha de corte	Altura (cm)	MS (%)	MV -----kg/ha-----	MS	Tallo -----	Hoja %MS-----	Panoja
SX 131	25/2/82	183	32	35.000	11.235	51	23	26
Sugar Drip	2/3/82	165	30	27.000	8.208	60	26	13
Minú INTA	4/3/82	110	33	28.600	9.552	42	41	17
Sugar Drip	7/3/83	184	25	37.000	9.499	61	26	13
Minú INTA	23/3/83	150	29	46.000	13.485	31	32	37
SX 121	25/3/83	300	32	63.000	20.710	77	15	8

Como puede verse, en las fechas de corte de 1982 los sorgos no pudieron desarrollar todo su potencial debido a factores climáticos, mientras que en 1983 SX 121 duplicó al de menor producción, "Sugar Drip".

En el Cuadro 2 se presentan los parámetros de calidad para los cortes de 1982 y 1983 y si bien los valores de PB son similares y los de CS son algo mayores en "Sugar Drip", son la FDN y la DIVMS las que muestran diferencias a favor de la calidad de éste.

Cuadro 2. Valores de determinaciones realizadas en el momento de cosecha (cortapicado)

Cultivar	Fecha de Corte	MS (%)	Proteína Bruta (Nx6,25)		Azúcar	Fibra Detergente Neutro (gr%)	Digestibilidad "in vitro"
SX 131	25/2/85	30,8	4,7	11,4		66,1	49,6
Sugar Drip	2/3/82	28,1	5,3	19,3		55,2	59,7
Minú INTA	4/3/82	31,2	5,4	11,7		62,1	55,6
Sugar Drip	7/3/83	26,5	6,4	16,0		57,6	62,5
Minú INTA	23/3/83	26,6	8,6	9,1		61,3	60,1
SX 121	25/3/83	27,0	6,7	14,0		68,7	53,4

El Cuadro 3 presenta los parámetros de calidad del ensilaje obtenido en los dos años; los valores de pH, N-NH₃ y ácidos orgánicos son considerados normales y estarían indicando que se ha producido una buena fermentación láctica, lo que implica una buena conservación del forraje.

Cuadro 3. Características físico-químicas de los silajes obtenidos

Cultivar	MS (%)	Fibra Detergente Neutro (gr %)	PB MS MF (%)		pH	Azúcar (gr%)	N-NH ₃ % de N Total	Acidos Orgánicos (gr% mat. fresca)			
								Lact.	But.	Prop. Acet.	
1982											
SX 131	28,7	68,1	5,0	1,4	4,1	0,6	6,3	1,4	-	-	1,05
Sugar Drip	26,4	64,1	6,7	1,6	3,8	1,4	5,9	1,7	-	-	1,06
Minú INTA	30,5	69,2	5,6	1,5	3,8	1,0	7,3	1,8	-	-	1,00
.....											
1983											
SX 121	24,1	70,6	7,1	1,6	3,9	0,3	7,7	1,4	-	-	0,70
Sugar Drip	22,1	61,2	8,5	1,7	3,5	1,5	5,0	1,7	-	-	0,30
Minú INTA	24,6	64,1	8,8	1,9	3,6	0,9	6,6	1,7	-	-	0,30

Desde el punto de vista nutricional, la PB debe considerarse baja en general y los valores de FDN significativamente inferiores para "Sugar Drip" en comparación con SX 121 (70, 60 gr porcentaje) mostraría su mayor calidad forrajera.

Conclusiones

Los parámetros de calidad de ensilaje obtenidos permiten asegurar que si bien con todos los cultivares ensayados se logra una buena conservación, el ensilaje de "Sugar Drip" tiene mayor calidad forrajera que el obtenido con SX 121, aunque su producción (kg/ha) será considerablemente menor.

El valor de FDN del ensilaje de "Sugar Drip" crea la expectativa de que éste puede comportarse como un forraje de buena calidad, lo que tendrá que corroborarse con un ensayo biológico.

TEMA II:
EVALUACION DE PASTURAS CULTIVADAS

Coordinadores: Carlos Lascano
Sonia Chifflet de Verde

TEMA II EVALUACION DE PASTURAS CULTIVADAS

CONCLUSIONES

1. Puntos más importantes

- 1.1 Necesidad de establecer una coordinación, a nivel del Cono Sur, en lo que se refiere a evaluación de pasturas cultivadas con el fin de aumentar la eficiencia en la obtención de la información, considerando que la misma sería útil tanto para la producción de leche como de carne.
- 1.2 Establecer una secuencia de evaluación de las pasturas, teniendo en cuenta una división en zonas ecológicas y, dentro de éstas, en sistemas de producción prevalentes en la región.
 - 1.2.1 Jardines de Introducción - En esta etapa se establecerían zonas en las que sería importante contar con esta información, tanto en lo referente a las pasturas como al germoplasma de intercambio.
 - 1.2.2 Pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas - Se estudiaría principalmente la persistencia bajo un rango amplio de manejo, haciendo énfasis en las asociaciones de gramíneas y leguminosas.
 - 1.2.3 Pruebas de pastoreo para determinar la producción animal utilizando manejos rígidos o flexibles, dependiendo de los objetivos.

Se plantean tres posibilidades:

- a) Pruebas de pastoreo para evaluar los problemas identificados en la zona. En este caso las variables por utilizar dependerán de la naturaleza y grado de conocimiento de las especies.
- b) Pruebas de pastoreo para medir el valor nutritivo y su relación con la producción animal. En esta situación no interesaría la persistencia ya que el objetivo es la calidad y el manejo sería irrelevante.
- c) Dentro de estas tres posibilidades se analizó la importancia de los animales por usar y de los diseños estadísticos:

Animales por usar

En las pruebas en las que se mide la producción animal se planteó el problema del tipo de animal por usar y se concluyó que si bien lo ideal es usar el mismo animal para el cual va

destinada la pastura, la vaca lechera puede ser en muchas situaciones difícil de manejar. Asimismo, su producción de leche depende de factores tales como el estado nutricional previo, el estado fisiológico, los antecedentes genéticos, etc., que hacen difíciles las comparaciones, por lo tanto se planteó la posibilidad del uso de animales en crecimiento en las primeras etapas de evaluación.

Diseños Estadísticos

Estos dependerán de la etapa de evaluación y de los objetivos del ensayo. En general, se dividieron de acuerdo a la etapa en:

- a) **Etapa intermedia:** diseños en bloques aleatorizados o parcelas divididas con arreglos factoriales, incluyendo repeticiones en todos los casos.
- b) **Etapa en la que se mide la respuesta animal:** en esta etapa pueden utilizarse diseños con bloques que consideran la variabilidad del suelo, cuando ésta sea un problema real, o diseños sin repeticiones pero con rangos amplios de intensidades de uso para poder usar análisis de regresión.

1.2.4 **Pruebas para incorporar pasturas dentro de sistemas de producción, que podrían estar dentro de un sistema real que funcione en las Estaciones Experimentales o dentro de establecimientos comerciales.**

1.3 **En aspectos metodológicos surgió la dificultad en la estimación del consumo en condiciones de pastoreo con vacas lecheras, donde la vaca puede estar pastoreando dos o tres pasturas por día y aún recibiendo suplementación. Se consideró que podrían jugar un rol importante las técnicas de comportamiento ingestivo y el uso de indicadores tales como la fibra indigerible.**

2. Necesidades de investigación

2.1 **Persistencia de los componentes en pasturas consociadas.**

2.2 **Niveles de fertilización para establecimiento y mantenimiento de especies y asociaciones.**

2.3 **Estudios de rizobiología.**

2.4 **Rotaciones de pasturas con cultivos y su efecto en estructura y fertilidad residual en el suelo.**

2.5 **Establecer las equivalencias entre ganado de carne y leche y los factores de corrección por utilizar, en vacas lecheras, para los diferentes estados nutricionales y fisiológicos.**

3. Aspectos factibles de ser coordinados a nivel regional

3.1 **Intercambio de germoplasma.**

3.2 Ubicación de ensayos dentro de regiones, a fin de no duplicar esfuerzos como asimismo centralizar ciertos tipos de investigación en centros que cuenten con infraestructura especial, pero siempre teniendo en cuenta que será fundamentalmente una investigación básica que podrá ser extrapolable a otros centros.

3.3 Producción y distribución de semilla experimental.

4. Temas que merecerían tratamientos especiales

4.1 Recopilar mapas de suelo y ecológicos a nivel del Cono Sur, a fin de estructurar un mapa de la región a similar nivel de detalle. En esta forma sería posible identificar áreas comunes para evaluar la adaptación de los germoplasmas forrajeros.

4.2 Relevamiento de los laboratorios de análisis químicos y químico-biológicos del Cono Sur, con el fin de unificar metodologías a fin de que los resultados sean comparables.

4.3 Recopilar y divulgar la información existente en las diferentes zonas del Cono Sur.

4.4 Se sugieren reuniones anuales entre los grupos que estén trabajando en pasturas para poder intercambiar resultados, metodologías y necesidades de acciones futuras. Como parte de estas reuniones anuales sería importante identificar un tema de interés y poder tratarlo en detalle para lo que se invitaría, en caso necesario, a especialistas de fuera de la región con el fin de enriquecer la discusión aportando, eventualmente, enfoques diferentes.

4.5 Una vez estructurado el mapa de áreas ecológicas comunes en la región, organizar una reunión con representantes de los diferentes países a fin de analizar el estado actual de la investigación, en cada área, y delinear las acciones futuras en lo que respecta a la evaluación de pasturas.

EVALUACION DE PASTURAS CULTIVADAS: MARCO DE REFERENCIA

por C. E. Lascano *

Introducción

Generalmente los programas de investigación en pasturas mejoradas incluyen una secuencia de evaluación que se puede dividir así: 1) recolección e introducción de nuevas especies; 2) estudios de adaptación a condiciones ambientales prevalentes; 3) estudios de rendimiento y requerimientos de fertilización; 4) estudios de compatibilidad y persistencia de especies sembradas bajo pastoreo; y 5) estudios de manejo y producción animal bajo pastoreo.

Los programas de selección de germoplasma forrajero han empleado, tradicionalmente, las evaluaciones agronómicas bajo corte. Se reconoce hoy en día que este tipo de evaluación permite establecer el grado de adaptación del germoplasma al medio ambiente, a la vez que provee información sobre potencial de producción. Por otro lado, hay consenso entre los investigadores que, sobre todo en asociaciones de gramíneas con leguminosas, existe un efecto de selectividad animal que no se puede fácilmente reproducir por corte. Se ha sugerido, por lo tanto, incorporar lo más pronto posible al animal en las evaluaciones de germoplasma para condiciones de pastoreo.

El tipo de prueba de pastoreo por realizar va a estar determinado en gran medida por el objetivo que tenga el investigador, el cual obviamente estará influido por el número de entradas por evaluar y por el grado de caracterización del germoplasma. Se pretende en esta discusión plantear varias alternativas de pruebas de pastoreo y describir problemas experimentales asociados con estas pruebas, teniendo como referencia las experiencias de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT).

Etapas en la evaluación de pasturas

Como se mencionó en la introducción, las etapas de evaluación de pasturas generalmente están bien definidas en los programas de investigación. En la fase preliminar las plantas se evalúan en términos de su adaptación a factores edáficos, climáticos y bióticos en un determinado ecosistema. En esta fase, que generalmente incluye corte, se evalúa:

1. Vigor de establecimiento.
2. Rendimiento de materia seca en períodos de máxima y mínima precipitación.
3. Potencial de rebrote.
4. Epoca de floración y potencial de producción de semillas.
5. Resistencia a plagas y enfermedades.
6. Algunos análisis de valor nutritivo.

* *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Pastos, Cali, Colombia.*

Una descripción detallada de estas mediciones se encuentra en el Manual para evaluación agronómica de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) editado por Toledo (1982).

En esta etapa una opción es no cortar y someter el germoplasma a pastoreo, utilizando la técnica conocida como "mob-grazing". Pretende este tipo de prueba someter el germoplasma a pisoteo del animal, minimizando la selectividad animal mediante pastoreos fuertes y por pocos días. Cabe preguntarse, tal como lo planteó Toledo (1983), qué ventajas comparativas tiene este tipo de prueba con relación al corte, sobre todo teniendo en cuenta que el grado de palatabilidad de las especies puede determinar sobre-pastoreo en algunas entradas y sub-pastoreo en otras.

Las entradas que se seleccionan en los estudios agronómicos se ensamblan en pasturas y se prueban asociaciones de gramíneas y leguminosas bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Por último, las pasturas más promisorias que resulten de estas pruebas se llevan a ensayos de pastoreo donde se determina producción animal y persistencia de las especies sembradas. Tanto las pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas, como las pruebas para medir comportamiento animal, han sido ampliamente discutidas en la RIEPT (Paladines y Lascano, 1983a; Lascano y Pizarro, 1985).

Pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas

Partiendo del germoplasma adaptado es necesario, en una etapa posterior, ensamblarlo en pasturas para estudiar su potencial de producción de biomasa y su persistencia bajo un rango de manejos del pastoreo.

Se espera que con este tipo de prueba se genere información sobre compatibilidad y persistencia de especies sembradas bajo un amplio rango de manejo del pastoreo, lo cual será útil para:

1. Determinar la vocación de la nueva pastura dentro de un sistema dado de producción animal.
2. Restringir los tratamientos de manejo del pastoreo, en pruebas más avanzadas donde se mide el comportamiento animal.

Es posible encontrar, en las pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas, asociaciones que persisten bajo un amplio rango de manejos del pastoreo, mientras que otros requieren manejos muy precisos de rotación y carga. La pastura del primer caso podría recomendarse para sistemas de producción con poca infraestructura de división de potreros mientras que la pastura del segundo caso tendría que restringirse a sistemas de producción que ya incluyan rotación sistemática de potreros.

Generalmente en las pruebas de pastoreo donde se mide producción animal es necesario incluir un rango de cargas y sistemas de pastoreo, lo cual hace que las pruebas sean muy costosas de realizar. Al obtener información de las pruebas en pequeñas parcelas sobre el efecto de un rango de manejos del pastoreo sobre la persistencia de las especies sembradas, se plantea que es posible determinar la importancia relativa de carga animal y sistema de pastoreo sobre la producción y balance de las especies sembradas.

Es posible que algunas asociaciones presenten buen balance de especies bajo situaciones de pastoreo muy frecuente, pero la disponibilidad de un componente se ve afectada por la intensidad con que se pastoreó. Por otro lado, puede existir una asociación que bajo pastoreo muy frecuente muestre un desbalance de las especies dentro del rango de cargas empleado. En el primer caso, los tratamientos de manejo del pastoreo en pruebas donde se mide producción animal podrían restringirse a pastoreo continuo con cargas como variable y en el segundo caso a pastoreo rotacional utilizando nuevamente cargas como variable.

Tipos de pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas

Se reconoce que el tipo de pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas va a depender en gran medida del número de entradas por evaluar, así como también del grado de caracterización de las entradas (Toledo, 1983). En resumen estas pruebas pueden dividirse así:

1. Selección de germoplasma: El objetivo es evaluar y seleccionar germoplasma incluyendo su adaptación bajo pastoreo, tal como se indicó anteriormente.
2. Compatibilidad y persistencia de especies adaptadas bajo pastoreo: El objetivo de estas pruebas es evaluar en pastoreo un número intermedio de entradas de germoplasma ensamblado como asociaciones de gramíneas y leguminosas con el fin de determinar compatibilidad y persistencia bajo un mínimo de tres intensidades de pastoreo. Se pretende en la prueba seleccionar pasturas bajo condiciones de sub-pastoreo y sobre-pastoreo, manteniendo un punto central.
3. Opciones de manejo del pastoreo: El objetivo central de estas pruebas es someter un número restringido de asociaciones muy promisorias a un amplio rango de manejos del pastoreo para determinar productividad y persistencia de la mezcla. Como ya se mencionó, se pretende con estas pruebas generar información de utilidad para el diseño de experimentos de pastoreo donde se mide comportamiento animal y además visualizar su uso potencial en un sistema determinado de producción.

Problemas asociados con las pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas

Como resultado de la reunión de trabajo de la RIEPT sobre metodologías de evaluación de germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas (Paladines y Lascano, 1983 a) se analizaron y discutieron variados aspectos metodológicos asociados con estas pruebas. Como resultado se obtuvo una serie de recomendaciones recopiladas por Paladines y Lascano (1983 b). Estas recomendaciones metodológicas podrían revisarse en esta reunión con el fin de determinar su aplicabilidad a situaciones específicas. Se reconoce sin embargo que, a pesar de existir estas recomendaciones, hay una serie de problemas e interrogantes asociados con las pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas, que vale la pena discutir. Algunos de estos problemas e interrogantes son los siguientes:

1. Simulación de pastoreo continuo: Al diseñar una prueba de pastoreo en peque-

ñas parcelas es muchas veces necesario utilizar un sistema de pastoreo simulado, en donde un potrero experimental es parte de un sistema de rotación. Los animales permanecen fuera del experimento durante el período de descanso del potrero, razón por la cual es difícil simular un sistema de pastoreo continuo. Si se pensara en hacerlo, sería necesario modificar proporcionalmente las dimensiones del potrero dejando éste de ser, obviamente, una pequeña parcela. Como opciones para simular pastoreo continuo en pequeñas parcelas se ha propuesto: a) pastoreo muy frecuente, p. ej. con intervalos de 1 ó 2 semanas, b) incluir germoplasma, tal vez agrupado por especies, en un potrero con dimensiones que permita el pastoreo continuo. Debe mencionarse que ninguna de las anteriores alternativas ha sido probada experimentalmente y por tanto su validez no ha sido demostrada.

2. **Días de ocupación vs. días de descanso:** Dentro de los esquemas de pastoreo rotacional se puede variar tanto días de ocupación como días de descanso. Sin embargo, al incluir ambos factores en una prueba de pastoreo en pequeñas parcelas las dimensiones del ensayo pueden resultar difíciles de financiar, establecer y manejar. La discusión sobre la importancia relativa de ocupación y descanso en la productividad y persistencia de las especies sembradas debe reconocer la existencia de interacciones entre ambos factores y con la intensidad de pastoreo.

Los días de ocupación de un potrero interactúan con la intensidad de pastoreo para definir el grado de utilización del forraje en oferta y el forraje residual, lo cual a su vez determina la tasa de rebrote. Por otro lado, el período de descanso interactúa con el período de ocupación, con la intensidad de pastoreo y con la época del año, para determinar el grado de acumulación de forraje así como también la calidad de éste forraje y su composición botánica.

3. **Número vs. Peso vivo de animales:** En los ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas, donde se manipulan factores de manejo tales como carga, es necesario variar el número o el peso vivo de los animales de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{(UA) (D)}{(A) (DPE)}$$

donde: CA = Carga (UA/ha)
 UA = Unidades animales
 D = Días de ocupación del potrero
 A = Area (ha)
 - DPE = Días de ocupación + días de descanso

Con base en la fórmula anterior se puede ver fácilmente que al definir la UA como 400 kg, por ejemplo, es factible generar una carga equivalente igual, bien sea con un novillo de 400 kg o con dos novillos de 200 kg.

En la discusión sobre este tema es necesario analizar no solamente el efecto diferencial de pisoteo sino también el consumo voluntario por unidad de peso y su relación con la edad y los efectos del reciclaje de nutrimentos en la productividad y persistencia de especies sembradas.

4. **Categoría animal y utilización de la pastura:** Para las pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas es conveniente utilizar novillos jóvenes, previamente amansados para facilitar su manejo. Sin embargo, se pueden presentar situaciones donde el investigador desea utilizar vacas de leche o carne, secas o lactantes. Surge como interrogante hasta dónde la categoría animal o el estado fisiológico pueden afectar en forma diferente la productividad y persistencia de una pastura, debido a diferencias en la selectividad de especies y el consumo voluntario por unidad de peso.
5. **Reutilización de áreas de pastoreo:** La infraestructura involucrada en una prueba de pastoreo en pequeñas parcelas es costosa, sobre todo lo relacionado con cercas y fuentes de agua. Dado que los programas de evaluación de pasturas son dinámicos en términos de selección continua de nuevas entradas, surge el interrogante de si es posible o no reutilizar áreas previamente pastoreadas para sembrar nuevas asociaciones. Obviamente hay que confrontar el efecto de fertilización residual, la contaminación de especies, la elevación de niveles de inóculo, y otros.
6. **Asociaciones vs. Gramíneas Puras:** Hasta ahora la discusión sobre pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas ha inferido que las pasturas por evaluar son asociaciones de gramíneas con leguminosas. Gran parte de la razón para esto es que se visualiza que en este tipo de pastura es donde cobra mayor importancia el concepto de persistencia, sobre todo de la leguminosa. Sin embargo, sería válido preguntarse si este tipo de prueba se justifica con gramíneas, particularmente con el fin de estimar capacidad de carga y la relación de ésta con factores de manejo, incluyendo la aplicación de fertilizantes.

Una pregunta que indudablemente es muy relevante, es la de que si todas las entradas seleccionadas en estudios agronómicos deben incluirse en pruebas de pastoreo en pequeñas parcelas. Posiblemente esto va a depender en gran medida del grado de avance en el programa de selección de nuevos cultivares por características específicas y el grado de relación de estas características con la producción y persistencia bajo pastoreo.

Pruebas de pastoreo para evaluar productividad animal y persistencia

Como en cualquier proceso de investigación, la definición clara de los objetivos de una prueba de pastoreo, para medir producción animal, es esencial para poder establecer la metodología por emplear. Dentro de la RIEPT se han discutido alternativas metodológicas para pruebas de pastoreo según objetivos, los cuales se pueden resumir así:

1. Estudiar las relaciones entre atributos de la pastura y producción animal.
2. Medir el potencial máximo de la productividad animal de la pastura.
3. Evaluar los factores de manejo (pastoreo, fertilización, etc.) en relación con la productividad y la persistencia de la pastura.

A continuación se describen algunos aspectos relacionados con cada una de las pruebas mencionadas tomando como base lo planteado por Pizarro y Toledo (1985) y Riewe (1985), en la reunión de trabajo de la RIEPT donde se discutieron metodologías sobre pruebas de pastoreo.

1. Atributos de la pastura y producción animal

Existe en la literatura un gran número de trabajos donde el objetivo ha sido establecer relaciones causa/efecto entre los atributos de la pastura y el comportamiento animal. En estos experimentos se ha estudiado la relación entre la ganancia de peso, la producción de lana o producción de leche con forraje disponible total, la materia seca verde disponible, la materia seca verde digerible y la composición botánica.

Es conveniente en este tipo de ensayo controlar el mayor número de variables posible con el fin de poder evaluar el efecto de la o las variables en estudio. Por otro lado, el análisis de causa/efecto se facilita cuando se establecen diferencias grandes en la pastura, por ejemplo con cargas, que se reflejen en la producción animal. Esto se puede lograr bien sea utilizando pastoreo continuo o pastoreo rotacional con cargas fijas o variables por época del año.

Estas pruebas de pastoreo no son relevantes en sistemas de producción y más bien se deben considerar como metodológicas y útiles como complemento a programas de selección y fitomejoramiento.

2. Potencial de producción animal de una pastura

Se presentan situaciones donde el objetivo central del investigador es determinar bajo condiciones que se aproximen a un manejo "óptimo", cual es la productividad animal potencial de las pasturas en estudio. Con la metodología tradicional utilizada en este tipo de prueba se define una presión de pastoreo, en la cual no se produzca ni sub-pastoreo ni sobre-pastoreo.

Para mantener esa presión "óptima" constante se realizan ajustes de número y peso de animales en función del forraje disponible, manteniendo siempre un grupo fijo de animales en un sistema de pastoreo continuo o rotacional. Se pretende entonces medir producción animal y determinar capacidad de carga bajo una situación que optimice la oferta de forraje tanto en cantidad como calidad.

Recientemente Spain y Pereira (1985), propusieron un sistema de pastoreo flexible para evaluar las asociaciones de gramíneas y leguminosas, en el cual se ajusta tanto carga como sistema de pastoreo. La carga animal se ajusta cuando la disponibilidad de forraje excede ciertos límites pre-

viamente establecidos y el sistema de pastoreo se cambia cuando el balance de gramíneas y leguminosas escapa de ciertos límites, también previamente establecidos. El sistema pretende medir la producción animal bajo un manejo que asegure un adecuado nivel de oferta y balance de especies a través del tiempo.

Estos métodos que optimizan el manejo pueden o no ser relevantes en los sistemas de producción de una zona. El ajuste de cargas implica que existen áreas de pastoreo adicionales en la explotación comercial, tal como sucede en sistemas extensivos donde predominan pastos nativos y en donde la pastura mejorada podría ser utilizada en forma estratégica y controlada. Por otra parte, el ajuste del sistema de pastoreo presupone que en la explotación comercial existen divisiones de potreros, lo cual generalmente está asociado a sistemas intensivos de producción donde no es muy fácil hacer ajustes frecuentes de carga. Por último, se asume en estos métodos que las pasturas mejoradas no van a ser sometidas a sub-pastoreo o sobre-pastoreo por parte del productor, lo cual es muy debatible.

3. Factores de manejo, producción animal y persistencia

Un objetivo muy común en las pruebas de pastoreo es el de determinar, bajo un rango de manejos previamente establecidos, la producción animal y la persistencia de las especies sembradas. Se busca con estas pruebas someter a las pasturas a las condiciones de manejo comunmente encontradas en los sistemas de producción prevalentes. Estos manejos pueden estar relacionados con la intensidad o el sistema de pastoreo o con los niveles de fertilización, conservación de excedentes de forraje, etc.; sin embargo, lo más comunmente evaluado son las prácticas de manejo del pastoreo donde se puede tener:

- a. Cargas fijas o variables por época del año en pastoreo continuo, alterno o rotacional.
- b. Cargas fijas o variables por época del año en combinación con pastoreo continuo, alterno y rotacional.

Al someter las pasturas experimentales a un rango de manejos se pueden derivar funciones de producción, las cuales serán útiles en los análisis de simulación que integran la pastura cultivada a los sistemas de producción prevalentes.

4. Tipos de prueba de pastoreo propuestos para la RIEPT

Como se discutió anteriormente, el investigador en pasturas puede tener uno o varios objetivos en mente cuando diseña una prueba de pastoreo con especies cultivadas. Sin embargo, se plantea que tal vez un objetivo muy general de las pruebas de pastoreo es el de evaluar y comparar pasturas en términos de producción animal y persistencia de las especies sembradas. Dentro de este objetivo general es factible visualizar dos objetivos específicos:

- a. Caracterización del potencial de la productividad animal y persistencia de pasturas.

- b. Evaluación de factores de manejo del pastoreo y su relación con la productividad animal y persistencia de pasturas.

El tipo de prueba estará, en gran medida, supeditado a los objetivos del investigador, pero también a ciertas consideraciones tales como: 1) el conocimiento previo de las pasturas por evaluar, en términos de adaptación y compatibilidad en asociación de las especies y requerimientos de manejo y 2) el número de pasturas por evaluar frente a los recursos disponibles.

Tomando como base lo anterior se plantean cuatro tipos de pruebas de pastoreo, los cuales han sido recomendados para la RIEPT. Estos tipos son:

— Pastoreo flexible: Como se mencionó anteriormente, en este caso tanto la carga como el sistema de pastoreo son flexibles en función del forraje disponible y el balance de las especies en una asociación gramínea-leguminosa. Los cambios de carga se producen en función de la cantidad de forraje disponible, mientras que el sistema de pastoreo se cambia en función del balance de especies. Cuando hay que favorecer a la leguminosa se utiliza pastoreo continuo y cuando hay que favorecer la gramínea se utiliza algún sistema de rotación.

Se visualiza que este tipo de prueba tiene grandes ventajas en situaciones donde existen:

- a. Muchas pasturas por evaluar y los recursos son limitados.
- b. Limitaciones de semilla.
- c. Limitaciones de área.

Algunas desventajas aparentes de este tipo de prueba son que puede haber subjetividad en la definición de los rangos de disponibilidad y composición botánica, base para realizar los cambios de manejo; y el que las pasturas no se someten a mal manejo, lo cual puede ser real bajo condiciones comerciales. Se visualiza sin embargo, que a partir de los ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas es factible definir con cierta precisión los rangos y conocer los efectos del mal manejo sobre la pastura. Por otro lado es factible, después de dos o tres años de pastoreo bajo buen manejo, someter la pastura a mal manejo y evaluar su potencial de recuperación.

La información obtenida con este tipo de prueba expresa el potencial de producción y la persistencia de la pastura bajo un manejo apropiado y constituye de por sí un paquete de recomendaciones de buen manejo de la pastura, que puede ser transferido a los productores.

— Pastoreo flexible bajo diferentes intensidades: En este caso se establecen intensidades de pastoreo mediante cargas o presiones contrastantes y en cada intensidad el sistema de pastoreo es flexible, dependiendo de la composición botánica. El diseño incluye como mínimo tres cargas fijas o variables por época del año, con un sistema de pastoreo flexible en cada carga dependiendo del balance de gramíneas y leguminosas.

Se visualiza que con este tipo de prueba de pastoreo se puede obtener información sobre

producción animal y persistencia de la pastura bajo diferentes intensidades de uso, a la vez que se obtiene información sobre el sistema de pastoreo más apropiado para las diferentes intensidades. En este caso también la información generada puede formar parte de un paquete de recomendaciones de manejo de la pastura bajo condiciones de intensidad de uso contrastante.

— **Pastoreo con manejo rígido:** En este tipo de prueba la pastura se evalúa en pastoreo continuo o rotacional bajo diferentes intensidades, dando la opción de incluir en cada caso un sistema de pastoreo contrastante. Específicamente, las opciones de diseño son:

- a. Tres cargas fijas o variables por época del año con pastoreo continuo, incluyendo la carga más alta en pastoreo rotacional.
- b. Tres cargas fijas o variables por época del año bajo pastoreo rotacional, incluyendo la carga más baja en pastoreo continuo.

La opción de usar pastoreo continuo o rotacional va a estar en gran medida determinada por:

- a. El conocimiento previo del efecto del manejo del pastoreo en la pastura. Con base en ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas dentro de un ecosistema dado, se puede determinar la importancia relativa de la carga o el sistema de pastoreo en el balance de una asociación. En ambientes con poco "stress" de sequía, las leguminosas muy agresivas y de baja palatabilidad pueden dominar la gramínea en condiciones de pastoreo muy frecuente o continuo. Por otro lado, en el mismo ambiente algunas leguminosas pueden ser muy sensibles a la carga, independientemente de la frecuencia de pastoreo. En el primer caso la opción lógica es la de utilizar pastoreo rotacional, mientras que en el segundo caso se preferiría utilizar pastoreo continuo.
- b. El sistema de producción imperante. Si en la zona la producción es intensiva y la rotación es parte integral del sistema, obviamente la evaluación debe hacerse bajo pastoreo rotacional. Contrariamente, en sistemas extensivos con pocas divisiones de potrero la evaluación debe hacerse con pastoreo continuo.

En este tipo de prueba la inclusión de la carga más alta en rotación, cuando la pastura se evalúa en pastoreo continuo, asume que la ventaja comparativa de la rotación en términos de producción por animal es en cargas altas. En forma alterna, la inclusión de la carga baja en pastoreo continuo, cuando se está evaluando la pastura en sistema rotacional, asume que las mayores producciones por animal se obtienen en cargas bajas.

La información que se genera en este tipo de ensayo permite determinar la producción animal y la persistencia de las especies sembradas bajo diferentes intensidades de uso de la pastura, a la vez que es posible hacer algunas inferencias sobre la productividad animal en función del sistema de pastoreo bajo una misma carga.

— Pastoreo con combinación de factores de manejo rígido: Este tipo de prueba más compleja, implica diseños que incluyen cargas y sistemas de pastoreo en arreglo factorial. Estas pruebas son de gran utilidad en situaciones donde se tienen pasturas mejoradas de reconocido potencial y se quiere ajustar su manejo para sistemas de producción bien definidos.

Una ventaja de estas pruebas es que se puede detectar y analizar interacciones de carga por sistema de pastoreo, tanto en la producción animal como en la persistencia de la pastura. Esta información es muy útil para análisis posteriores de simulación, donde se quiere integrar la pastura a un sistema de producción determinado.

5. Problemas asociados con pruebas de pastoreo

Es necesario reconocer que las pruebas de pastoreo encierran ciertas complejidades de tipo experimental que deben ser muy bien analizadas por los investigadores que trabajan en evaluación de pasturas. Muchos de los factores por considerar en pruebas de pastoreo han sido discutidos en diversos foros tanto en zonas templadas, sub-tropicales y tropicales. Las recomendaciones emanadas de estas reuniones son una excelente base para formular metodologías de evaluación de pasturas en programas nacionales; sin embargo, debe reconocerse que no existe una "receta" única y que, por lo tanto, cada programa debe realizar ajustes metodológicos de acuerdo a situaciones específicas.

Las bases de una metodología de evaluación de pasturas incluyen los siguientes puntos:

- a. Diseño experimental
- b. Area de potrero experimental
- c. Método de establecimiento
- d. Tipo de animal experimental
- e. Mediciones en el animal
- f. Mediciones en la pastura
- g. Análisis de datos.

Se sugiere que cada uno de estos puntos sea discutido teniendo en cuenta las circunstancias prevalentes a nivel nacional, regional y tal vez local.

En adición a lo anterior, se plantean a continuación algunos puntos de discusión específicos relacionados con la experimentación en pasturas. Estos puntos son:

Pruebas de pastoreo y producción de semilla: Es relativamente fácil sentarse a planear un ensayo de pastoreo. Menos fácil, obviamente, es su establecimiento y manejo. Sin embargo, es muy frecuente encontrar que un "cuello de botella" en la experimentación con pasturas es el de disponibilidad de semilla de los materiales por evaluar. ¿Quién va a coordinar la producción de semilla? ¿Dónde y quién va a producir y procesar la semilla? ¿Qué investigación debe realizarse sobre producción de semilla?

— **Extrapolación de resultados de ganancia de peso a producción de leche:** Muchos programas de evaluación de pasturas están orientados a proveer alternativas para sistemas de producción de leche. Obviamente, bajo estas condiciones, lo ideal sería evaluar las pasturas con vacas lecheras; sin embargo, se reconoce que la inclusión de vacas lecheras en pruebas de pastoreo puede resultar en experimentos complejos. Podría pensarse que los resultados de ganancia de peso obtenidos con animales jóvenes reflejaría la calidad de una pastura en la misma forma que lo haría una vaca lechera. ¿Es esto cierto? ¿Será la persistencia de una pastura asociada por ejemplo, la misma con vacas lecheras que con novillos, aún manejándola con las mismas cargas?

— **Extrapolación de los resultados de la estación experimental:** En la mayoría de los casos la evaluación de pasturas cultivadas se realiza en centros experimentales, donde el investigador tiene total control sobre la prueba. Existe alguna evidencia que los resultados que un productor comercial obtiene con una pastura mejorada, por ejemplo en ganancia de peso, son inferiores (40 - 50 %) a lo que se obtuvo en la estación experimental. ¿Es necesario validar a nivel de explotación comercial, la información obtenida experimentalmente? ¿Qué tipo de experimentación debe realizarse en la explotación comercial? ¿Qué control debe tener el experimentador? ¿Qué debe medir? ¿Qué tipo de análisis debe realizarse?

— **Pruebas de pastoreo y liberación de cultivares:** Es bastante aceptado que para liberar un cultivar es conveniente tener información de la producción animal por medio de pruebas de pastoreo. En estas pruebas de pastoreo se pueden identificar algunos problemas con el material que se está evaluando, pero que no son de suficiente magnitud para frenar su liberación. Por otro lado, una vez adoptado un material por los productores se pueden identificar problemas no vistos o previstos en la fase experimental. ¿Se debe realizar investigación post-liberación? ¿Qué tipo de prueba debe realizarse, pastoreo en pequeñas parcelas, pruebas de ganancia de peso?

Se le ha puesto interrogación a estos puntos que si bien no todos son de naturaleza estrictamente metodológica, sí son fundamentales en el proceso de obtener pasturas mejores a las existentes.

EVALUACION DE PASTURAS. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LOS METODOS DE LABORATORIO

por Claudio Hofer *

Calidad de las pasturas y criterios para su definición

Previo al análisis de algunos aspectos relacionados a la evaluación de las pasturas mediante métodos de laboratorio, conviene considerar los criterios que hacen a la definición de calidad de las mismas. Moore (1981), estima que el animal es una herramienta biológica excelente para la evaluación de este carácter; la medida del producto animal brinda una estimación confiable, en tanto la disponibilidad de forraje sea suficiente para asegurar consumo *ad libitum*. En situación limitante, la respuesta será en función de la acción conjunta de variables cuantitativas y cualitativas de la pastura. Este concepto es sintetizado por Mott (1980), al expresar que la calidad del forraje puede ser definida en términos de producto animal si la alimentación es *ad libitum*, y no se suministran suplementos y el animal tiene potencial de respuesta.

En condiciones de pastoreo, el criterio de disponibilidad no limitante es función de distintos atributos de la pastura (masa, altura y densidad del forraje; estructura del canopeo), los cuales en conjunto definen cuantitativamente a los componentes del consumo: tamaño y tasa de bocados, tiempo de pastoreo.

Por tanto, queda planteado el concepto de calidad potencial de una pastura, valor que podrá diferir del obtenido en la evaluación de un determinado sistema de utilización de la misma.

El criterio de evaluación considerado (respuesta animal), está referido a la cantidad de nutrientes aportados por unidad de tiempo más que a su concentración en el forraje, dando importancia entonces a las variables aceptabilidad e ingestibilidad. Estos conceptos fueron desarrollados por Ulyatt (1973), al definir el valor alimenticio como la respuesta en producto animal a la totalidad del forraje consumido y el valor nutritivo, a la obtenida por unidad ingerida. Por lo tanto, el valor alimenticio es función del valor nutritivo y del consumo.

Referido al valor alimenticio de una dieta, Blaxter (1977) lo define como su habilidad para mantener o promover el crecimiento u otra actividad biológica del animal. La utilización de este concepto en sistemas de alimentación ofrece la particularidad que, mientras la estimación de los requerimientos contempla efectos de edad, sexo, tasa de crecimiento y otros atributos, la tabulación del contenido de nutrientes de un alimento supone un valor único de concentración para cada uno de ellos, sin considerar la variabilidad debida al estado fisiológico del animal.

* *Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria de Concepción del Uruguay. INTA. Argentina.*

Las unidades en las cuales se expresa el valor nutritivo se consideran aditivas, no contemplando la posibilidad de interacción en dietas compuestas. Lo anterior determina los atributos de un nutrimento: características de aditividad, proporcionalidad de sustitución e inmunidad a variaciones en el estado fisiológico del animal.

Sin embargo, han sido determinados la disponibilidad efectiva diferencial de un nutrimento contenido en distintas fuentes; los efectos asociativos en dietas compuestas de forrajes y concentrados y la respuesta diferente ante una misma modificación de la dieta, según el proceso productivo. En consecuencia, son evidentes tanto las limitaciones de la información aportada en términos de concentración de nutrimentos, cuanto la conveniencia de las pruebas biológicas.

Evaluación "in vivo"

La evaluación de las pasturas en función del producto animal, implica en general ensayos de duración prolongada, por lo que se prefiere estimar la cantidad de energía digestible ingerida a través del consumo de materia orgánica digestible (MOD), que está correlacionado con la anterior y con la respuesta animal. Las medidas de consumo de forraje y de digestibilidad de la dieta seleccionada en condiciones de pastoreo involucran métodos indirectos (diferencia entre las disponibilidades de forraje pre y post-pastoreo; utilización de indicadores externos; recolección total de heces), que pueden comprometer su precisión y exactitud.

Se trata de una metodología relativamente compleja, de implementación en experimentos específicos y no en rutina de evaluación. Por lo tanto, las estimaciones *in vivo* de digestibilidad y de consumo voluntario, a las cuales en última instancia se referirán los valores obtenidos por los métodos de laboratorio, se efectúan habitualmente en condiciones de confinamiento. Esto implica la probabilidad de interacción con el ambiente, al no ser considerados los factores propios del comportamiento en pastoreo (Chenost y Demarquilly, 1982).

Con relación a las determinaciones en confinamiento, es conveniente obtener información tanto de la digestibilidad como del consumo voluntario, ya que pueden obtenerse idénticos valores de MOD ingerida con distintos arreglos de las variables mencionadas (Moore, 1981). Por otra parte, los aspectos metodológicos pueden incidir sobre las estimaciones; entre ellos se destacan la especie animal utilizada y la cantidad de forraje suministrado.

Especie animal

El animal experimental utilizado más frecuentemente para evaluaciones *in vivo* es el ovino y la mayor parte de la información indica que los valores de digestibilidad no difieren con respecto a los obtenidos con bovinos. Sin embargo, una revisión reciente que incluye dietas con amplio rango de calidad y cuyos valores de digestibilidad fueron obtenidos con ambas especies, indica que el coeficiente de regresión difiere de la unidad, pues las dietas de menor calidad son digeridas en mayor extensión por el vacuno (Mertens y Ely, 1982).

Sobre ese rango particular de digestibilidad, Playne (1978) obtiene resultados similares, men-

cionando como causa probable un mayor reciclaje de azufre al rumen en el bovino. En síntesis, las diferencias entre especies pueden ser ignoradas para forrajes de digestibilidad superior al 55 a 60 por ciento; para los de menor calidad, las diferencias se hacen mayores y para valores inferiores al 45 por ciento, la correlación entre ambas se reduce, haciendo la estimación poco confiable (Heaney, 1980).

En cuanto a consumo voluntario, existe escasa información; el ovino parece ser más sensible a la baja calidad del forraje y, fuera de ese rango, el comportamiento parece ser similar (Heaney, 1980), permitiendo la estimación con base en la unidad de tamaño metabólico, de valores de consumo de novillos en crecimiento y de vacas en lactancia a partir de los obtenidos con ovinos (Chenost y Demarquilly, 1982).

Por lo tanto, el valor alimenticio (estimado mediante el consumo de materia orgánica digestible) puede ser extrapolado, con algunas restricciones, de ovinos a bovinos. Es factible que se registren diferencias absolutas, pero las relativas entre forrajes son similares; la situación no es confiable en baja digestibilidad (Heaney, 1980).

Cantidad de forraje suministrado

El nivel de digestibilidad es dependiente de la cantidad de forraje suministrado, decreciendo al incrementarse el consumo, siendo la magnitud de la depresión función de los atributos del forraje. Las determinaciones de digestibilidad son efectuadas con base en los niveles de consumo incluidos en un amplio rango: mantenimiento; nivel fijo para todos los alimentos evaluados (40 g/unidad de peso metabólico); 90 por ciento *ad libitum*; *ad libitum*. (Van Es y Vander Meer, 1980; Heaney, 1980; Moore, 1981).

En lo referente al consumo voluntario, es importante la fijación del nivel de rechazo permitido, ya que puede incidir sobre el grado de selectividad y, en consecuencia, sobre la cantidad de forraje ingerido. Habitualmente el exceso se fija en 10 - 15 por ciento del consumo (Chenoest y Demarquilly, 1982).

Moore (1981) sugiere la determinación simultánea de la digestibilidad y el consumo voluntario, de modo de no imprimir sesgos en la estimación del valor alimenticio del forraje (consumo de MOD). Este concepto no es compartido por Van Es y Vander Meer (1980), al sostener la conveniencia de la determinación de un valor base de digestibilidad (nivel de consumo cercano a mantenimiento), separada de la estimación del consumo voluntario.

Los distintos criterios mencionados en relación a la estimación *in vivo* de las variables de calidad, pueden determinar que la información obtenida presente limitaciones para ser utilizada como valor referencial para métodos de laboratorio, ante situaciones específicas; en consecuencia, es prioritario el conocimiento del método experimental utilizado en la evaluación *in vivo*.

Breve descripción y discusión de los principales métodos de laboratorio predictores de la calidad del forraje

Los métodos de laboratorio disponibles para predecir la calidad del forraje han sido sujetos en los últimos años a numerosos análisis críticos (Barnes y Marten, 1979; Marten y Barnes, 1980; Van Es y Van der Meer, 1980; Van Soest y Robertson, 1980; Marten, 1981; Minson, 1981; Moore, 1981; Ferreira y Collins, 1982; Reid y Klopfenstein, 1983). En ellos, han sido cubiertos aspectos básicos en cuanto a empirismo o racionalidad de las técnicas; se han precisado metodologías; estudiadas las fuentes de variación que pueden comprometer la precisión o exactitud y analizada la necesidad de incorporar variables causales a las ecuaciones de predicción. En este trabajo, sólo serán destacados algunos aspectos de los temas citados, refiriéndose exclusivamente a los métodos relacionados con la predicción de la disponibilidad energética.

a) Métodos químicos

Las limitaciones del análisis proximal están ampliamente fundamentadas y centradas principalmente en la separación de los hidratos de carbono en fibra bruta y extracto libre de Nitrógeno; esta división no tiene correlato nutricional, principalmente para rumiantes. En la fracción que debería tener máxima disponibilidad, se solubilizan compuestos de casi nula o variable absorción (lignina, hemicelulosa, celulosa). Estas limitaciones hacen que se lo considere un "test" empírico de solubilidad.

El sistema de extracción mediante detergentes diseñado por Van Soest (1963) permite separar contenido celular de pared celular. Es entonces un método apto para aislar (con bastante precisión) el componente fibroso del forraje, caracterizado por su resistencia a la hidrólisis por medio de enzimas propias de los monogástricos. No aísla la fracción no digestible, sino que informa sobre las proporciones de las que tienen disponibilidad total (contenido celular) o parcial (pared celular).

Se estima que la diferencia entre los residuos de detergente neutro y ácido es hemicelulosa, aunque solubilidades diferenciales de algunos componentes en ambos detergentes enmascaran la determinación. En este sentido, mientras que las pectinas, los taninos y el sílice son disueltos por el detergente neutro y recuperados en fibra detergente ácido (FDA), lo inverso ocurre con las proteínas de la pared celular. Mediante apropiadas secuencias de análisis, pueden estimarse los contenidos de pared celular y de varios componentes, evitando además las interferencias citadas precedentemente (Van Soest y Robertson, 1980; Marten, 1981).

El contenido de pared celular (estimado como fibra detergente neutro), está inversamente correlacionado con el consumo voluntario, mientras que la concentración de lignina está asociada negativamente a la digestibilidad. Frecuentemente se cita al contenido de FDA como predictor de la digestibilidad, pero Van Soest (1982) considera que es una asociación exclusivamente estadística, sin fundamento teórico.

En esta metodología, la digestibilidad aparente se estima según una ecuación aditiva, que contempla las disponibilidades diferenciales de las fracciones del forraje y la presencia de un componente metabólico en las heces. El coeficiente de digestibilidad asignado al contenido celular es

0,98, mientras que el correspondiente a la pared celular, se calcula considerando el grado de lignificación de FDA (Van Soest y Wine, 1968). Con respecto a las pérdidas fecales de origen metabólico, se estiman en 12,9 unidades porcentuales de digestibilidad (Goering y Van Soest, 1970).

La ecuación aditiva ha demostrado mejorar la predicción, al compararla con la estimación aportada por componentes simples, en evaluaciones de forrajes de distintas especies. Sin embargo, no se logra disminuir el error de la predicción cuando la evaluación se efectúa con materiales de una misma especie (Barnes y Marten, 1979).

Marten (1981) incluye las técnicas basadas en la acción de enzimas dentro del grupo de métodos químicos, si bien aclara que su clasificación es dificultosa. Para estimar la digestibilidad de los forrajes, se utilizan principalmente distintas preparaciones de celulosa (en general de acción no específica sobre celulosa ya que, además, actúan sobre hemicelulosa y proteína). Los trabajos iniciales indicaron escasa extracción, variabilidad de efectos sobre distintas especies de forrajes y dificultad para normalizar la técnica. Tratamientos previos con pepsina (Jones y Hayward, 1975) o con detergente neutro (Roughan y Holland, 1977) incrementaron la precisión de la predicción. El segundo de los pre-tratamientos es promisorio, ya que brinda información sobre la degradabilidad de la pared celular (Alderman, 1980).

b) Métodos biológicos

La revisión de la información disponible indica que la aplicación del método de fermentación *in vitro* (Tilley y Terry, 1963) permite predecir la digestibilidad de los forrajes con una precisión mayor a la obtenida con otras técnicas (Barnes y Marten, 1979; Minson, 1981). La ventaja comparativa de la técnica *in vitro* sobre los métodos químicos deriva de la respuesta de los microorganismos a factores no determinados, que afectan la tasa y extensión de la digestión (Van Soest, 1969, 1982).

Un análisis de las fuentes de variación, asociado a la técnica de digestibilidad *in vitro*, señala la importancia de la relacionada a la actividad del licor ruminal (Marten y Barnes, 1980). La variabilidad entre extracciones subsiste, aunque tanto la dieta y el método de alimentación del donante como la técnica de extracción del licor ruminal, sean sistematizados (Van Es y Van der Meer, 1980).

Mediante la información aportada por el análisis *in vitro*, de muestras con digestibilidad *in vivo* conocida (muestras estandar), es factible corregir los valores obtenidos por la primera de las técnicas. Un método de ajuste, que considera los errores sistemáticos, consiste en generar una ecuación de regresión *in vitro* - *in vivo*, a partir del análisis de muestras estandar que cubran un amplio rango de calidad, efectuados en distintas oportunidades y por varios operadores. En forma alterna, para corregir además los errores propios de una secuencia de determinaciones en particular, se incluyen en cada corrida muestras estandar que abarquen el rango de digestibilidad esperable de los materiales por analizar y la ecuación de regresión pertinente se calcula para cada secuencia. Esta última opción, si bien eficiente en cuanto al ajuste, compromete la capacidad numérica de análisis del sistema (Van Es y Van der Meer, 1980).

Trabajos en Australia (Minson, 1981), han detectado diferencias entre las especies forrajeras

en la relación entre digestibilidad **in vitro** e **in vivo**; estos resultados sugieren la conveniencia de incluir muestras estandar de características similares a la de los materiales por analizar. Este criterio hace énfasis en la exactitud de las estimaciones, no siendo compartido por Barnes (1981), quien da prioridad al valor relativo de las diferencias entre forrajes, sobre la predicción de la digestibilidad **in vivo**, en términos absolutos. Puede, entonces, establecerse que el manejo ulterior de la información aportada por la técnica **in vitro**, determinará la ponderación de los criterios expuestos.

Las evaluaciones **in situ** se efectúan mediante la suspensión, en ambiente ruminal, de muestras de forraje contenidas en bolsas de tela sintética. Los detalles operativos de la técnica y los métodos de cálculo respectivos han sido descritos por Kempton, en 1980 y Orskov, De Hovell y Mould, en 1980 y fueron, además, estudiados numerosos factores que inciden sobre las determinaciones tales como: tamaño de poro, dimensiones del recipiente, relación entre el peso de la muestra y la superficie expuesta, grado de fineza del material, entre otros (Mehrez y Orskov, 1977; Lindberg, 1981). Si bien la técnica **in situ** presenta mayor variabilidad que el método de fermentación **in vitro** y demanda mayor tamaño de muestras, ha demostrado particular utilidad en la evaluación de la degradabilidad de nutrimentos y en el estudio del efecto del ambiente ruminal sobre la dinámica de digestión de los forrajes.

Aspectos relacionados a los alcances y limitaciones de los métodos de laboratorio

Los alcances y limitaciones de la información aportada por los métodos de laboratorio son función de atributos propios del ámbito de aplicación de las técnicas, de la probabilidad que operen factores no contemplados y del carácter de la investigación conducida. Algunas situaciones específicas son descritas en los puntos siguientes:

a) Marco de la aplicación de la información aportada por los métodos de laboratorio

Los ámbitos a los cuales están dirigidos los resultados presentan un rango apreciable. Su definición determina la metodología por aplicar, por la naturaleza de la información y la precisión requerida.

En trabajos de relevamiento se requiere, en general, información sobre el contenido de nutrimentos determinado por métodos químicos y una aproximación a la respuesta biológica mediante estimación de la digestibilidad. En cambio, otras investigaciones requieren de métodos que informen sobre variables propias de los procesos involucrados en la determinación de la respuesta animal (tasa y extensión de digestión, sitios de absorción de nutrimentos, etc.).

b) Evaluación del valor alimenticio del forraje en situaciones de pastoreo

Según la naturaleza del sistema de producción, el conocimiento del valor nutritivo del forraje (mediante estimaciones químicas o biológicas) puede ser de importancia secundaria, en relación al consumo voluntario obtenido bajo las condiciones impuestas, ya que éste puede ser el factor dominante en determinar la respuesta animal (Moe, 1980). Referido a ésto, Paladines (1980) opina que aún los métodos de análisis más precisos serán de poco valor si no se tienen en cuenta

los efectos que la disponibilidad de forraje, densidad de hojas y selectividad animal, entre otros, ejercen sobre la cantidad y calidad de la dieta ingerida.

El valor de digestibilidad asignado al forraje seleccionado, para estimar el consumo en pastoreo, debe reunir requisitos de precisión y exactitud superiores a los necesarios para un dato terminal. Lo anterior es de mayor importancia en dietas de alta calidad, pues como el cálculo de consumo incluye a la indigestibilidad ($1 - \text{Coeficiente de digestibilidad}$), la imprecisión o el sesgo se amplifican en mayor grado (Hodgson y Rodríguez, 1970).

En términos de metodología, la estimación de la digestibilidad de las extrusas por medio de la técnica de Tilley y Terry (1963), impide medir el efecto del nivel de consumo sobre esa variable. Además, frecuentemente los datos se refieren a muestras estandar de digestibilidad *in vivo* conocida, estimada a nivel de mantenimiento, pudiendo inducir entonces a una sobreestimación del valor. Tampoco la metodología informa sobre la variabilidad de la digestibilidad en los animales experimentales, ya que se asigna como único valor, el promedio de las determinaciones efectuadas en las extrusas (Le Du y Penning, 1982).

Parte de las limitaciones expuestas en cuanto al efecto del consumo y la variabilidad animal, puede superarse mediante la utilización de un indicador interno. La técnica permite detectar la variabilidad en la concentración del indicador en las heces, pero en general se mantiene un único valor para las extrusas.

c) Incorporación de métodos de evaluación de la calidad del forraje en planes de mejoramiento

En la presentación de un esquema de evaluación de forrajeras separado en cinco fases, Moore (1981) incorpora información sobre la composición química y la digestibilidad *in vitro* a partir de la primera de las etapas dando prioridad por lo tanto, a la utilización de las técnicas respectivas. El método de digestibilidad *in vitro* ha mostrado ser una herramienta idónea en selección: el cultivar Tifton 44 de pasto Bermuda fue seleccionado en función de esa variable, lográndose incrementos de 5 - 6 unidades porcentuales con respecto al testigo (cultivar Coastal). La respuesta animal, medida en términos de la ganancia de peso en novillos, fue superior en un 19 por ciento (Burton y Monson, 1978).

En esta área de investigación, han sido incorporados además métodos físicos de evaluación. A modo de ejemplo puede citarse que, basado en la demostración que el valor alimenticio de un forraje está inversamente correlacionado con la cantidad de energía requerida para moler una muestra del mismo (Chenost, 1966; Laredo y Minson, 1973), la medida de esta variable ha sido incluida como técnica de rutina en los programas de evaluación (Coleman, 1983).

En síntesis, los métodos de laboratorio brindan un aporte significativo en la evaluación de nuevos recursos forrajeros, siendo de particular valor durante las etapas iniciales. En éstas, se conduce un número elevado de genotipos y en general la disponibilidad individual de material para evaluar es restringida; por lo tanto, se requieren métodos con elevada capacidad operativa y que demanden mínimo tamaño de muestra.

d) Factores de anticalidad

Cualquiera de las funciones que contribuyen a la expresión de la respuesta animal, puede ser afectada por la presencia en el forraje de factores de anticalidad (Barnes y Marten, 1979). Su naturaleza es variada, destacándose algunos constituyentes químicos (alcaloides, taninos, fenoles) y características físicas (externas e internas) del forraje (Burns, 1978). Pueden causar depresiones en ganancia de tejidos y en comportamiento reproductivo, además de síndromes de toxicidad.

A veces se les atribuye el rol que determina la falta de explicación a respuestas no esperadas (Reid y Klopfenstein, 1983). Los factores anticalidad pueden no ser detectados por las técnicas de evaluación convencionales y si bien los métodos biológicos en algunas instancias son más sensibles que los químicos, en otras son igualmente ineficientes para predecir la respuesta animal (Burns, 1978). Con referencia a esta última situación, ha podido comprobarse una relación lineal negativa entre el grado de infestación de praderas de Festuca con el hongo endófito *Acremonium coenophialum* y el nivel de ganancia de peso obtenida (Williams, Backman, Crawford, Schmidt y King, 1984).

Este efecto, no detectable mediante métodos de evaluación convencionales, puede en parte ser responsable de la frecuente falta de acuerdo entre la respuesta animal y las variables que describen la calidad en esta especie. Lo anterior hace énfasis en la necesidad de contar con información sobre el comportamiento *in vivo* en programas de evaluación, principalmente para este tipo de materiales.

Estimación de la digestibilidad de forrajes de baja calidad mediante fermentación "in vitro" y técnicas enzimáticas

Los forrajes de baja calidad son frecuentemente deficitarios en nutrimentos específicos, determinando que la respuesta animal sea afectada negativamente. Este déficit puede no ser detectado por las metodologías de referencia (Minson, 1981). En la técnica de digestibilidad *in vitro*, los nutrimentos deficitarios pueden ser aportados por la solución reguladora y por el licor ruminal, de modo que la acción de los microorganismos no es afectada. En lo referente a técnicas enzimáticas, las mismas son por naturaleza insensibles a deficiencias de nutrimentos. Por lo tanto, la información aportada por los métodos citados debe completarse con la referida a los contenidos de proteína y de minerales.

Aplicación de variables determinadas "in vitro" a modelos de digestión

Mediante fermentaciones seriadas *in vitro*, es posible estimar la tasa de digestión y la digestión potencial de la pared celular del sustrato y éstos valores ser incorporados a modelos dinámicos de digestión. Mertens y Ely (1982) se refieren a este tema, opinando que es necesaria mayor información para valorar la conveniencia de la utilización de las técnicas *in vitro* para estimar las variables mencionadas. Sugieren que algunas discrepancias entre valores de digestibilidad *in vivo* y los correspondientes estimados por el modelo, pueden deberse a una sobreestimación de la tasa de digestión, ya que las posibles deficiencias de nutrimentos propias de la situación *in vivo* pueden ser

enmascaradas *in vitro*.

Dietas compuestas. Efectos asociativos

La interacción entre los componentes de una dieta, principalmente cuando está integrada por forrajes y concentrados, puede expresarse en términos de digestibilidad y de consumo voluntario.

Con respecto a la primera variable, la información sobre no aditividad es controversial. Parte de las respuestas diferenciales pueden estar dadas por el tipo de concentrado suministrado, el procesamiento del mismo y el nivel de consumo (Garret y Johnson, 1983). Sin embargo, pueden operar además otros factores, derivados de la estructura físico-química de la pared celular. Recientemente se ha demostrado que la capacidad "buffer" de la matriz de fibra (medida en función de la capacidad de intercambio catiónico) difiere entre especies. Esta variable, en conjunto con la proporción de pared celular del forraje y el efecto de esta fracción sobre el tiempo de rumia y la producción de saliva, determinan el rol de la fibra sobre la regulación del ecosistema ruminal (Mc Burney, Van Soest y Chase, 1983).

Por lo tanto, los atributos citados establecen el grado de habilidad de un forraje para integrar dietas mixtas y su conocimiento puede brindar elementos para explicar comportamientos diferenciales, tales como los informados por Teeter, Owens y Gill (1981). Relacionado a esto, debe mencionarse que la información sobre capacidad "buffer" del forraje no ha sido incluída, a pesar de su relevancia, en modelos de dinámica de digestión (Waldo y Jorgensen, 1981).

Con respecto al consumo voluntario, la adición de concentrado ejerce en general un efecto de sustitución, que se incrementa en forrajes de alta calidad (Meijs, 1981). En este sentido, la diferencia de valor alimenticio entre forrajes determinada al ser suministrados como fuente única puede estrecharse si, al ser parte de una dieta compuesta, se registran coeficientes de sustitución diferenciales.

Consideraciones finales

El rango de situaciones para la aplicación de las técnicas de evaluación, determina que la información requerida presente perfiles específicos en cuanto a su naturaleza y precisión. En este sentido, los métodos disponibles ofrecen variabilidad tanto en la magnitud del error de la predicción como en el grado de descripción de los efectos causales. Por otra parte, los métodos pueden complementarse integrándose la información mediante modelos racionales de distinta complejidad. En situación de pastoreo la evaluación, referida a un determinado sistema de utilización, debe contemplar el análisis de la interfase planta-animal, mediante la medida de atributos de la pastura y el estudio de su relación con el consumo voluntario.

Literatura citada

1. ALDERMAN, G. Application of practical rationing systems, In Pidgen, W. J., Balch, C. C. y Graham, M. eds. Standardization of Analytical Methodology of Feeds. Ottawa, IDRC. pp. 29 - 35. 1980.
2. BARNES, R. F. y MARTEN, G. C. Recent developments in predicting forage quality. *Journal of Animal Science* 48 (6): 1554 - 1561. 1979.
3. BLAXTER, K. L. Introductory remarks: The definition of feeding value. *Proceedings Nutr. Soc.* 30: 169 - 171. 1977.
4. BURNS, J. C. Antiquality factors as related to forage quality. *Journal of Dairy Science.* 61: 1809 - 1820. 1979.
5. BURTON, G. W. y MONSON, W. G. Registration of tifton 44 Bermuda grass. *Crop. Sci.* 18: 991. (Original no consultado; citado en Marten, G. C. y Barnes, R. F. Prediction of energy digestibility of forage with *in vitro* rumen fermentation and fungal enzyme systems. In Pidgen, W. J., Balch, C. C. y Graham, M. eds. Standardization of Analytical Methodology of Feeds. Ottawa, IDRC. p. 68 . 1978.
6. CHENOST, M. Fibrousness of forages: Its determination and its relation to feeding value. *Proceedings X Grassland Congress.* : 406 - 411. 1966.
7. ——— y DEMARQUILLY, C. Measurement of herbage intake by housed animals. In Leaver, J. D. ed. *Herbage Intake Handbook.* Hurley, Br. Grassland Society pp. 95 - 112. 1982.
8. COLEMAN, S. W. Forage quality assessment: Important factors for plant breeders to consider. *Proceedings 39th, Sou. Pasture Forage Crop. Imp. Conference:* 71 - 84. 1983.
9. FERREIRA, A. M. y COLLINS, M. Forage evaluation: laboratory techniques. University of Wisconsin-Madison. *Research Bulletin.* R 3159. 17 p. 1982.
10. GARRET, W. N. y JONHSON, D. E. Nutritional energetics of ruminants. *Journal of Animal Science* 57 (Supl. 2): 478 - 497. 1983.
11. GOERING, H. K. y VAN SOEST, P. J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook.* Nº 379. Washington, D. C., ARS, USDA. 1970.
12. HEANEY, D. P. Sheep as pilot animals. In Pidgen, W. J., Balch, C. C. y Graham, M. eds. *Standarization of Analytical Methodology of Feeds.* Ottawa, IDRC. pp. 44 - 48. 1980.
13. HODGSON, J. y RODRIGUEZ, J. M. The measurement of herbage intake in grazing studies.

A. Rep. Grassland Research Institute: 132 - 140. 1970.

14. JONES, D. I. H. y HAYWARD, M. V. The effect of pepsin-pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulose solution. *Journal Science Food Agriculture* 26: 711 - 718. 1975.
15. KEMPTON, T. J. The use of nylon bags to characterise the potencial degradability of feeds for ruminants. *Tropical Animal Production*. 5: 107 - 116. 1980.
16. LAREDO, M. A. y MINSON, D. J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24: 875 - 888. 1973.
17. LE DU, Y. L. P. y PENNING, P. D. Animal based techniques for estimating herbage intake. In Leaver, J. D. *Herbage Intake Handbook*. Hurley, Br. Grassland Society. pp. 37 - 76. 1982.
18. LINDBERG, J. E. The effect of sample size and sample structure on the degradation of dry matter, nitrogen and cell walls in nylon bags. *Swedish Journal of Agricultural Science* 11: 71 - 76. 1981.
19. MARTEN, G. C. Chemical, *in vitro* and nylon gab procedures for evaluating forage in the USA. In Wheeler, J. L. y Mochrie, R. D. eds. *Forage evaluation: concepts and techniques*. Netley, S. Australia, American Forage and Grassland Council, CSIRO. pp. 225 - 236. 1981.
20. ——— y BARNES, R. F. Prediction of energy digestibility of forages with *in vitro* rumen fermentation and fungal enzyme systems. In Pidgen, W. J., Blach, C. C. y Graham, M. eds. *Standardization of Analytical Methodology of Feeds*. Ottawa, IDRC. pp. 61 - 71. 1980.
21. MC BURNEY, M. I., VAN SOEST, P. H. y CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibres. *Journal Science Food Agriculture*. 34: 910 - 916. 1983.
22. MEHREZ, A. Z. y ORSKOV, E. R. A study of the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Sciences* 88: 645 - 650. 1977.
23. MEIJS, J. A. C. Herbage intake by grazing dairy cows. *Agricultural Research Reports* NO 909. Wageningen, Pudoc. 264 p. 1981.
24. MERTENS, D. R. y ELY, L. O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization - A dinamic model evaluation. *Journal of Animal Science* 54 (4): 895 - 905. 1982.
25. MINSON, D. J. An Australian view of laboratory techniques for forage evaluation. In

- Wheeler, J. L. y Mochrie, R. D. eds. Forage evaluation: concepts and techniques. Netley, S. Australia, American Forage and Grassland Council, CSIRO, pp. 57 - 74. 1981.
26. MOE, P. W. Problems of standardization of units to describe the energy value of feedstuffs. In Pidgen, W. J., Blach, C. C. y Graham, M. eds. Standardization of Analytical Methodology of Feeds. Ottawa, IDRC. pp. 25 - 28. 1980.
 27. MOORE, J. E. Principles of forage quality evaluation. In King visiting Scholar Lectures. Arkansas Agricultural Experiment Station Special Report. 93, Fayetteville, University of Arkansas. pp. 66 - 87. 1981.
 28. MOTT, G. O. Measuring forage quantity and quality in grazing trials. Proceedings 37 th. Sou. Pasture Forage Crop Imp. Conference: 3 - 9. 1980.
 29. ORSKOV, E. R., DE HOVELL, F. D. B. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5: 195 - 213. 1980.
 30. PALADINES, O. Feed evaluation systems for the tropics of Latin America. In Pidgen, W. J., Balch, C. C. y Graham, M. eds. Standardization of Analytical Methodology of Feeds. Ottawa, IDRC. pp. 36 - 37. 1980.
 31. PLAYNE, M. J. Estimation of the digestibility of low quality hays by cattle from measurements made with sheep. Animal Feed and Technics. 5: 51 - 55. 1978.
 32. REID, R. L. y KLOPFENSTEIN, T. J. Forages and crop residues: quality evaluation and systems of utilization. Journal Animal Science 57 (Suppl. 2): 534 - 562. 1983.
 33. ROUGHAN, P. G. y HOLLAND, R. Predicting *in vivo* digestibilities of herbage by exhaustive enzyme hydrolysis of cell walls. Journal Science Food Agric. 28: 1057 - 1064. 1977.
 34. TEETER, R. G., OWENS, F. N. y GILL, D. R. Roughage - concentrate: associative effects. Oklahoma Agricultural Experiment Station Research Report. MP - 108: 161 - 164. 1981.
 35. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two - stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grassland Society 18 (2): 104 - 111. 1963.
 36. ULYATT, M. J. The feeding value of herbage. In Butter, G. W. y Bailey, R. W. eds. Chemistry and Biochemistry of Herbage. London, Academic Press. v. 3, pp. 131 - 178. 1973.
 37. VAN ES, A. J. H. y VAN DER MEER, J. M. eds. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. Lelystad, Institute Livestock Feeding Nutriment Research 105 p. 1980.

38. VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal Association Official Agricultural Chemists* 46: 829 - 835. 1963.
39. ———. The chemical basis for the nutritive evaluation of forages. In *Proceedings National Conference Forage Quality Evaluation and Utilization*. Lincoln, Nebraska Center Continuing Education. pp. U1 - U19. 1969.
40. ———. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Corvallis, O & B Books. 373 p. 1982.
41. ——— y ROBERTSON, J. B. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In Pidgen, W. J., Balch, C. C. y Graham, M. eds. *Standardization of Analytical Methodology of Feeds*. Ottawa, IDRC. pp. 49 - 60. 1980.
42. ——— y WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid - detergent fiber with permanganate. *Journal Association Official Agricultural Chemists* 51: 780 - 785. 1968.
43. WALDO, D. R. y JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. *Journal Dairy Science* 64 (6): 1207 - 1229. 1981.
44. WILLIAMS, M. J., BACKMAN, P. A., CRAWFORD, M. A., SCHMIDT, S. P. y KING, C. C. Chemical control of the tall fescue endophyte and its relationship to cattle performance. *New Zealand Journal Experimental Agriculture* 12: 165 - 171. 1984.

EFFECTO DE LA DEFOLIACION Y EL CORTE SOBRE LA PRODUCCION DE LAMINA VERDE EN SORGOS FORRAJEROS

por O. A. Bruno y H. F. Fenoglio *

Introducción

Los sorgos forrajeros constituyen un recurso importante durante el período estival en muchas regiones de nuestro país. En el área central de Santa Fe y centro-este de Córdoba, son utilizados en los sistemas lecheros para pastoreo directo y en menor escala para ensilado.

Existen numerosos trabajos que demuestran el efecto de la frecuencia y la altura de corte sobre la producción de forraje de los sorgos y su calidad. En nuestro país, la mayoría de los trabajos de evaluación de cultivares son realizados teniendo en cuenta la producción total de forraje, sin contemplar las distintas fracciones de la planta (lámina, vaina, tallo y panoja). La observación de vacunos en pastoreo de sorgo indica que los animales comen preferentemente láminas verdes de las hojas, antes de comer otras partes de la planta.

La finalidad del presente trabajo, que se conduce coordinadamente con otras Estaciones Experimentales del INTA y de una empresa privada, es conocer en distintos genotipos de sorgos de diferente ciclo el efecto de la defoliación y el corte sobre la producción y calidad de lámina verde.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela (INTA), durante la campaña 1984/85 en un Argiudol típico —Serie Rafaela— (Mosconi, Hein y Panigatti, 1982).

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y un arreglo factorial de los tratamientos (2 x 2 x 3). El primer factor correspondió a los cultivares (G - 191 y G - 192), el segundo a las alturas de corte (0,75 y 1,50 m, tomada a lígula de hoja expandida) y el tercero a los tratamientos de cortes (defoliación total de lámina de hojas y corte de la planta a 0,50 m de altura, defoliación total de lámina de hojas y corte de la planta a 0,10 m de altura y defoliación total de lámina de hojas sin corte de la planta). En todos los tratamientos se separaron las fracciones de láminas más macollos jóvenes del pseudotallo o tallo más vainas.

La superficie de las unidades experimentales fue de 3 m² (tres líneas distanciadas 0,40 m de 2,5 m de largo). La densidad de siembra utilizada fue de 10 plantas por metro lineal y la superficie de evaluación de 0,40 m² (un m de surco).

* *Ingeniero Agrónomo e Ingeniero Químico, respectivamente. Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela. INTA, Santa Fe, Argentina.*

Las defoliaciones se realizaron a medida que las plantas alcanzaron las alturas modales establecidas, desfasadas entre cultivares, entre alturas de corte y tratamientos de cortes. En el caso de los tratamientos de defoliación total de lámina de hojas sin corte de la planta, luego de la primera defoliación se hicieron coincidir los tratamientos con cortes de las plantas de 0,50 m.

Se realizaron las siguientes determinaciones: altura de ápice de tallo y de última lígula visible para determinar el índice de madurez (IM); peso verde y seco de láminas de hojas más macollos jóvenes en cada defoliación y de pseudotallo y de tallo más vainas en cada corte de planta. El secado de las muestras se realizó en estufa a 60° C de temperatura con aire forzado. De una muestra conjunta de las cuatro repeticiones de los distintos tratamientos se analizó el contenido de proteína bruta (PB), como N x 6,25 —micro Kjeldahl— y digestibilidad de la materia seca *in vitro* (DIVMS) —Tilley y Terry— para los distintos componentes en cada uno de los cortes realizados.

Se efectuaron análisis de variancia para la producción de MS (kg/ha) de la sumatoria de los cortes realizados para el total (lámina más pseudo tallo) y para la fracción lámina. La comparación de medias se realizó mediante el test de Tuckey (nivel de significación 5 %).

Resultados

Los datos de precipitación y temperaturas registradas durante el período experimental y el promedio histórico se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación y temperatura media mensual del período noviembre de 1984 a abril de 1985 y promedio histórico en Rafaela (Santa Fe)

Items	nov.	dic.	ene.	feb.	mzo.	abr.
Precipitación (mm)						
1984/85	107,6	88,8	29,5	198,9	58,2	89,3
Promedio 1931/83	100,6	110,6	123,5	114,8	153,1	88,2
Temperatura media mensual (°C)						
1984/85	20,4	20,7	23,7	23,8	21,5	17,4
Promedio 1944/84	20,4	23,2	24,8	23,3	21,6	18,2

Las lluvias totales registradas en los seis meses que duró el ensayo fueron de 572,3 mm, mientras que la media histórica es de 690,8 mm. Los desvíos máximos se manifestaron en marzo (– 94,9 mm), enero (– 94,0 mm), febrero (+84,1 mm) y diciembre (– 21,8 mm) con un período de extrema sequía que se prolongó desde mediados de diciembre hasta principios de febrero y otro déficit en la primera quincena de marzo.

El análisis de los datos de temperaturas medias mensuales prácticamente no mostraron variaciones con respecto a los datos históricos, con la única excepción de diciembre: 20,7° C de promedio en comparación con 23,2° C para el promedio de 40 años.

La siembra se realizó el 21 de noviembre de 1984, con buena humedad de suelo y una disponibilidad de NO_3^- en los primeros 15 cm de suelo de 36,3 ppm, produciéndose la emergencia el 30 de noviembre.

En el Cuadro 2 se indica el número de cortes realizados para cada uno de los tratamientos, el IM (promedio para todos los cortes) y la producción de MS (kg/ha) de lámina, pseudo tallo y total.

En el cultivar G-191 para las dos alturas (0,75 y 1,50 m), el número de evaluaciones fue menor cuando el tratamiento incluyó el corte de las plantas a 0,10 m en comparación con 0,50 m; mientras que en el G-192 esta tendencia sólo se manifestó a 0,75 m de altura, ya que a 1,50 m se practicaron dos cortes en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Número de cortes, índice de madurez y producción de materia seca de sorgos forrajeros sometidos a distintos manejos.

Cultivar	Tratamientos		No. de cortes	IM	kg/ha MS		
	Altura de corte	Tratamiento de corte			Lámina	Pseudotallo	Total
G-191	0,75	0,50	5	89,0	4.169,0	4.524,9	8.693,9
	0,75	0,10	4	85,6	3.797,8	4.620,0	8.417,8
	0,75	sc	5	98,3	4.046,2	-----	4.046,2
	1,50	0,50	3	103,2	5.066,3	6.022,3	11.088,6
	1,50	0,10	2	98,7	4.038,5	7.154,9	11.193,4
	1,50	sc	3	106,6	3.290,6	-----	3.290,6
	G-192	0,75	0,50	3	46,1	4.163,0	5.390,2
0,75		0,10	2	43,5	3.097,9	5.726,3	8.824,2
0,75		sc	3	55,9	5.358,1	-----	5.358,1
1,50		0,50	2	45,9	5.963,2	3.856,0	9.819,2
1,50		0,10	2	41,3	7.334,2	9.276,3	16.610,5
1,50		sc	2	70,9	6.858,7	-----	6.858,7

El IM mostró gran variación entre los genotipos analizados, manifestándose el G-192 como de ciclo mucho más largo que el G-191. La evolución del IM entre los distintos cortes mostró una tendencia a aumentar, para estabilizarse en los últimos. La mayor variación se observó en el G-191

en los tratamientos con altura de corte de 0,75 m.

Producción de materia seca de lámina

El análisis de variancia de la producción total de lámina (sumatoria de todos los cortes realizados) indicó diferencias significativas para la interacción "cultivar x altura de corte x tratamiento de corte". Los resultados del test de Tuckey para ambos cultivares y alturas de corte se muestran en los Cuadros 3 y 4.

En el cultivar G-191 la producción de lámina fue similar entre los distintos tratamientos de corte cuando el mismo se efectuó a 0,75 m de altura, mientras que cuando se realizó a 1,50 m los más altos rendimientos se alcanzaron cuando las plantas se cortaron a 0,50 y a 0,10 m y menores cuando no se cortaron.

Cuadro 3. Rendimiento de lámina (kg/ha MS) para el cultivar G-191 con distintos manejos

Altura de corte	Tratamiento de corte					
	0,50		0,10		sc	
0,75	4.169,0	a	3.797,8	a	4.046,2	a
1,50	5.066,3	a	4.038,5	ab	3.290,6	b

CV = 15,80 % Tuckey 5 % = 1.310,8 kg/ha MS

Medias de tratamientos seguidos de la misma letra no difieren entre sí (Tuckey, $P < 0,05$)

En el G-192 la producción de lámina fue distinta en las dos alturas de corte evaluadas. Cuando la misma se realizó a 0,75 m las máximas producciones se obtuvieron con cortes de plantas a 0,50 m y sc, mientras que a 1,50 m se obtuvieron los valores más altos a 0,10 m y sc.

Cuadro 4. Rendimientos de lámina (kg/ha MS) para el cultivar G-192 con distintos manejos

Altura de corte	Tratamiento de corte					
	0,50		0,10		sc	
0,75	4.163,0	ab	3.097,9	b	5.358,1	a
1,50	5.963,2	b	7.334,2	a	6.858,7	ab

CV = 15,80 Tuckey 5 % = 1.310,8 kg/ha MS

Medias de tratamientos seguidos de la misma letra no difieren entre sí (Tuckey, $P < 0,05$)

Producción de materia seca total (Lámina más pseudo tallo)

El análisis de la variancia indicó diferencia significativa para la interacción "cultivar x altura de corte x tratamiento de corte". Los resultados del test de Tuckey para ambos cultivares y alturas de cortes se indican en los Cuadros 5 y 6.

En el cultivar G-191 los distintos tratamientos de corte tuvieron el mismo comportamiento con las dos alturas de corte, correspondiendo las mayores producciones cuando las plantas se cortaron a 0,50 y a 0,10 m y estadísticamente ($P < 0.05$) menor cuando no se cortaron.

Cuadro 5. Rendimiento total (lámina más pseudo tallo) kg/ha MS para el cultivar G-191 con distintos manejos.

Altura de corte	Tratamiento de corte					
	0,50		0,10		sc	
0,75	8.693,9	a	8.417,8	a	4.046,2	b
1,50	11.088,6	a	11.193,4	a	3.290,6	b

CV = 14,55 %

Tuckey 5 % = 2.190,5 kg/ha MS

En el cultivar G-192 se observó el mismo comportamiento que en el G-191 cuando la altura de corte fue de 0,75 m, mientras que cuando se efectuó a 1,50 m todos los tratamientos difirieron entre sí, correspondiendo la mayor producción cuando las plantas se cortaron a 0,10 m, luego cuando el mismo se realizó a 0,50 m; y en último término cuando no se cortaron.

Cuadro 6. Rendimiento total (lámina más pseudo tallo) kg/ha MS para el cultivar G-192 con distintos manejos

Altura de corte	Tratamiento de cortes					
	0,50		0,10		sc	
0,75	9.553,2	a	8.824,2	a	5.358,1	b
1,50	9.819,2	b	16.610,5	a	6.858,7	c

CV = 14,55 %

Tuckey 5 % = 2.190,5 kg/ha MS

Medias de tratamientos seguidos de la misma letra no difieren entre sí (Tuckey, $P < 0,05$)

Proteína bruta

En las Figuras 1 y 2 (en página siguiente) se indican los contenidos de PB de los distintos cortes realizados y manejos para los cultivares G-191 y G-192.

En los dos cultivares y para todos los cortes los valores más altos se registraron en la fracción lámina y los menores en el pseudo tallo.

A modo de resumen, en los Cuadros 7 y 8 se indican los valores promedio de todos los cortes realizados para todos los tratamientos (cultivares, alturas de corte y tratamientos de corte).

Cuadro 7. Valores promedio de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca *in vitro* de sorgos forrajeros

Cultivar	Tratamiento	PB		DIVMS	
		Lámina	Pseudo tallo	Lámina	Pseudo tallo
		o/o			
G-191	0,75 x 0,50	18,05	11,88	61,39	65,48
	0,75 x 0,10	15,80	9,27	61,76	66,76
	0,75 x sc	17,43	---	63,07	---
	1,50 x 0,50	15,85	7,55	60,50	60,96
	1,50 x 0,10	15,54	6,97	59,55	62,77
	1,50 x sc	15,37	---	60,55	---
G-192	0,75 x 0,50	15,05	10,23	59,79	66,38
	0,75 x 0,10	13,66	9,55	58,67	64,96
	0,75 x sc	12,22	---	59,43	---
	1,50 x 0,50	10,82	4,15	55,06	64,56
	1,50 x 0,10	12,86	7,47	53,66	62,80
	1,50 x sc	11,81	---	52,06	---

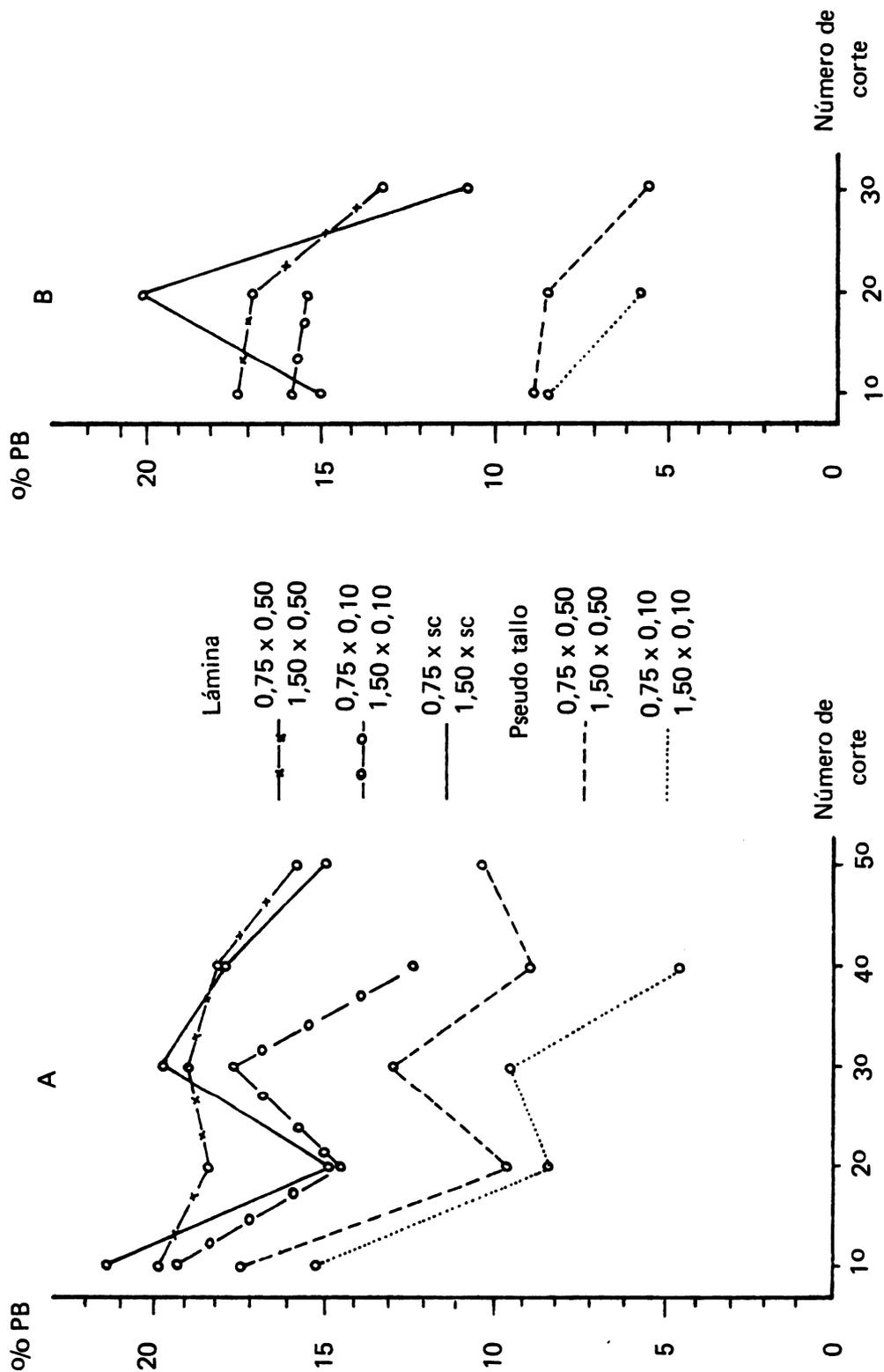


Figura 1. Contenido de PB de lámina y pseudotallo del cultivar G-191 para los cortes realizados a 0,75 m (A) y 1,50 m (B) con distintos tratamientos de corte

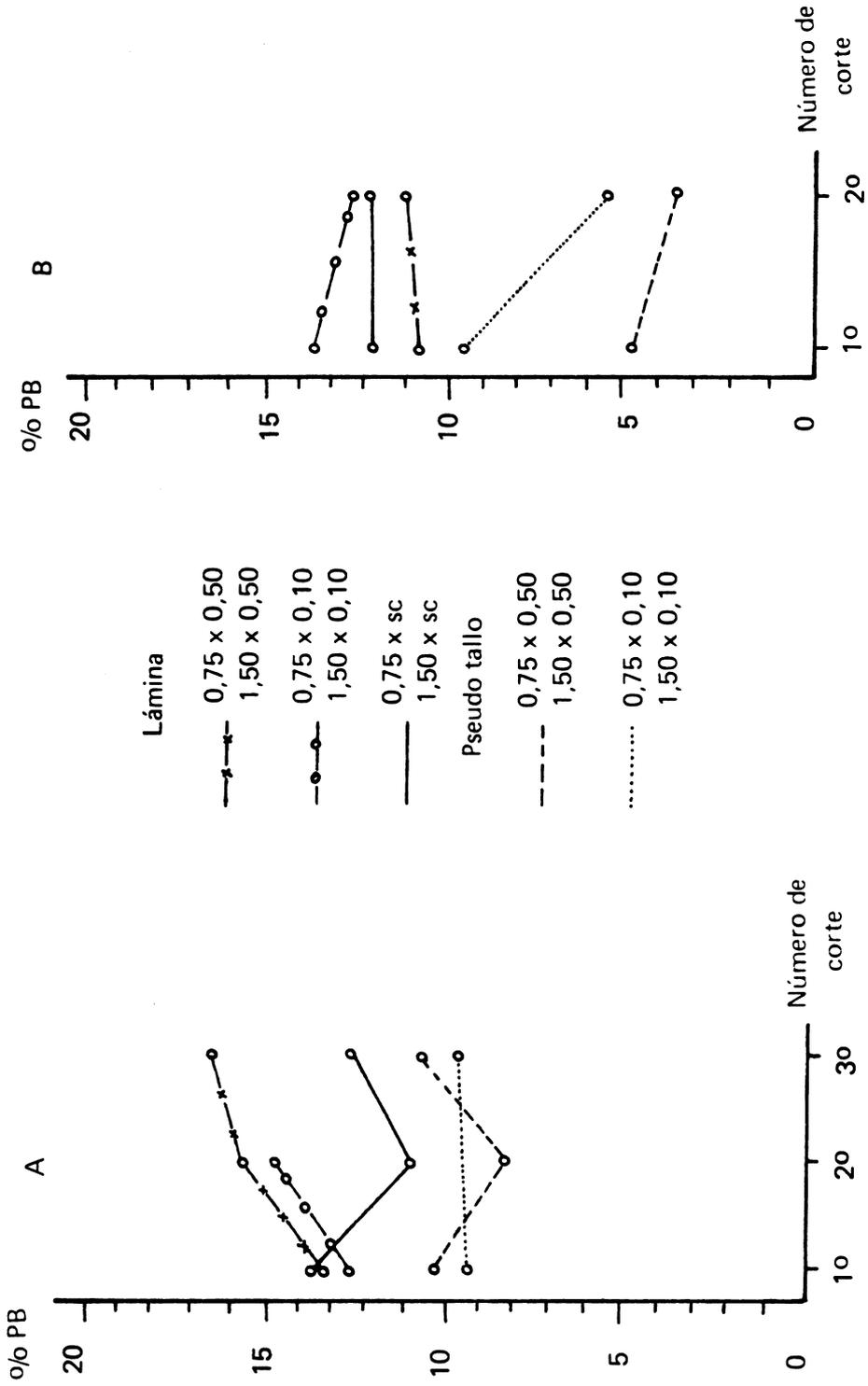


Figura 2. Contenido de PB de lámina y pseudo tallo del cultivar G-192 para los cortes realizados a 0,75 m (A) y 1,50 m (B) con distintos tratamientos de corte

Cuadro 8. Resumen de promedios de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca *in vitro* de sorgos forrajeros

Cultivar	Altura de corte	PB		DIVMS	
		Lámina	Pseudo tallo	Lámina	Pseudo tallo
%					
G-191	0,75	17,09	10,57	62,07	66,12
	1,50	15,59	7,26	60,20	61,86
G-192	0,75	13,64	9,89	59,30	65,67
	1,50	11,83	5,81	53,59	63,68

La comparación entre cultivares muestra los máximos valores para el G-191 en comparación con el G-192 en la mayoría de las situaciones de manejo.

Digestibilidad de la materia seca *in vitro*

En las Figuras 3 y 4 se registran los porcentajes de DIVMS de los distintos cortes realizados para los cultivares evaluados.

En el G-192 se manifiestan los mayores valores en la fracción pseudo tallo en comparación con la lámina, mientras que en el G-191 esta tendencia sólo se dio en algunos de los cortes realizados a 0,75 m. En este último cultivar la variación entre las distintas fracciones de la planta analizadas es menor que en el G-192.

En los Cuadros 7 y 8 se muestran los valores promedio de todos los cortes realizados para los distintos tratamientos (cultivares, alturas de corte y tratamientos de corte). En la mayoría de las comparaciones entre cultivares, para similares tratamientos, se observan valores más altos en el G-191 en comparación con el G-192, fundamentalmente a la altura de corte de 0,75 m. Para 1,50 m el G-191 tiene mayores valores de digestibilidad en la fracción lámina, mientras que en el pseudo tallo son prácticamente iguales.

Conclusiones

De los resultados de este primer año de evaluación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los distintos tratamientos influyeron en el número de cortes realizados.
- El IM mostró variación entre cultivares.

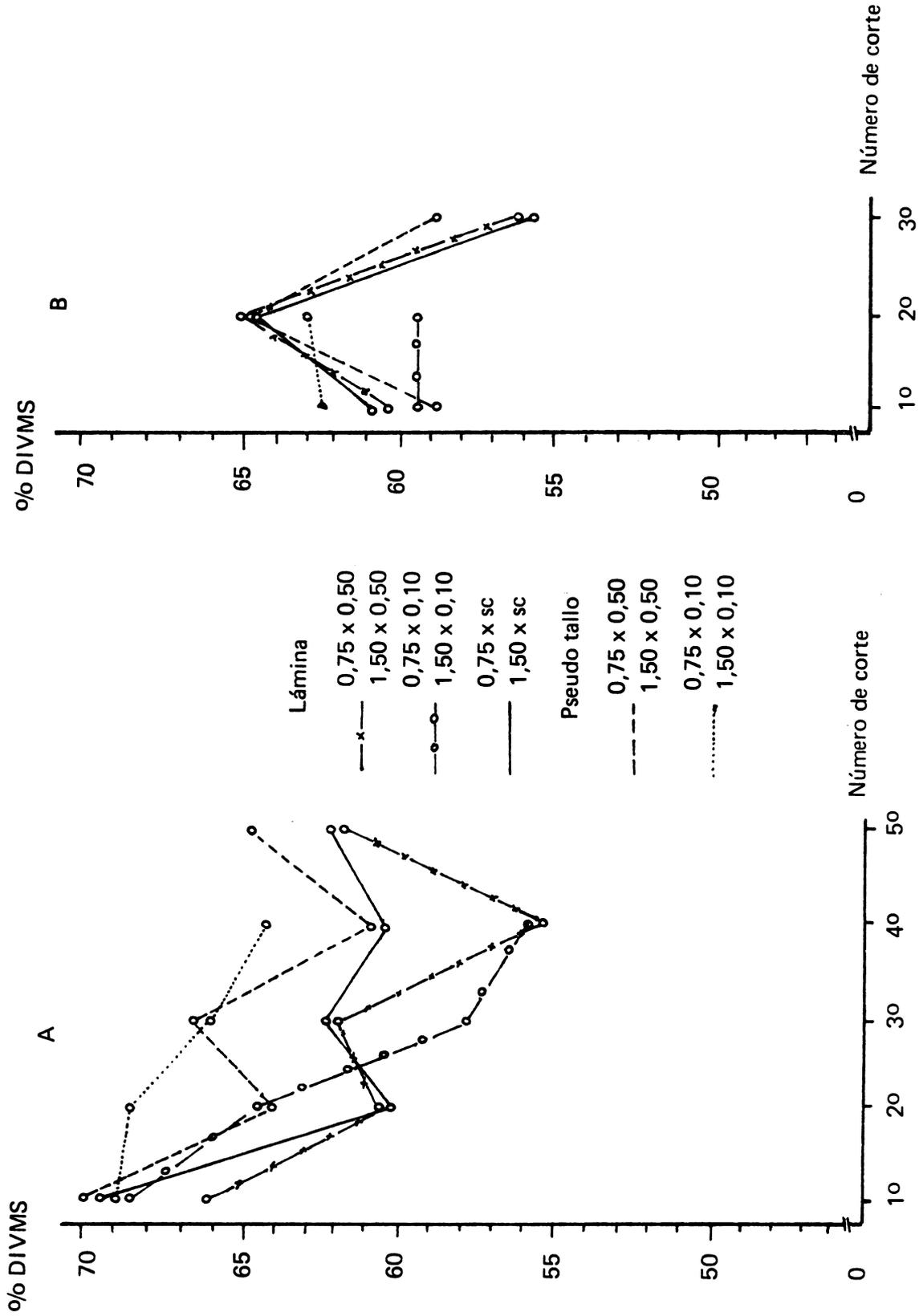


Figura 3. Contenido de DIVMS de lámina y pseudo tallo del cultivar G-191 para los cortes realizados a 0,75 m (A) y 1,50 m (B) con distintos tratamientos de corte

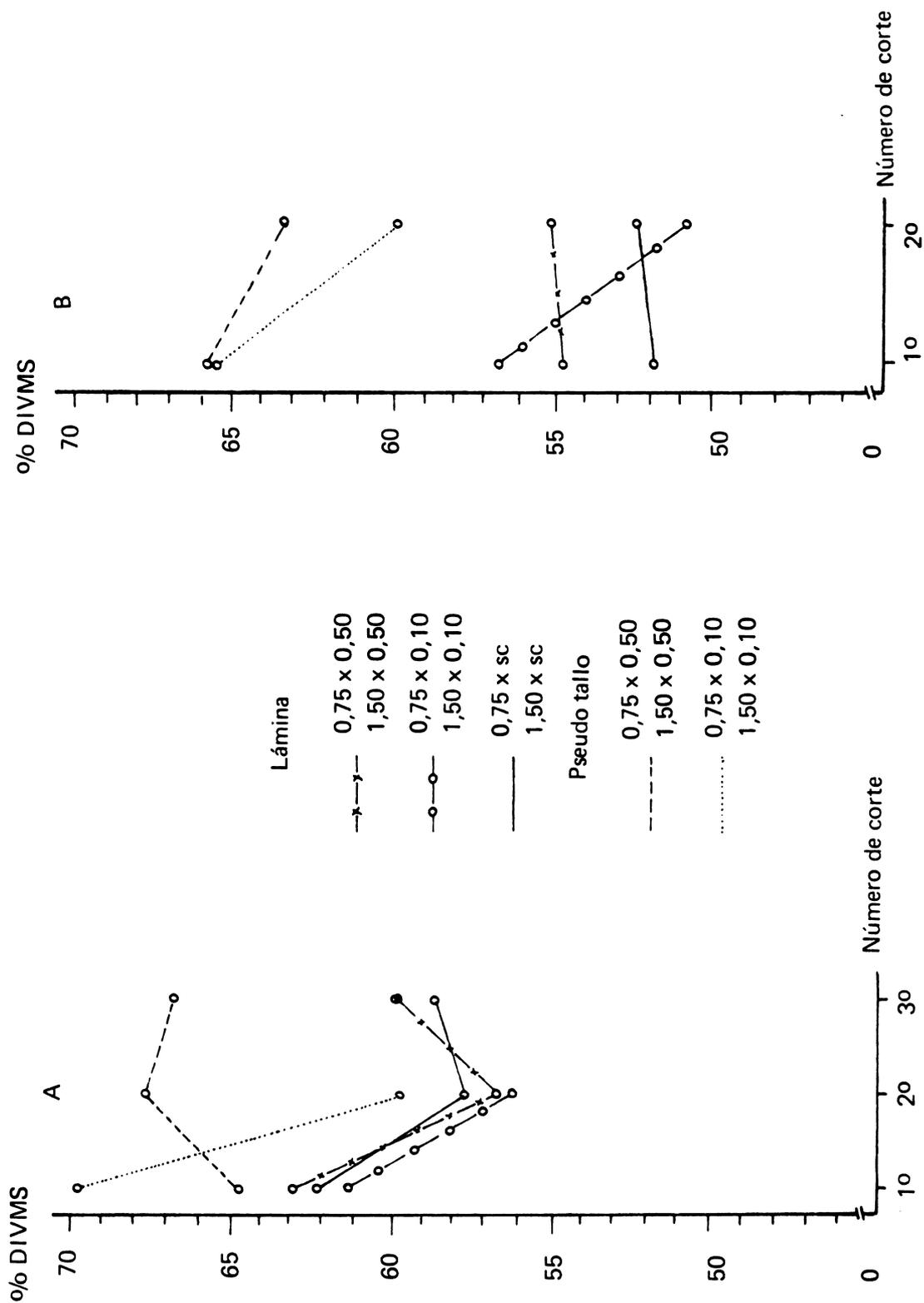


Figura 4. Contenido de DIVMS de lámina y pseudo tallo del cultivar G-192 para los cortes realizados a 0,75 m (A) y 1,50 m (B) con distintos tratamientos de corte

- La producción de lámina y total (lámina más pseudo tallo) indicó diferencias significativas para la interacción "cultivar x altura de corte x tratamiento de corte".
- Existió diferencia en los parámetros de calidad analizados (PB y DIVMS) entre cultivares, alturas de corte y tratamientos de corte para la fracción lámina y pseudo tallo.

SORGO FORRAJERO PARA RUMIANTES ALGUNOS ASPECTOS DE SU UTILIZACION

por Sonia Chifflet de Verde *

Introducción

Lo que se busca en esta presentación, es mostrar por qué en ciertas pasturas el explicar la respuesta animal por medio de los atributos de la misma y del consumo en condiciones de pastoreo, podría llevar a conclusiones incorrectas.

En el sureste de la Provincia de Buenos Aires, durante el verano, existe un período de déficit forrajero que va desde mediados de diciembre hasta marzo. Durante ese período se necesita de un forraje que pueda proporcionar no menos de 700 g de ganancia de peso por animal y por día, a fin de poder terminar los animales antes del segundo invierno de vida. En ganado lechero se busca lograr una producción alta de forraje con una calidad tal que permita usar la menor cantidad de concentrado posible.

El sorgo forrajero ha demostrado una buena adaptación al medio y tiene producciones de hasta 50.000 kg por ha. Sin embargo, la información existente en el país es muy variable en cuanto a la producción de carne y leche con este cultivo, además por ser un cultivo anual, es caro y realiza una importante extracción de nutrimentos del suelo, por lo que es fundamental conocer cómo utilizarlo de modo de lograr la mejor respuesta animal.

En éste trabajo se analizó la información proveniente de tres ensayos en los que se determinó ganancia de peso (Chifflet de Verde *et al*, 1983) y un ensayo en el que se estimó el consumo en condiciones de pastoreo (Chifflet de Verde *et al*, 1984).

Materiales y métodos

En todos los ensayos se trabajó con sorgo forrajero híbrido utilizado bajo un sistema de pastoreo rotativo. En los ensayos en que se determinó ganancia de peso, se trabajó con tres intensidades de utilización las que estuvieron dadas por la relación Hoja/Tallo en el remanente de la pastura al rotar los animales, siendo la más extrema aquella en la que el remanente no tenía hojas (A), otra mediana (M) y otra en la que quedaba un alto porcentaje de hojas (B). En todos los casos se utilizaron novillos de aproximadamente 300 kg de peso vivo.

En el ensayo en que se determinó el consumo se utilizaron seis novillos provistos de arneses con bolsas recolectoras de heces y dos novillos fistulados en el esófago, con el fin de estimar la di-

* *Ingeniero Agrónomo de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, INTA, Balcarce, Argentina*

gestibilidad de lo consumido. Se realizaron tres determinaciones, una en el primer crecimiento y dos en los rebrotes. En la pastura se determinó disponibilidad, relación H/T, índice de madurez, S y HCN y tanto en la pastura como en lo seleccionado por los animales se determinó digestibilidad *in vitro*, proteína y pared celular.

Resultados

Se lograron tres disponibilidades finales en la relación H/T (Figura 1), pero no se detectaron diferencias significativas en ganancia de peso entre los diferentes tratamientos para la utilización del sorgo en el primer crecimiento (Cuadro 1). La ganancia de peso fue mayor en el primer crecimiento que en el rebrote (Cuadro 2), información que es coincidente con la encontrada por Espigares (1983) en términos de producción de leche.

Los animales seleccionaron por hoja y la digestibilidad *in vitro* y proteína fueron mayores en los rebrotes que en el primer crecimiento, a pesar de que las ganancias de peso fueron menores (Cuadro 3).

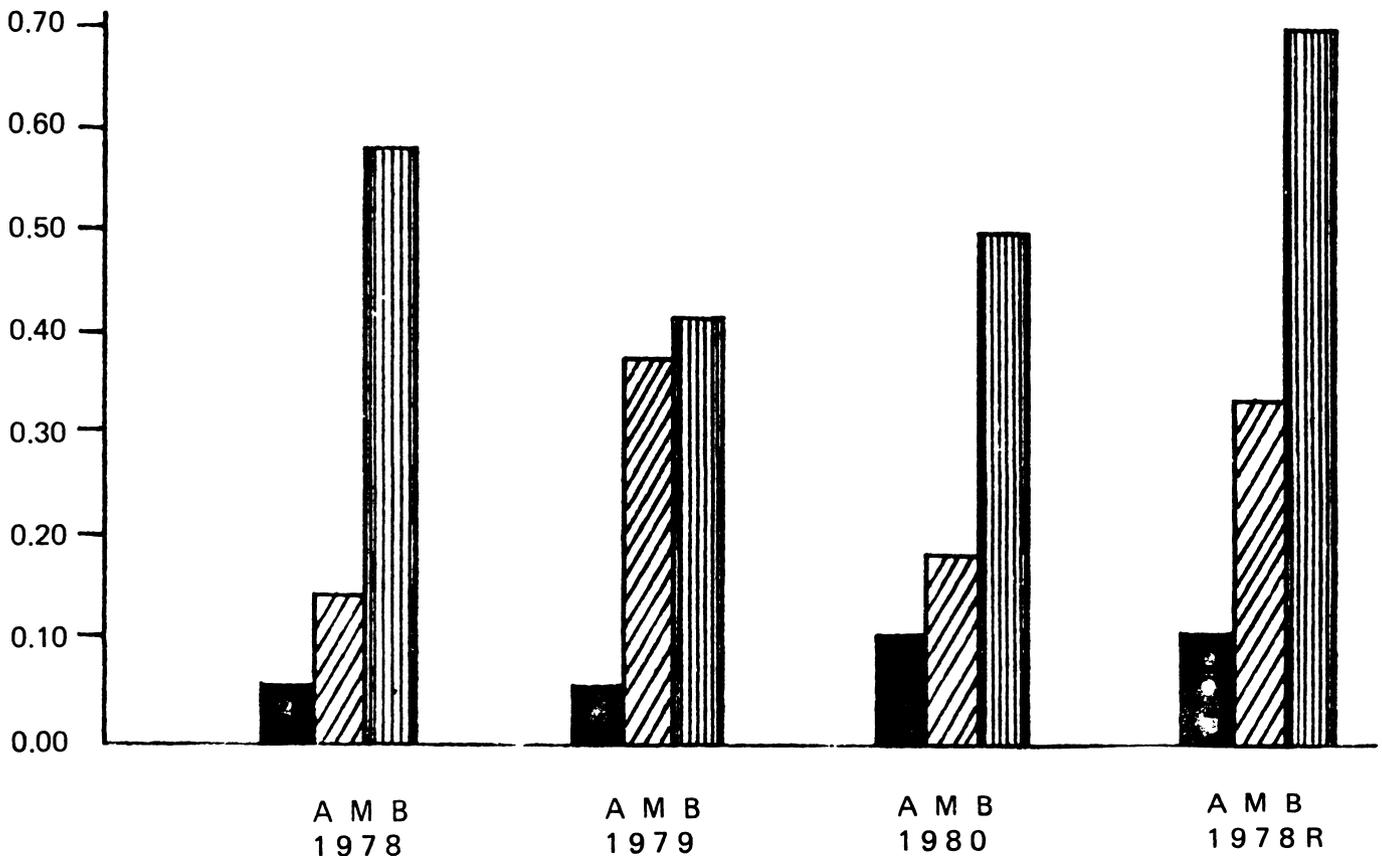


Figura 1. Relación hoja/tallo en la disponibilidad final

Cuadro 1. Ganancias de peso (g/animal/día)

Tratamientos	1978	Primer crecimiento	
		1979	1980
A	793	812	1313
M	777	815	1270
B	813	879	1249
\bar{X}	794	835	1278
	N. S.	N. S.	N. S.

Cuadro 2. Ganancias de peso en los rebrotes (g/an/día)

Tratamientos	1978 c/c	Años 1979		1980 s/c
		c/c	s/c	
A	366	0	523	963
M	474	0	464	902
B	597	0	628 N. S.	899 N. S.

Los animales seleccionaron por hoja y la digestibilidad *in vitro* y proteína fueron mayores en los rebrotes que en el primer crecimiento, a pesar de que las ganancias de peso fueron menores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición botánica y química de lo seleccionado por los animales

	Hoja %	Digestibilidad in vitro %	Proteína %	Nitrógeno %	Azufre %	N:S
1er. crec.	85.3	57.4	13	2.07	0.10	21:1
1er. rebr.	87.6	60.6	13.5	2.40	0.08	30:1
2do. rebr.	100.0	64.0	18	2.88	0.10	29:1

Cuando se analizaron todos los parámetros de la pastura estudiados se encontró que explicaban en un 68 por ciento las ganancias de peso y que éstas eran mayores cuanto más avanzado era el estado de madurez del cultivo, momento en el que tanto la digestibilidad *in vitro* como el porcentaje de nitrógeno fueron menores.

Respecto a los valores de consumo, se encontró que fueron superiores en los rebrotes, coincidiendo con los valores de digestibilidad *in vitro* pero no con las ganancias de peso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de heces y consumo de materia seca

	Producción de heces g/an/día	Consumo de materia seca g/an/día
1er. crecimiento	3.328 ± 0,204	5.980 a ± 0,712
1er. rebrote	3.886 ± 0,463	9.280 b ± 0,900
2do. rebrote	3.560 ± 0,125	0,460 b ± 0,825

Valores con diferentes subíndices difieren significativamente

P < 0.05

La concentración de S en lo seleccionado por los animales no muestra variaciones importan-

tes, pero cuando se analizan las relaciones N:S de lo seleccionado, se observa que éstas son más amplias en los rebrotes que en el primer crecimiento. Sin embargo la información existente en la literatura sobre suplementación con azufre es muy errática ya que se encuentran resultados con respuestas positivas, falta de respuesta y aun respuestas negativas.

Conclusión

Con base en estos resultados se considera que es importante trabajar a nivel ruminal a fin de poder detectar si hay parámetros del ambiente ruminal que puedan orientar a fin de avanzar en el estudio de las limitantes en el uso de sorgo forrajero bajo pastoreo.

EVALUACION DE CULTIVARES DE ALFALFA BAJO PASTOREO

por R. J. León, O. A. Bruno y O. R. Quaino *

Introducción

La alfalfa, utilizada en forma pura o como componente de mezclas forrajeras, constituye una especie básica para la producción de forraje en los sistemas ganaderos del centro-oeste de Santa Fe.

Diversos factores adversos, tales como: cambios en las condiciones ecológicas para el cultivo, mal manejo, utilización de semilla de origen desconocido y de deficiente calidad, proliferación de malezas, insectos y enfermedades, etc. condujeron a una declinación en la productividad y duración de los alfalfares y con ello del área sembrada. Esta situación, general para el país, también se manifestó en el área central de Santa Fe.

Con el objeto de aportar soluciones a este problema, la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela participa en la red nacional de ensayos de evaluación de cultivares y ecotipos de alfalfa mediante cortes. Dado que la mayoría de los lotes de esta especie son utilizados por los animales en pastoreo directo, en los últimos años se introdujeron ensayos de producción por corte, con efecto del pastoreo, como última etapa de la evaluación.

La finalidad del presente trabajo es evaluar cinco cultivares de alfalfa y un testigo, con distinto grado de latencia, en cuanto a producción de materia seca (MS) y persistencia bajo pastoreo.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, en un Argüedol ácuico —Serie Lehmann— (Mosconi, Hein y Panigatti, 1982).

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones, con la participación de cinco cultivares y un testigo. Los materiales evaluados fueron: 1. Testigo (semilla común comprada en un comercio local); 2. Scantamburlo; 3. Bordenave INTA; 4. Kanza; 5. Arc y 6; Cuf-101.

La superficie de las unidades experimentales fue de 320 m² (8 m de ancho x 40 m de largo). La siembra se realizó al voleo a razón de 500 pl/m² (aproximadamente 10 - 12 kg/ha).

* *Ingenieros y Estadístico de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina*

Se evaluó la producción de MS sobre una superficie de 25 m², cortándose el forraje con segadora mecánica a 5 cm; el porcentaje de MS (secado en estufa de circulación de aire forzado a 60° C de una muestra de 200 g) y reacción al corte (altura a los 15 días después del pastoreo, en cm). Luego de la evaluación de la producción se procedió a pastorear las parcelas en forma individual con animales de 300 - 350 kg de peso durante 6 - 8 horas (aproximadamente 8 animales) y luego se desmalezó.

En cinco oportunidades se determinó la relación tallo/hoja —sobre peso seco— en dos muestras por parcela de 20 tallos cada una.

Se realizó un análisis de variancia de la producción total anual de MS, incluyéndose en el mismo como fuente de variación a cultivares, años y la interacción año x cultivares, comparándose las medias por el test de Tuckey con un nivel de significación del 5 por ciento.

La evolución en el número de plantas se realizó mediante censos en cuadros fijos de 1/4 m² (cinco por parcela), efectuándose los recuentos en primavera y otoño de cada año. Dado que todos los cultivares no tenían el mismo número de plantas en la primera determinación (primavera de 1982) este dato se consideró como 100 por ciento a efectos de uniformar el valor de todos los participantes y de relacionarlos con los obtenidos en los recuentos posteriores.

Se analizó el porcentaje de disminución del número de plantas mediante un análisis de variancia con observaciones repetidas.

Resultados

El ensayo se comenzó a evaluar en la primavera de 1982 y finalizó en el otoño de 1985, realizándose durante este período entre 17 y 23 cortes según tratamientos.

En el Cuadro 1 se indica, para cada cultivar, el número de cortes realizados, la producción anual y total de MS y los resultados del test de Tuckey.

El análisis de variancia indicó diferencias entre tratamientos y entre años, no así para la interacción año x tratamiento. Los mejores cultivares fueron Scantamburlo, Arc y Cuf-101, con más de 32.000 kg/ha de MS (suma de tres años). La comparación entre años indicó la máxima producción en el primero, con 12.934,4 kg/ha de MS y el valor mínimo en el tercero (7.194,7 kg/ha de MS).

El análisis de la distribución porcentual de la producción de MS por estación, para el promedio de los períodos 1982/83 y 1983/84, nos muestra en los cultivares Cuf-101 (sin latencia), Scantamburlo (con tendencia a sin latencia) y Kanza (con tendencia a latencia invernal intermedia) los siguientes valores: 50,0; 58,0 y 58,0 por ciento para la primavera, 34,0; 32,0 y 31,0 por ciento para el verano, 7,0; 6,0 y 6,5 por ciento para el otoño y 9,0; 4,0 y 4,5 por ciento para el invierno, respectivamente.

Los valores de recuperación al corte, promedio para todos los cortes realizados en los tres

años, muestran a Cuf-101 como el cultivar con mayor precocidad (31,5 cm a los 15 días) y el testigo como el más lento (20,5 cm). Los restantes presentaron valores muy similares, aproximadamente 23 cm.

Cuadro 1. Número de cortes y producción de materia seca (kg/ha) de cultivares de alfalfa bajo pastoreo

Cultivar	1982/83		1983/84		1984/85		Total	
	Nº de cortes	kg/ha MS	Nº de cortes	kg/ha MS	Nº de cortes	kg/ha MS		
Testigo	5	13.195,2	5	9.718,1	7	6.461,4	29.374,7	b
Scantamburlo	5	14.627,3	6	11.568,7	7	7.280,2	33.476,1	a
Bordenave								
INTA	5	12.129,2	5	8.546,0	7	6.207,5	26.882,2	b
Kanza	5	11.924,4	6	9.972,9	7	7.080,3	28.977,6	b
Arc	5	13.029,9	6	11.630,6	7	8.176,7	32.837,2	a
Cuf-101	6	12.700,1	8	11.707,3	9	7.962,2	32.369,9	a
Promedio		12.934,4 a		10.523,9 b		7.194,7 c		

CV = 15,5 %

Tukey 5 %/o = 2.581,5

En el Cuadro 2 se indican los valores promedio para las cinco determinaciones de la relación tallo/hoja.

Cuadro 2. Valores de la relación tallo/hoja, expresada sobre peso seco, de cultivares de alfalfa

Cultivar	Tallo	Hoja
	%o	
Testigo	48,2	51,8
Scantamburlo	50,6	49,4
Bordenave INTA	47,6	52,4
Kanza	48,6	51,4
Arc	48,8	51,2
Cuf-101	48,6	51,4

Si bien existieron diferencias entre las distintas observaciones, el promedio muestra valores muy similares en este parámetro entre los distintos cultivares ensayados.

El análisis de variancia de la evolución del número de plantas se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de variancia de los porcentajes de plantas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Probabilidad
Cultivares	5	3374,51	674,90	5,67	0,0065
Error	12	1427,98	118,99		
Fecha de censo	4	31215,53	7803,88	484,98	0,0000
Cultivar x Fecha de censo	20	763,70	38,18	2,37	0,0074
Error	48	772,38	16,09		

CV = 10,03 %

De acuerdo a los resultados puede observarse que existen diferencias en cuanto al porcentaje de plantas según cultivares, fechas de censos y para la interacción cultivar x fecha de censo. Los promedios por tratamientos se presentan en la Figura 1.

Pese a la interacción significativa (cultivar x fecha de censo) puede observarse en el mismo que el cultivar Kanza presenta los valores más altos y que, a partir de la primavera de 1983, los valores mínimos corresponden a Scantamburlo y Cuf-101.

Conclusiones

De los resultados del presente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Existieron diferencias en producción de MS entre los materiales de alfalfa evaluados bajo pastoreo, correspondiéndole los valores máximos a Scantamburlo, Arc y Cuf-101. No resultó significativa la interacción año x tratamiento, resultando máxima la producción en el primer año y mínima en el tercero.
- No todos los cultivares presentaron el mismo porcentaje de plantas (relacionado con el dato inicial) en los distintos censos realizados, observándose una disminución a través del tiempo, la cual es diferente según los materiales evaluados.

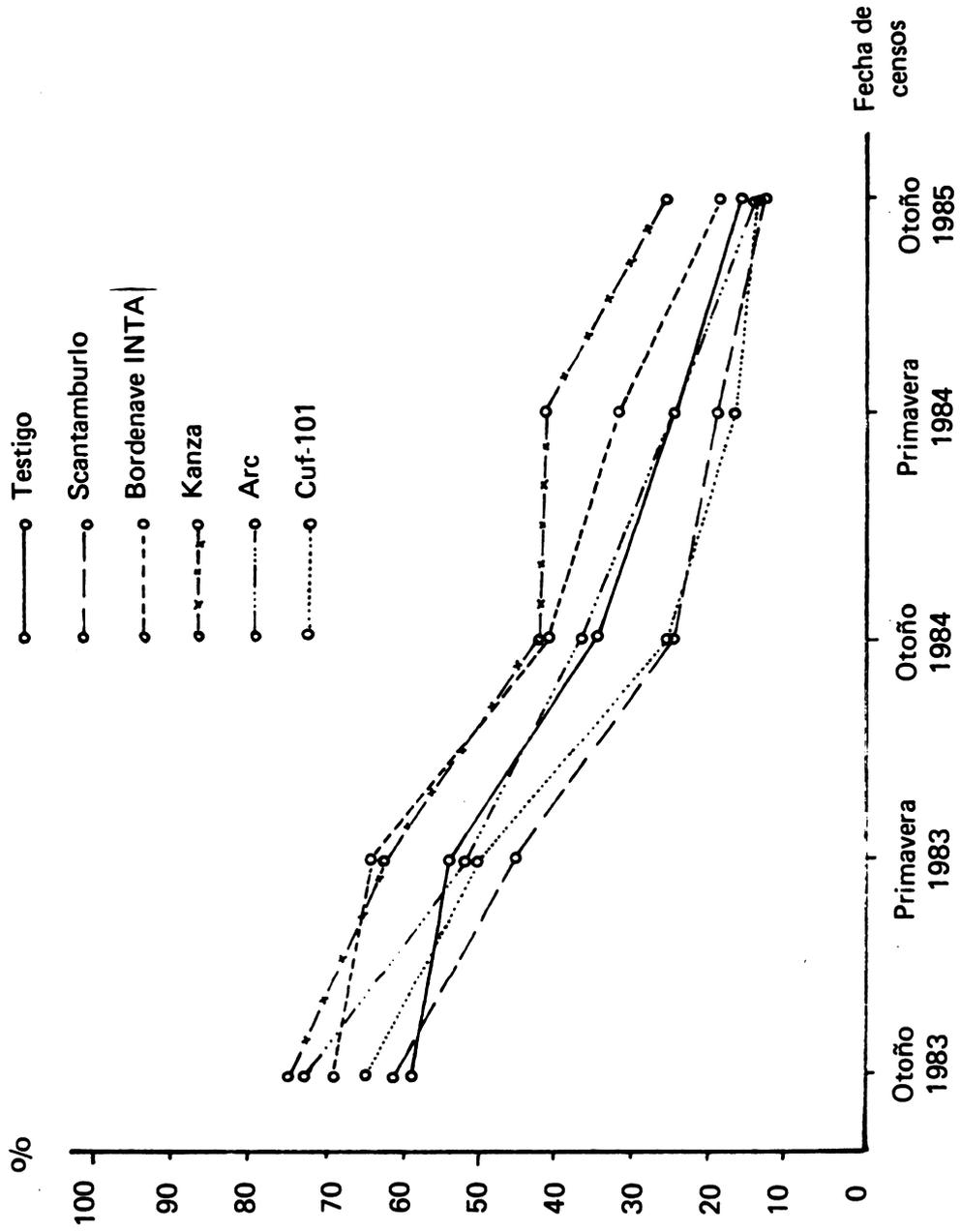


Figura 1. Evolución del porcentaje de plantas por cultivar y estación de muestreo.

CURVA DE PRODUCCION DE UNA MEZCLA DE ALFALFA Y FESTUCA

por L. A. Romero, O. A. Bruno, J. L. Fossati y H. F. Fenoglio *

Introducción

En el área centro-oeste de Santa Fe, la producción de leche y carne se basa en el aprovechamiento de especies forrajeras cultivadas puras o en mezclas. Una eficiente producción animal se debe apoyar, desde el punto de vista forrajero, en un manejo apropiado de las distintas especies a fin de lograr una provisión continua en cantidad y calidad de forraje, como también en un eficiente aprovechamiento del mismo.

La producción de materia seca (MS) de las pasturas semipermanentes y su calidad presentan variaciones estacionales y entre años, debido fundamentalmente a la irregularidad climática del área. Es conocido también que los distintos patrones de distribución de forraje, se deben a los diferentes ciclos de crecimiento de las especies e incluso a la variabilidad que existe entre los distintos cultivares dentro de una misma especie.

Para obtener una producción de forraje estable en el tiempo, necesariamente deben formularse secuencias o cadenas de recursos forrajeros, con el objeto de reducir las diferencias estacionales de producción. La combinación de distintas especies o sus mezclas, complementadas con recursos anuales o reservas de forrajes, resulta indispensable en toda explotación ganadera, para la programación de cadenas forrajeras.

Para poder establecer una correcta secuencia de recursos forrajeros es necesario conocer, además de la producción total, la distribución de la cantidad y calidad del forraje que se puede obtener en el área con distintas mezclas. Por tal motivo, en el año 1981 se inició un plan de trabajo para evaluar la distribución anual de la producción de forraje de especies puras y sus mezclas.

La finalidad del presente trabajo es diagramar la curva de producción de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque) para las condiciones del centro-oeste de Santa Fe, cuantificando su producción total y distribución estacional, como también analizar la evolución a través de los años.

Materiales y métodos

El ensayo se instaló en la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela en el año 1981, sobre un Argiudol ácuico –Serie Lehmann– (Mosconi, Hein y Panigatti, 1982), evaluándose una mezcla de alfalfa (cv. Kanza, 10 kg/ha) más festuca (cv. Pergamino El Palenque, 3 kg/ha).

* *Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Químicos, respectivamente, de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina*

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cinco repeticiones. La superficie de las unidades experimentales fue de 10 m² (2 x 5 m) y la de evaluación de 5 m² (1 x 5 m).

Se determinó altura, estado de desarrollo, producción de MS, composición botánica y de una muestra conjunta de las cinco repeticiones, proteína bruta (PB) como N x 6,25 —método micro Kjeldahl— y digestibilidad de la MS *in vitro* (DIVMS) —Tilley y Terry—.

Se utilizó la metodología de cortes en secuencias desfasadas (series) propuesta por Anslow y Green (1967). Para el caso particular de esta mezcla se tomó como momento de corte el 10 por ciento de floración de la alfalfa o en su defecto la altura de 5 cm en los rebrotes basales. Los cortes se efectuaron con segadora mecánica a 5 cm de altura.

Resultados

En el Cuadro 1 se indica la producción anual de MS obtenida en cada serie y el promedio para el período 1982/84.

Cuadro 1. Producción anual de materia seca de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/84

Años	Series			Promedio
	1	2	3	
	(kg/ha MS)			
1982	16.543	14.360	16.100	15.668
1983	10,923	11.668	10.404	10.998
1984	10.639	7.962	8.391	8.997

El promedio para los tres años estudiados fue de 15.668, 10.988 y 8.997 kg/ha MS para 1982, 1983 y 1984, respectivamente. Esta tendencia a disminuir la producción a través de los años es normal para este tipo de mezcla, ya que el principal componente, la alfalfa, manifiesta pérdida de plantas. No obstante, estos valores obtenidos pueden considerarse como normales para las especies y cultivares evaluados.

En la Figura 1 se muestra la curva de producción, expresada en kg/ha/MS/día y las precipitaciones y temperaturas medias mensuales.

En la misma se observa claramente las elevadas tasas de crecimiento diario que se manifestaron en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, con valores extremos de 97 kg/ha/

MS/día en 1982, 72 kg/ha/MS/día en 1983 y 54 kg/ha/MS/día en 1984. El período de mínimo crecimiento se manifestó en pleno invierno —junio y julio— (14, 10 y 4 kg/ha/MS/día para 1982, 1983 y 1984, respectivamente). El tipo de alfalfa utilizada —con latencia— influye marcadamente en la distribución de la tasa de crecimiento anual de esta mezcla.

La comparación de la distribución de lluvias y temperaturas medias con los valores de MS muestra una cierta independencia con los primeros y una mayor relación con los segundos. No obstante esto exige interrelación entre estos parámetros y la producción de MS lograda.

En el Cuadro 2 se indican los valores promedio para las distintas estaciones de la composición botánica (alfalfa, festuca y malezas).

Cuadro 2. Valores promedio por estación de la composición botánica de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/84

Años	Estación											
	Verano			Primavera			Otoño			Invierno		
	Alf.	Fest.	Mal.	Alf.	Fest.	Mal.	Alf.	Fest.	Mal.	Alf.	Fest.	Mal.
	o/o											
1982	86	10	4	67	10	23	46	40	14	42	50	8
1983	76	23	1	67	5	28	32	22	46	46	48	6
1984	70	14	16	62	7	31	21	29	50	43	51	6
Promedio	77	16	7	65	7	28	33	30	37	44	50	6

Para el promedio de los tres años la máxima contribución de alfalfa se manifiesta en la primavera (77 o/o) y la mínima en el otoño (33 o/o), mientras que el componente festuca el máximo aporte lo realiza en el invierno, con el 50 o/o de la producción y el mínimo en el verano, con sólo el 7 o/o. En el caso de las malezas el otoño es la estación de máxima contribución (37 o/o) y el invierno la de mínima (6 o/o). Esta tendencia, con alguna variación se observa en los tres años estudiados, además se manifiesta una disminución del aporte de la alfalfa a medida que la pastura envejece.

En el Cuadro 3 se indican los promedios por estación, del número de días entre cortes para el conjunto de las series estudiadas.

Cuadro 3. Valores promedio por estación del número de días entre cortes en una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/84

Años	Estación			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
1982	41	54	89	39
1983	38	63	110	35
1984	34	66	95	39
Promedio	38	61	98	38

Los datos promedio de los tres años estudiados nos indican que tanto en el verano como en la primavera se registra el valor mínimo (38 días), alcanzando en el invierno el máximo (98 días). Esta misma relación, con pequeñas diferencias, se observó en los tres años estudiados, lo que determina que este tipo de pastura debe ser manejada en forma distinta entre estaciones.

En la Figura 2 se indican los valores promedio de PB para el período analizado. El máximo valor fue de 23,1 por ciento y el mínimo de 14,7 por ciento, con una gran concentración de datos entre 17,5 y 21,5 por ciento (71 por ciento de las observaciones).

En el Cuadro 4 se indican los valores promedio de PB por estación. Los valores muestran pocas variaciones entre años y estaciones, con la única excepción del otoño de 1984. El promedio de los tres años analizados es 19,8 por ciento para el verano, 19,1 por ciento para el otoño, 18,4 por ciento para el invierno y 19,5 por ciento para la primavera.

Cuadro 4. Valores promedio de proteína bruta de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/84

Años	Estación			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
	%			
1982	20,9	21,0	17,9	20,9
1983	18,8	17,5	18,6	20,0
1984	19,8	15,9	18,8	17,6
Promedio	19,8	18,1	18,4	19,5

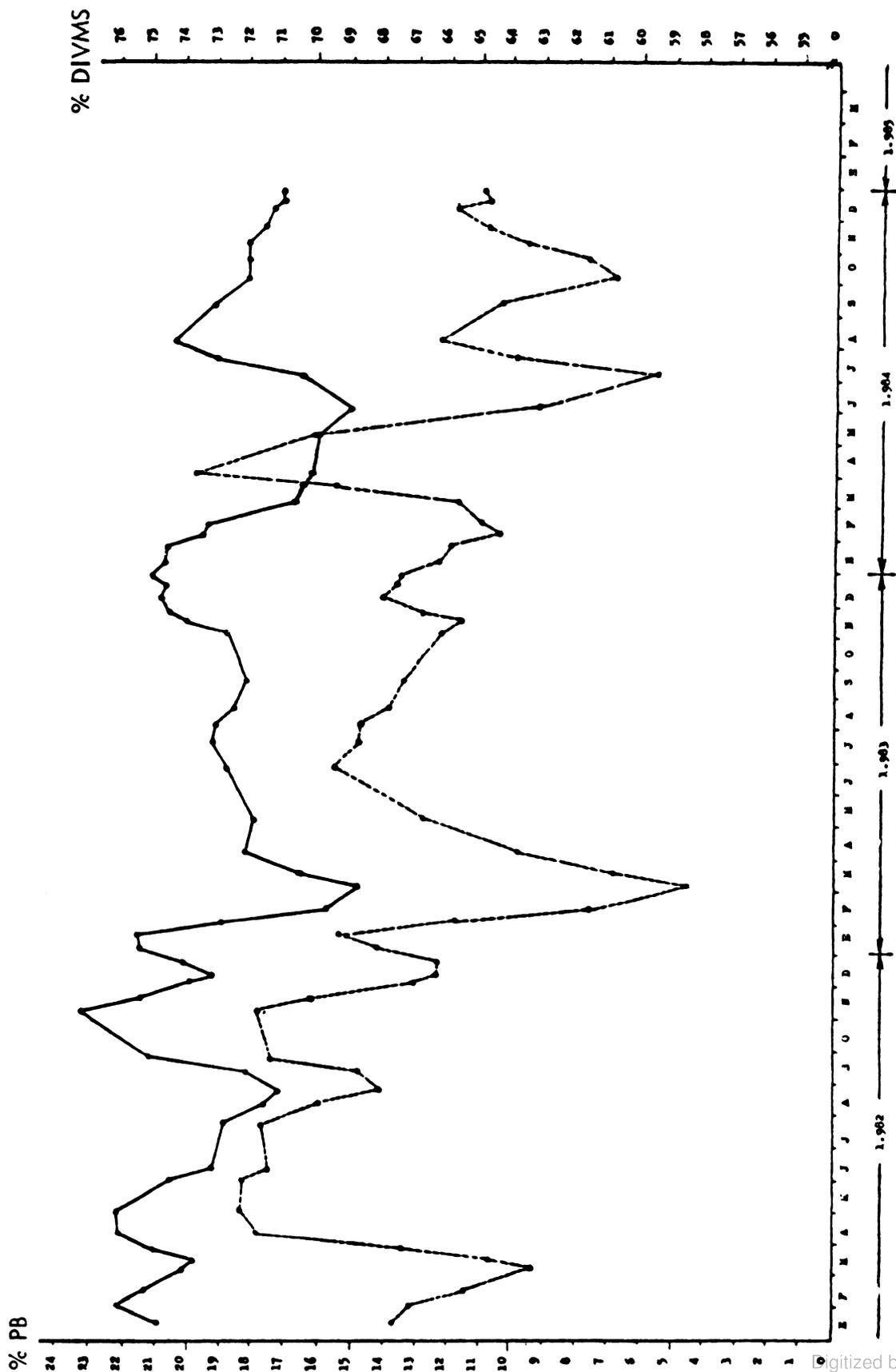


Figura 2. Valores de proteína bruta (—) y digestibilidad de la materia in vitro (- - -) de la curva de producción de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) y festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/85.

Fuente: INTA - ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA - Departamento de Producción Animal.

En la Figura 2 se indican los valores de DIVMS para el período analizado. Los valores máximos y mínimos registrados fueron de 73,7 y 58,5 por ciento, respectivamente, con una alta concentración de valores entre el 63,5 y el 72,0 por ciento (85 por ciento de los datos analizados).

En el Cuadro 5 se indican los valores promedio de DIVMS para los años 1982, 1983 y 1984 y el promedio por estación.

Cuadro 5. Valores promedio de digestibilidad de la materia seca in vitro de una mezcla de alfalfa (cv. Kanza) más festuca (cv. Pergamino El Palenque). Período 1982/84

Años	Estación			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
	o/o			
1982	65,7	71,0	69,7	69,4
1983	65,0	63,8	68,5	66,7
1984	66,1	69,1	63,4	63,6
Promedio	65,6	68,0	67,2	66,6

Para el promedio de los tres años el valor máximo se registró en el otoño (68 por ciento) y el mínimo en el verano (65,6 por ciento), correspondiéndole a la primavera y el invierno valores intermedios (66,6 y 67,2 por ciento, respectivamente). Existió leve variación entre los distintos años.

Conclusiones

De los resultados del presente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las máximas tasas de crecimiento diario (entre 54 y 97 kg/ha/MS/día) se registraron en los meses de octubre a enero y las mínimas en el invierno. Existió una disminución en los valores máximos a través de los años.
- La máxima contribución de alfalfa se manifestó en la primavera (77 por ciento) y la mínima en el otoño (33 por ciento), mientras que la festuca aportó el 50 por ciento en el invierno y sólo el 7 por ciento en el verano.
- Los valores de PB manifestaron poca variación entre las distintas estaciones, entre el 18 y el 20 por ciento.
- Los valores de DIVMS fueron máximos en el otoño (68 por ciento), intermedios en el invierno (67,2 por ciento) y primavera (66,6 por ciento) y mínimos en el verano (65,6 por ciento).

EVALUACION DEL VALOR NUTRITIVO DE DOS VARIEDADES DE *FESTUCA ARUNDINACEA* (SCHREB) EN CONDICIONES DE PASTOREO

por C. J. Escuder, S. Chifflet de Verde y S. Assuero *

Introducción

Las evaluaciones agronómicas de diversas variedades de festuca en Balcarce, mostraron que la variedad Maris Kasba tiene un crecimiento invernal superior a la variedad El Palenque. El objetivo de este trabajo fue estudiar el valor nutritivo de estas variedades en condiciones de pastoreo. Las determinaciones se realizaron durante la primavera de 1982 y verano, invierno y primavera de 1983.

Materiales y métodos

Las pasturas de ambas variedades fueron implantadas en 1981 y fueron fertilizadas con 100 kg de urea por hectárea a comienzos de la primavera en 1982, otoño y primavera de 1983. Las pasturas estaban divididas en 8 parcelas de 2500 m² correspondiendo cuatro a cada variedad, las que fueron utilizadas en su totalidad en el período invernal y tan solo dos en los restantes períodos.

Las parcelas fueron pastoreadas en forma casi continua por un número variable de animales, tratando de igualar la cantidad de forraje acumulado en ambas variedades.

En la primavera de 1982, verano, invierno y primavera de 1983 se realizaron determinaciones de disponibilidad de forraje en las parcelas, consumo, digestibilidad y composición botánica de la extrusa.

El material de los cortes de forraje se clasificó como vivo, muerto, maleza, tallo y hoja. Se determinó la digestibilidad *in vitro* y composición química de este material. La digestibilidad, composición química y botánica de la dieta se determinó en la extrusa de 5 animales con fístula esofágica.

A los efectos de poder estimar el consumo de forraje, se determinó la producción de heces colocando bolsas recolectoras en 6 animales de cada variedad durante un período de 6 días.

Al entrar los animales en las parcelas, la cantidad de forraje disponible en las dos variedades de festuca, fue similar en las cuatro oportunidades consideradas.

* *Doctor e Ingenieros de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, INTA, Buenos Aires, Argentina.*

Resultados

No hubo diferencias en la digestibilidad de la extrusa de los animales fistulados, que pastoreaban ambos tipos de festuca, durante la primavera de 1982, invierno y primavera de 1983. Por el contrario en el período de verano la digestibilidad de la extrusa, fue mayor en los animales que pastoreaban la variedad El Palenque (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de hojas de N y digestibilidad de la MS de las extrusas

Período	Hojas o/o		Nitrógeno o/o		Digestibilidad o/o	
	PAL	MK	PAL	MK	PAL	MK
Primavera 1982	63,8	83,3	1,46	1,63	69,7	69,0
Verano 1983	76,4	78,3	1,42 *	1,19	54,0 *	49,6
Invierno 1983	58,1	81,3	1,48 *	2,03	53,8	56,7
Primavera 1983	68,3 *	81,7	2,32 *	2,56	67,4	66,8

*P < 0.05

Exceptuando el período de verano, donde no hubo diferencias, en los tres restantes el consumo de materia seca fue mayor en la variedad Maris Kasba (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo de MS por novillos pastoreando dos variedades de festuca

Período	Consumo gr MS / kg PV	
	PAL	MK
Primavera 1982	21,5 (100)	28,6 ** (133)
Verano 1983	27,0 (102)	26,5 NS (100)
Invierno 1983	18,0 (100)	21,0 ** (116)
Primavera 1983	20,1 (100)	24,8 * (123)

NS: Diferencias no significativas

*: P < 0.05

** : P < 0.01

Conclusión

Se concluye que los resultados observados podrían estar relacionados con el mayor porcentaje de hojas que ingirieron los animales en la variedad Maris Kasba.

EVOLUCION DE LA PRODUCCION Y CALIDAD DE FORRAJE DE CULTIVARES DE "MOHA DE HUNGRIA" (*Setaria italica*) *

por O. Bruno, J. Fossati, N. Calcha y H. Fenoglio **

Resumen

Con el objeto de conocer la evolución y calidad del forraje de distintos cultivares de "moha de Hungría" (*Setaria italica*) y establecer el momento óptimo de corte para henificar, se realizó el presente trabajo durante los ciclos 1979/80 y 1980/81. Los ensayos se sembraron en un Argiudol típico, utilizándose los cultivares Ñandú INTA, Yaguané INTA y Carapé INTA, con una densidad de 350 pl/m². La evaluación de los materiales comenzó cuando alcanzaron una altura de 30 cm, realizándose cortes cada cinco días hasta el estado de madurez del grano. En cada fecha se realizó una sola defoliación, siendo la intensidad de corte de 10 cm. Se registró altura de planta, estado de desarrollo, producción de forraje, relación tallo-hoja-panoja, porcentaje de PB y digestibilidad de la MS *in vitro*. Con los datos obtenidos cada año y para cada cultivar, se estimaron los modelos matemáticos representativos de las respectivas relaciones funcionales entre la variable independiente "número de días desde la germinación" y las variables dependientes "producción de MS", "porcentaje de PB" y "porcentaje de digestibilidad *in vitro*". En cada caso se calculó el correspondiente R². En los dos años estudiados y para los tres cultivares evaluados las gráficas de crecimiento fueron representadas por polinomios de segundo grado. La composición de la producción promedio para los tres cultivares y los dos años, en el estado de principio de panojamiento fue de 55 por ciento de tallo, 39 por ciento de hoja y 6 por ciento de panoja. Las otras dos relaciones fueron ajustadas con ecuaciones potenciales y lineales. Los valores máximos de PB se lograron en la fase inicial de crecimiento (18 a 22 por ciento en el estado de macollaje), para decrecer rápidamente durante la elongación de tallos y alcanzar en el panojamiento el 8 a 12 por ciento, estabilizándose en la etapa de llenado de grano entre el 6 y 8 por ciento, siendo escasa la variación entre cultivares y años. La digestibilidad *in vitro* disminuyó entre un 0,22 y un 0,52 por ciento por día con el avance hacia madurez. Los resultados indican como mejor momento para henificar esta especie el principio del panojamiento, donde se combina una elevada producción de forraje, buen contenido de hoja en relación a tallo y panoja y valores aceptables de PB y digestibilidad.

* Trabajo presentado en la IX Reunión Científico Técnica de la Asociación Argentina de Producción Animal. Mar del Plata, noviembre 7 - 10, 1982 y publicado por el INTA como la *Publicación Técnica* Nº 26 (ISSM - 0485 - 9057) de la Estación Agropecuaria Regional de Rafaela, en enero de 1983 (18 p.), y en la *Revista Argentina de Producción Animal*, vol. 4 (6 - 7): 672 - 682, 1984.

** Ingenieros Agrónomos e Ingeniero Químico, Estación Experimental Agropecuaria Regional de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.

Introducción

La "moha de Hungría" (*Setaria italica*) fue introducida en el área central de la provincia de Santa Fe a fines de la década del sesenta, como una alternativa para cubrir el déficit de forraje que se produce normalmente antes del aprovechamiento de los sorgos forrajeros, en plantíos donde los cultivos anuales constituyen la base de la producción de forraje.

Es un cultivo de fácil implantación, precoz, de buen rendimiento de materia seca (MS) por hectárea, alta palatabilidad y buen valor nutritivo, como así también es aceptable su resistencia a la sequía y altas temperaturas (Josifovich y Echeverría, 1968 y 1971).

Sin embargo, el corto período de aprovechamiento que presenta esta especie y el elevado costo de los cultivos anuales, determinan que el pastoreo directo no sea la alternativa más apta para su utilización. Es necesario consignar que la disponibilidad de forraje en el período antedicho puede ser cubierto con pasturas perennes bien manejadas de base alfalfa o achicoria.

La siembra de "moha de Hungría" constituye un buen antecesor para las pasturas perennes debido a que permite controlar malezas estivales y, dado su corto ciclo, hacer un buen barbecho previo a la implantación de las mismas.

Ante esta situación se considera que la henificación es una alternativa de aprovechamiento más eficiente y que ha sido adaptada por algunos productores, sin que se conozca cuál es el mejor momento de corte.

La finalidad del presente trabajo es conocer la evolución de la producción y calidad del forraje de distintos cultivares de "moha de Hungría", con el objeto de establecer el momento óptimo de corte para henificar.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela del INTA, durante los ciclos 1979/80 y 1980/81, en un Argiudol típico —Serie Rafaela— (Panigatti, 1975). Se sembraron los cultivares Ñandú INTA, Yaguané INTA y Carapé INTA, el 15 de octubre de 1979 y el 20 de noviembre de 1980.

La densidad de siembra fue de 350 plantas por m² (aproximadamente 15 a 18 kg/ha), y se utilizaron parcelas experimentales de siete surcos de 5,5 m de largo por 1,4 m de ancho, con una superficie de corte de 5 m² (1 x 5 m), con dos repeticiones por cultivar.

La evaluación del material comenzó cuando éstas alcanzaron una altura de 25 - 30 cm, realizándose cortes cada cinco días hasta el estado de madurez del grano. En cada fecha de corte se utilizó una parcela diferente y se efectuó una sola defoliación, a los efectos de medir la producción acumulada a través del tiempo, siendo de 10 cm la intensidad de corte utilizada.

Se registró la altura promedio de las plantas, el estado de desarrollo, la producción de forraje (secado a estufa de circulación forzada a 70° C), la relación tallo-hoja-panoja, el nivel de proteína bruta (PB) como $N \times 6,25$ (método de micro-Kjeldahl) y la digestibilidad de la MS *in vitro*, según la técnica de Tilley y Terry (1963).

Con los datos obtenidos se estimaron los modelos matemáticos representativos de las relaciones funcionales entre la variable independiente "número de días desde la germinación" y las variables dependientes "producción de MS", "porcentaje de PB" y "porcentaje de digestibilidad *in vitro*", calculándose en cada caso el respectivo R^2 .

Resultados y discusión

En los Cuadros 1, 2 y 3 se expresan las variaciones en la producción y calidad de la MS de los cultivares evaluados, con la edad de la planta al corte. En los dos años evaluados se alcanzó el principio de panojamiento entre los 58 y 63 días desde la germinación, con una altura que osciló entre los 72 y 110 cm, siendo el cultivar Carapé INTA el de menor talla y de ciclo levemente más corto.

Cuadro 1. Variación en la producción y calidad de la materia seca de "moha de Hungría", cv. Ñandú INTA, con la edad de la planta al corte

Año	Estado fenológico	Edad (días)	kg/ha MS	Composición			Calidad	
				T	H	P	o/o PB	o/o DIVMS
1979/80	Macollaje	28	787	29	71	00	26,2	76,6
	Encañazón	53	5.012	50	50	00	18,2	67,2
	Princ. de panojamiento	63	7.681	58	36	6	10,5	65,3
	Grano pastoso	83	7.695	38	49	13	9,6	62,5
	Grano duro	93	6.540	43	37	20	8,7	61,5
1980/81	Macollaje	26	725	43	57	00	18,8	75,9
	Encañazón	46	4.174	52	48	00	10,1	67,7
	Princ. de panojamiento	61	6.188	55	37	8	8,5	61,9
	Grano pastoso	76	4.052	47	27	26	7,9	53,4
	Grano duro	81	3.563	43	24	33	5,1	49,9

Cuadro 2. Variación en la producción y calidad de la materia seca de "moha de Hungría", cv. Yaguané INTA, con la edad de la planta al corte

Año	Estado fenológico	Edad (días)	kg/ha MS	Composición			Calidad	
				T	H	P	% PB	% DIVMS
1979/80	Macollaje	28	811	21	79	00	23,2	78,8
	Encañazón	58	5.782	55	45	00	15,4	69,4
	Princ. de panojamiento	63	7.862	55	41	4	12,2	64,8
	Grano pastoso	83	6.626	42	40	18	10,5	61,1
	Grano duro	98	6.269	44	35	21	9,6	62,6
1980/81	Macollaje	26	1.019	41	59	00	18,4	77,4
	Encañazón	46	4.679	60	40	00	10,1	71,8
	Princ. de panojamiento	61	4.984	53	41	6	10,3	65,0
	Grano pastoso	76	2.798	50	25	25	7,4	54,6
	Grano duro	81	2.447	48	19	33	7,9	54,5

Cuadro 3. Variación en la producción y calidad de la materia seca de "moha de Hungría", cv. Carapé INTA, con la edad de la planta al corte

Año	Estado fenológico	Edad (días)	kg/ha MS	Composición			Calidad	
				T	H	P	% PB	% DIVMS
1979/80	Macollaje	28	872	21	79	00	25,4	79,8
	Encañazón	53	4.927	50	50	00	12,7	69,3
	Princ. de panojamiento	58	6.580	53	43	4	15,8	68,4
	Grano pastoso	73	6.571	44	32	24	13,1	65,0
	Grano duro	88	6.384	35	35	30	10,1	59,5
1980/81	Macollaje	26	647	37	63	00	19,2	78,0
	Encañazón	46	3.655	56	44	00	10,1	67,0
	Princ. de panojamiento	61	5.292	54	36	10	10,9	58,7
	Grano pastoso	71	3.876	55	27	18	10,1	57,8
	Grano duro	81	3.188	47	20	33	7,0	49,5

La diferencia en los ciclos observados en las dos campañas se debió a la distinta fecha de siembra, lo que determinó que en 1980/81 en los tres cultivares los ciclos se acortaran, principalmente en los últimos períodos de desarrollo del cultivo, siendo más corto el de llenado de grano.

La composición en la producción de MS mostró valores similares entre los distintos materiales evaluados, siendo máximo el porcentaje de hojas en el estado de macollaje, 76 por ciento de promedio para el período 1979/80 y 60 por ciento para 1980/81, y muy similar la contribución de tallo y hoja (aproximadamente un 50 por ciento de cada componente) en la etapa final del crecimiento vegetativo, existiendo poca variación entre cultivares y entre años.

En las etapas de grano pastoso y grano duro la contribución del componente hoja mostró sus valores mínimos y en el último período mencionado se alcanzaron los valores máximos de panoja.

Los modelos matemáticos representativos de la relación funcional entre la variable independiente "número de días desde la germinación" y la variable dependiente "producción de MS" se muestran en la Figura 1.

El crecimiento acumulado de los cultivares de "moha de Hungría" Ñandú INTA, Yaguané INTA y Carapé INTA, en los dos años estudiados se describe mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{array}{ll} \text{Ñandú INTA,} & \text{Año 1979/80;} \\ & y = - 8633,4 + 399,6 x - 2,52 x^2 \\ & R^2 = 0,916 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} & \text{Año 1980/81;} \\ & y = - 8615,7 + 418,3 x - 3,21 x^2 \\ & R^2 = 0,774 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Yaguané INTA,} & \text{Año 1979/80;} \\ & y = - 7055,5 + 336,6 x - 2,04 x^2 \\ & R^2 = 0,906 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} & \text{Año 1980/81;} \\ & y = - 8667,3 + 457,3 x - 3,87 x^2 \\ & R^2 = 0,836 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Carapé INTA,} & \text{Año 1979/80;} \\ & y = - 8297,0 + 394,2 x - 2,58 x^2 \\ & R^2 = 0,923 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} & \text{Año 1980/81;} \\ & y = - 9875,4 + 484,5 x - 4,00 x^2 \\ & R^2 = 0,761 \end{array}$$

donde "y" es una estimación de la producción de MS, en kg/ha y "x" es el número de días desde la germinación menos 23 y 26 para los años 1979/80 y 1980/81, respectivamente.

Las gráficas de crecimiento, en las que resta el tramo inicial desde germinación al primer corte, fueron representadas por polinomios de segundo grado, en las cuales se observa el rápido crecimiento inicial para alcanzar en el estado de principio de panojamiento alrededor de 5.000 a 6.000 kg/ha de MS (aproximadamente a los 60 días de la germinación). Las tasas máximas de crecimiento

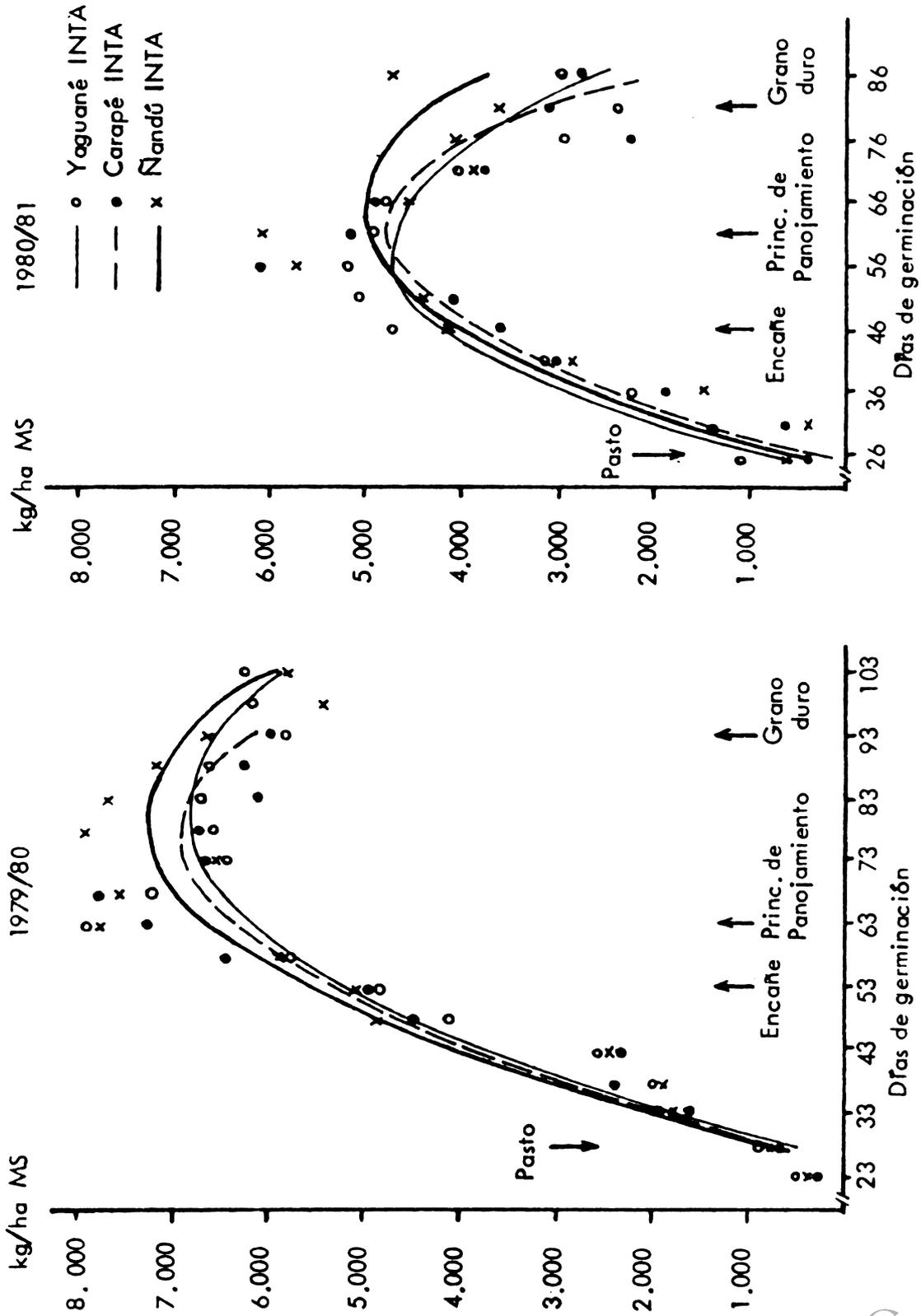


Figura 1. Curva de crecimiento de cultivares de "moha de Hungría" (*Setaria italica*)

se alcanzaron en esta etapa con valores que sobrepasaron los 200 kg de MS/ha/día. Al iniciar el cultivo su fase reproductiva comienza una etapa de menor crecimiento, aproximadamente 80 kg de MS/ha/día entre el final del encañe y el 50 por ciento de panojamiento, con leve variación entre cultivares.

Los valores máximos de MS se alcanzaron, en los tres cultivares, en el año 1979, entre 7 y 16 días después del panojamiento y en 1980 a principios del panojamiento, lo que coincide con lo encontrado por otros autores en especies de similar crecimiento (Brizuela, Bernardón y Pagliaricci, 1981). Al superar esta etapa el cultivo inicia la fase de maduración de grano, donde se evidencian tasas negativas de crecimiento del orden de los 50 kg de MS/ha/día en el año 1979/80 y de cerca de 100 kg de MS/ha/día en 1980/81. Esta mayor pérdida de MS se debió a las excesivas precipitaciones registradas en enero y febrero de 1981 (330,9 y 297,3 mm) que superaron el promedio del área en 211,1 y 190,2 mm, respectivamente. Esto es atribuido a una menor contribución del componente hojas con el tiempo, por senescencia de las mismas.

El menor período vegetativo observado en todos los cultivares en el año 1980/81 y el rápido pasaje al reproductivo, reflejan la época de siembra tardía (fines de noviembre), además de explicar la menor producción de MS alcanzada.

En la Figura 2 se indica la evolución del contenido de PB en los tres cultivares evaluados, ajustando la relación funcional entre la variable independiente "número de días desde la germinación" y la variable dependiente x "porcentaje de PB", por medio de modelos matemáticos potenciales.

Ñandú INTA,	Año 1979/80;	$y = 313,95 \cdot x^{-0,7843}; R^2 = 0,874$
	Año 1980/81;	$y = 568,99 \cdot x^{-1,0361}; R^2 = 0,874$
Yaguané INTA,	Año 1979/80;	$y = 278,47 \cdot x^{-0,7523}; R^2 = 0,915$
	Año 1980/81;	$y = 338,82 \cdot x^{-0,8794}; R^2 = 0,893$
Carapé INTA,	Año 1979/80;	$y = 336,70 \cdot x^{-0,7871}; R^2 = 0,902$
	Año 1980/81;	$y = 322,55 \cdot x^{-0,8717}; R^2 = 0,797$

Los máximos valores de PB se lograron en la fase inicial de crecimiento, los que oscilaron entre el 18 y el 22 por ciento en el estado de macollaje, para decrecer rápidamente durante la elongación de tallos y alcanzar en el estado de panojamiento el 8 a 12 por ciento y finalmente en la etapa de maduración del grano entre el 6 y el 8 por ciento. Valores muy similares indicó Cangiano (1979), para el cultivar "Colorada gigante 218-A".

Esta relación inversa entre el contenido de proteína bruta y el desarrollo del cultivo fue citado por diversos trabajos en especies de crecimiento similar (Broytes y Fribourg, 1959; Clapp y Chamblee, 1970; Ferraris y Norman, 1973 y Cangiano, 1979).

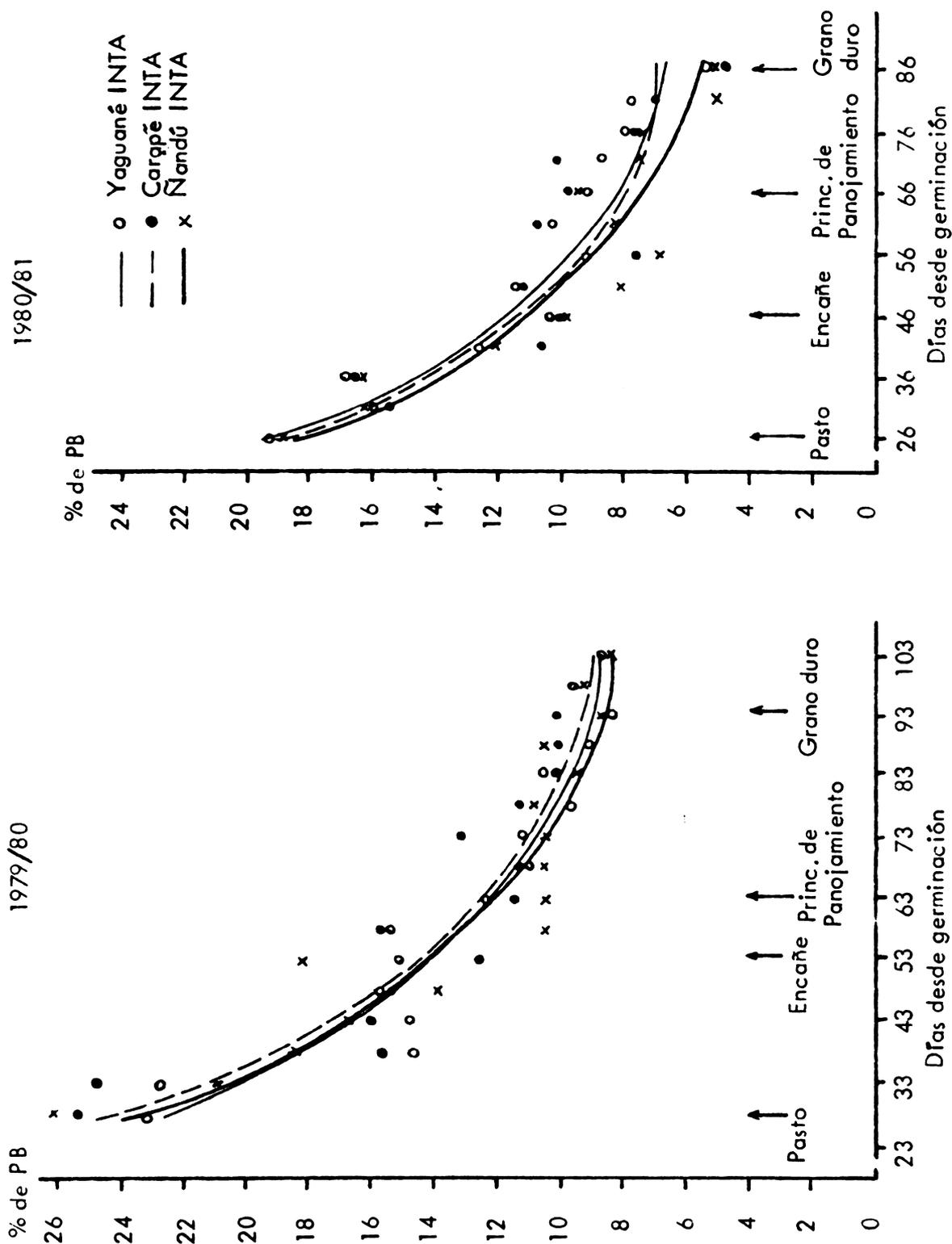


Figura 2. Variación de proteína bruta en cultivares de "moha de Hungría" (*Setaria italica*)

Los modelos matemáticos que representan la relación funcional entre la variable independiente "número de días desde la germinación" y la variable dependiente "porcentaje de digestibilidad *in vitro*", fueron lineales para todos los cultivares en los dos años estudiados, mostrándose estos resultados en la Figura 3.

Ñandú INTA,	Año 1979/80;	$y = 81,36 - 0,22 x; r = -0,909; R^2 = -0,826$
	Año 1980/81;	$y = 90,10 - 0,49 x; r = -0,975; R^2 = -0,951$
Yaguané INTA,	Año 1979/80;	$y = 84,30 - 0,27 x; r = -0,955; R^2 = -0,912$
	Año 1980/81;	$y = 95,22 - 0,52 x; r = -0,976; R^2 = -0,953$
Carapé INTA,	Año 1979/80;	$y = 88,32 - 0,34 x; r = -0,969; R^2 = -0,939$
	Año 1980/81;	$y = 89,02 - 0,49 x; r = -0,989; R^2 = -0,978$

Los valores de la digestibilidad *in vitro* de la MS cayeron desde aproximadamente 77 - 79 por ciento en el estado de macollaje a 65 - 68 por ciento en el principio de panojamiento, para registrar finalmente en el estado de grano duro su valor de 60 - 62 por ciento, en el año 1979/80. La misma comparación para el año 1980/81, mostró valores de 75 - 58 por ciento, 61 - 68 por ciento y 50 - 54 por ciento, respectivamente.

Dos fueron los períodos donde se manifestó en mayor medida la caída en la digestibilidad con la edad de la planta al corte. El primero entre el macollaje y el final del período de encañazón (aproximadamente 10 unidades), al alargarse los entrenudos de los macollos lo que determinó una proporción mayor de tallos en relación a hojas, y el segundo después del panojamiento hasta el estado de grano duro, donde se registraron los valores mínimos.

La diferencia en la digestibilidad entre años, principalmente en el último período, se debió a una menor proporción de hojas para el estado de grano pastoso y duro. Para el conjunto de los cultivares estos valores fueron para el año 1979/80 de 40 y 36 por ciento, mientras que en 1980/81 sólo alcanzaron el 26 y 21 por ciento.

Conclusiones

- Las gráficas de crecimiento, en las que resta el tramo inicial desde germinación al primer corte, estuvieron bien representadas por polinomios de segundo grado, que indicaron tasas de crecimiento mayores al principio y casi nulas días después del panojamiento.
- Los máximos valores de PB se lograron en la fase inicial de crecimiento (18 a 22 por ciento en el estado de macollaje). Las ecuaciones potenciales señalaron un decrecimiento rápido durante la elongación de tallos hasta alcanzar en el estado de panojamiento el 8 a 12 por ciento y luego más lento, manteniéndose finalmente en la etapa de maduración del grano entre el 6 y 8 por ciento.

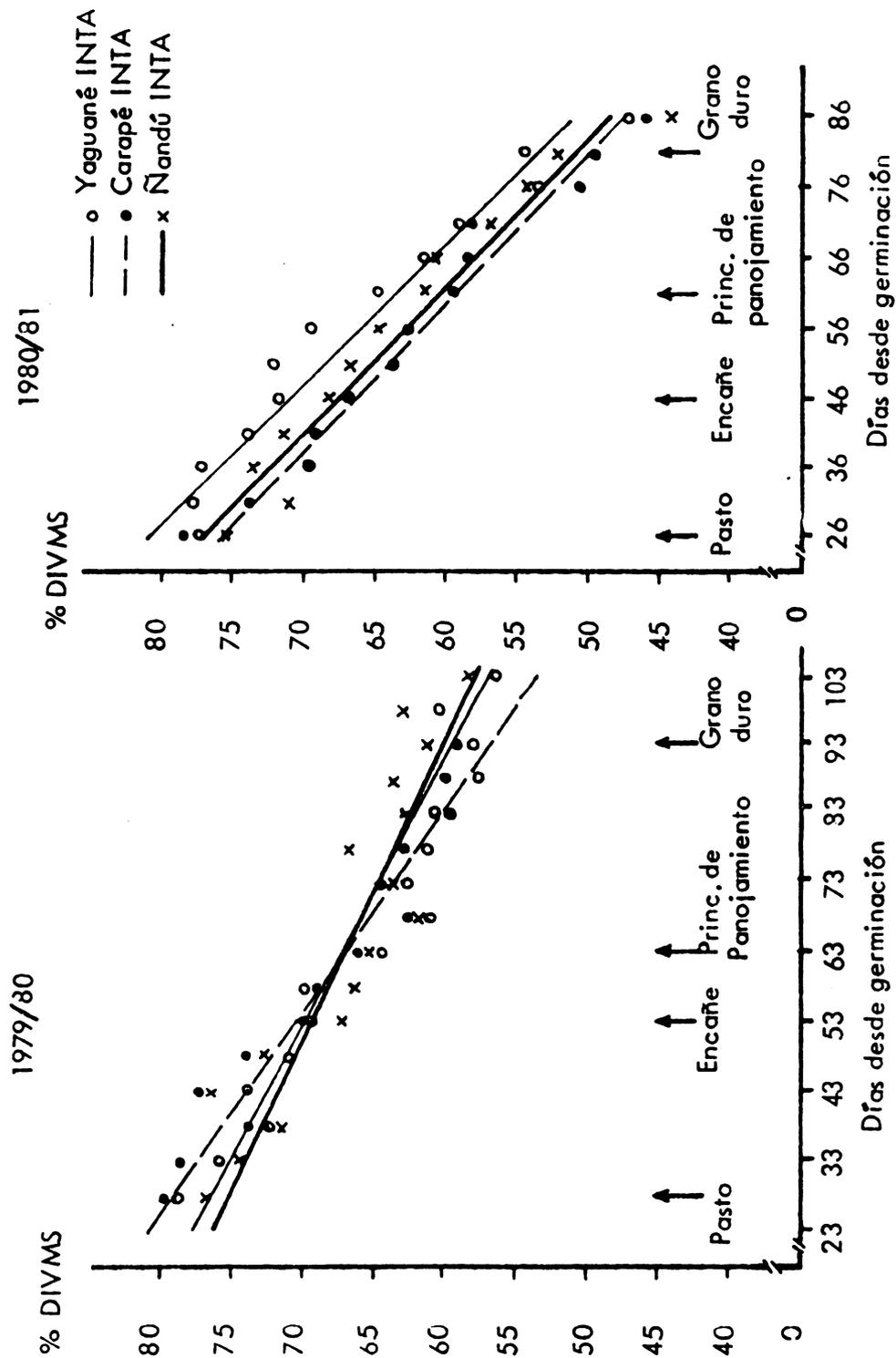


Figura 3. Variación de digestibilidad in vitro en cultivares de "moha de Hungría" (*Setaria italica*)

- La digestibilidad *in vitro* disminuyó entre un 0,22 y un 0,52 por ciento por día con el avance hacia la madurez, según lo indicaron los modelos lineales.
- Los resultados indican como mejor momento para henificar esta especie el principio del panojamiento pues se combinan elevada producción de forraje (si bien no la máxima), buen contenido de hoja en relación a tallo y panoja y valores aceptables de PB y digestibilidad *in vitro*.

Literatura citada

1. BRIZUELA, M. A., BERNARDON, A. E. y PAGLIARICCI, H. R. Curva de crecimiento y calidad de mijo perla. *Producción Animal*, 7:174 - 183. 1981.
2. BROYLES, K. R. and FRIBOURG, H. A. Nitrogen fertilization and cutting management of sudan-grasses and millets. *Agronomy Journal* 51:277 - 279. 1959.
3. CANGIANO, C. A. Producción y calidad del forraje de "moha de Hungría" (*Setaria italica* (L) Beauv.). Informe Técnico. Nº 84. EEA Manfredi, 12 p. 1979.
4. CLAPP, J. C. and CHAMBLEE, D. S. Influence of different defoliation systems on the re-growth of pearl millet, hybrid sudangrass, and two sorghum-sudan-grass hybrids from terminal, axillary and basal buds. *Crop Science* 10:345 - 349. 1970.
5. FERRARIS, R. and NORMAN, M. T. J. Adaptation of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) to coastal New South Wales. 2. Productivity under defoliation. *Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 13:692 - 599. 1973.
6. JOSIFOVICH, J. A. y ECHEVERRIA, I. La "moha de Hungría" como cultivo forrajero estival. Informe sobre Forrajes y Producción Animal. EERA Pergamino. Informe General. 32, 3 p. 1968.
7. ————. Nuevas "mohas de Hungría". Informe sobre Forrajes y Producción Animal, EERA Pergamino. Informe General 19, 2 p. 1971.
8. PANIGATTI, J. L. Genetic and induce properties of Mollisols of the Northern "PAMPA", Argentina. Tesis de Doctorado. Michigan State University. 1975.
9. TILLEY, J. N. and TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society* 18, 104. 1963.

EVOLUCION DE LA CALIDAD DE ACHICORIA (*Cichorium intybus*)

por H. F. Fenoglio, O. A. Bruno, L. A. Romero y J. L. Fossati *

Introducción

La achicoria (*Cichorium intybus*) se difundió masivamente como recurso forrajero en el área central de Santa Fe en los últimos años de la década del setenta. Constituye, fundamentalmente en los sistemas lecheros, la base de pasturas semipermanentes en combinación con gramíneas (festuca, raigrás) y leguminosas (trébol blanco, trébol de olor de flor blanca).

Entre sus principales características puede mencionarse su plasticidad, en cuanto a fecha de siembra, elevada producción de forraje y calidad en suelos de alta fertilidad; rusticidad y ausencia de plagas que limiten su productividad. Como limitante, puede indicarse su elevado consumo de nitrógeno, por lo que es necesaria incorporarla a un sistema de rotación de cultivos que garantice una elevada provisión de este nutrimento.

La inexistencia, a nivel mundial, de antecedentes sobre esta especie determinó que la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela realizara trabajos tendientes a conocer aspectos tales como: épocas de siembra, manejo, curvas de producción, respuesta a la fertilización, aspectos de suelo, calidad y respuesta animal (especialmente en lo relacionado a producción de leche).

La finalidad del presente trabajo es conocer distintos parámetros de calidad sobre rebrotes de achicoria en distintas épocas del año.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, durante el período de octubre de 1982 a noviembre de 1983, en un Argiudol ácuico —Serie Lehmann—. El ensayo se estableció sobre achicoria, en mezcla con trébol blanco, de segundo año.

Se establecieron cuatro fechas de inicio de acumulación de forraje: setiembre, enero, abril y julio. En cada una de ellas se comenzó el muestreo, aproximadamente, 20 días después del corte de nivelación. Se tomaron muestras en parcelas al azar cada 12 - 15 días, siete veces en cada época, con dos repeticiones.

* *Ingeniero Químico e Ingenieros Agrónomos de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina*

Se efectuaron determinaciones de materia seca (MS) —secado en estufa de circulación de aire forzado a 60° C, de una muestra de 200 g—, proteína bruta (PB) —como $N \times 6,25$ por el método micro-Kjeldahl—, digestibilidad de la materia seca *in vitro* (DIVMS) —Tilley y Terry— y fibra de detergente neutro (FDN) —Van Soest—.

Resultados

En la Figura 1 se indican los valores promedio de MS y PB de achicoria de distintos días de crecimiento, en las cuatro fechas estudiadas de inicio de acumulación del forraje.

En las fechas de setiembre y julio los valores de MS manifestaron un marcado incremento a partir de los 65 y 95 días de crecimiento, respectivamente. Los valores de PB en las fechas de acumulación de forraje de enero y abril no sufren grandes variaciones con la variación en los días de crecimiento analizados, con promedios de 16,1 y 17,9 por ciento, respectivamente; mientras que en el caso de las iniciadas en setiembre y julio se observa una tendencia manifiesta a disminuir con el avance a madurez, con promedios de 1,4 por ciento para la primera y 13,7 por ciento para la segunda.

Este distinto comportamiento en los valores promedio de MS y PB, entre las distintas fechas de inicio de acumulación del forraje, se debe a que en las de setiembre y julio las últimas etapas estudiadas coinciden con la elongación de tallo de esta especie, iniciando la fase reproductiva.

En la Figura 2 se muestran los valores de DIVMS y FDN para los distintos días de crecimiento en las cuatro fechas.

Los promedios (para las siete determinaciones realizadas) de DIVMS fueron de 61,1 por ciento para la de setiembre, 66,4 por ciento para enero, 72,7 por ciento para abril y 60,7 por ciento para julio. De los 28 datos totales analizados solo cinco (17,8 por ciento) fueron menores al 60 por ciento y seis (21,4 por ciento) superiores a 70 por ciento, con una elevada concentración entre el 64 y el 70 por ciento.

Para las fechas de inicio de acumulación de forraje de setiembre y julio los valores de DIVMS fueron inferiores al 60 por ciento a partir de los 80 y 95 días de crecimiento, coincidiendo con la floración.

Los valores de FDN se mantuvieron estables en las fechas de enero y abril, con promedios de 44,4 y 39,1 por ciento, respectivamente; mientras que, coincidentemente con la disminución observada en la DIVMS, a partir de los 80 días de crecimiento se incrementaron en las fechas de setiembre y julio, alcanzando los valores máximos a los 110 días (61,1 por ciento para la de setiembre y 62,6 por ciento para la de julio).

Conclusiones

De los resultados del presente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

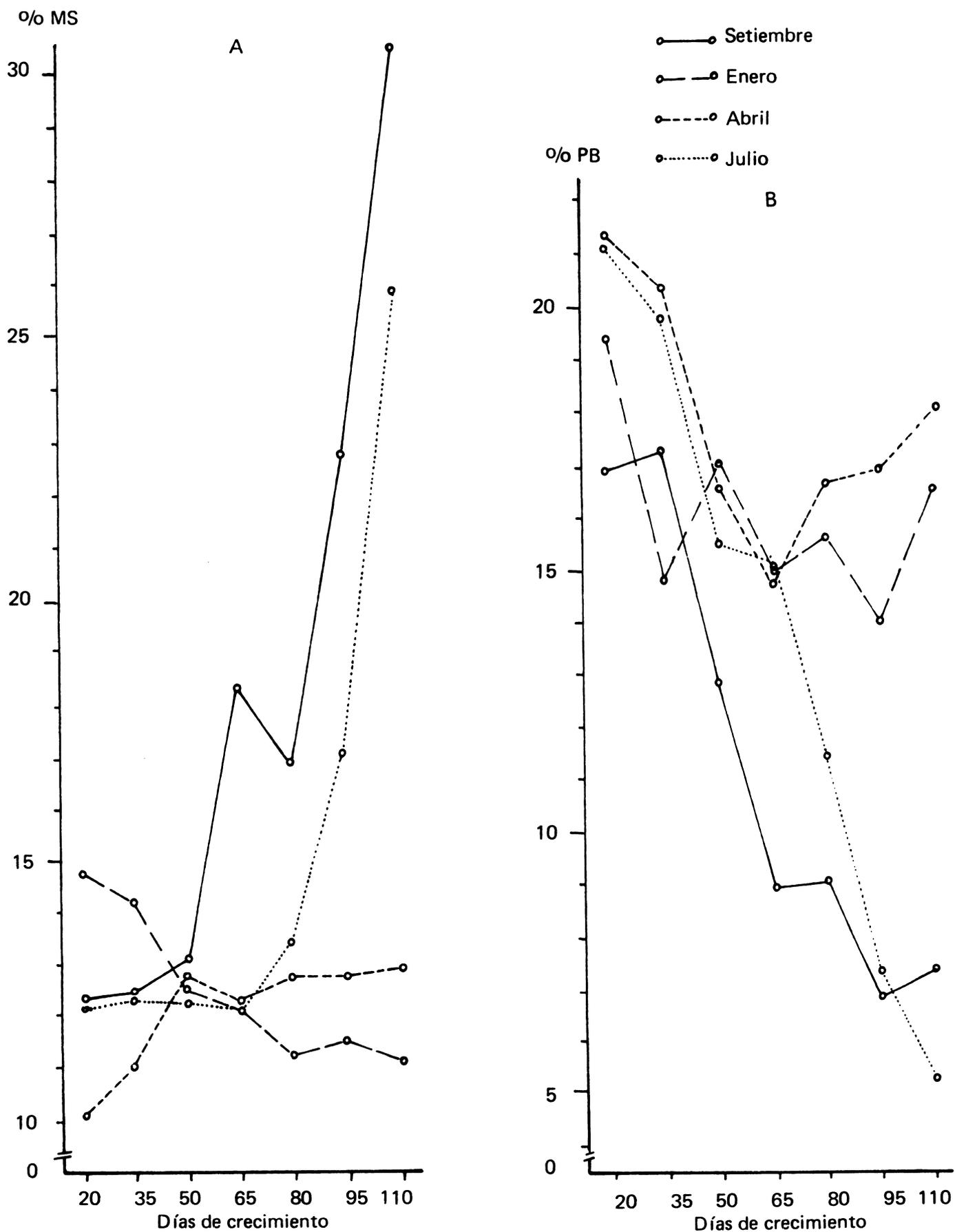


Figura 1. Valores promedio de materia seca (A) y proteína bruta (B) de *Cichorium intybus* de distintos días de crecimiento en cuatro fechas de inicio de acumulación de forraje

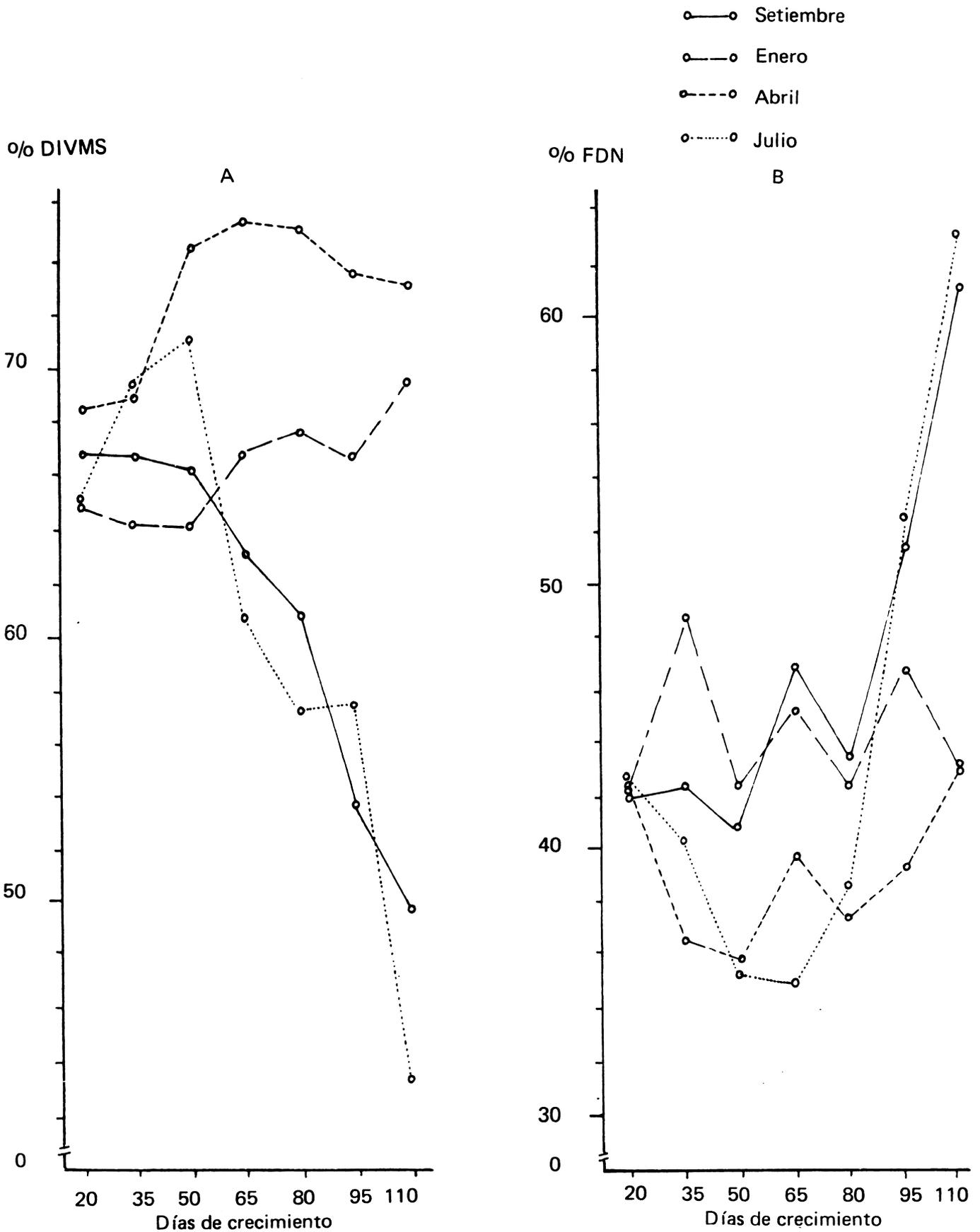


Figura 2. Valores de digestibilidad de la materia seca *in vitro* (A) y fibra detergente neutro (B) de *Cichorium intybus* de distintos días de crecimiento en cuatro fechas de inicio de acumu-

- Los valores de MS oscilaron entre el 10 y el 15 por ciento, elevándose en la etapa reproductiva (elongación de vara floral).
- La mayoría de los valores de PB se ubicaron entre el 15 y el 20 por ciento.
- Los valores de DIVMS fueron superiores al 64 por ciento, con máximos de más de 75 y mínimos de algo menos del 60 por ciento en la etapa reproductiva.
- Los valores de FDN se concentraron entre el 38 y el 46 por ciento.

VALOR NUTRITIVO, PRODUCCION DE LECHE Y CAPACIDAD DE CARGA DE PASTO DE SUDAN Y DE UNA MEZCLA CON TREBOL ROJO

por H. Durán, Y. Acosta, J. Mieres, R. Arocena,
A. Carrau y G. Barreneche (*)

Introducción

El estudio de la siembra asociada de trébol rojo con pasto Sudán (**) o sorgo forrajero ha sido planteada en la Unidad Experimental de Lechería, con el doble propósito de determinar la posibilidad de eliminar la siembra de forrajeras anuales o praderas, en los rastrojos de los cultivos forrajeros de verano usados en los tambos del país, con las consiguientes ventajas que ello implica en la eficiencia de uso del suelo, equipos agrícolas e insumos y a la vez mejorar la calidad y cantidad del forraje disponible durante verano y otoño.

Los resultados obtenidos, a nivel experimental y de chacra, en los tres años que lleva la evaluación agronómica de esta técnica indican que, en el período verano-otoño, el trébol rojo aporta entre 10 y 30 por ciento de la materia seca total de la mezcla, sin que aparentemente se produzca una disminución del rendimiento del Sudán (Acosta y Mieres, 1982). Además, se observó una tendencia a incrementar la proporción de trébol rojo en los pastoreos sucesivos, lo que podría repercutir favorablemente en la nutrición de las vacas en producción, pues es bien conocida la declinación del porcentaje de proteína de los cultivos forrajeros de verano a medida que avanza la estación de crecimiento (Cortabarría, 1980).

Por estas razones, podría esperarse que la siembra asociada de trébol rojo con Sudán permita obtener una mayor producción de leche por vaca y probablemente una mayor capacidad de carga que el cultivo puro. Además de disponer, a partir de fines de otoño, de un forraje instalado de alta calidad y potencial de rendimiento, que puede ser aprovechado al menos hasta el verano siguiente.

Materiales y Métodos

Se utilizaron dos potreros de dos hectáreas cada uno, sembrados el cinco de octubre de 1983 con Sudán var. Comiray puro, a razón de 35 kg/ha de semilla y la mezcla del mismo cultivo a la misma densidad con 8 kg/ha de trébol rojo var. Estanzuela 116.

Ambos potreros se dividieron en ocho fajas con salida a un callejón lateral con acceso a bebedero.

* *Técnicos del Proyecto de Lechería, Estación Experimental "La Estanzuela".
Colonia, Uruguay.*

** *De ahora en adelante denominado Sudán.*

Para comparar ambas fuentes de pastura se utilizaron 16 vacas Holando de la parición de primavera de 1983, que fueron asignadas a los dos tratamientos de pasturas según un diseño en bloques al azar con ocho repeticiones.

El pastoreo se planificó de manera de realizar una rotación con una duración de 28 días, entre el inicio de la primer faja y el fin de la octava, iniciando un segundo pastoreo el día 29 y así sucesivamente para el tercer y cuarto pastoreo.

En ambos tratamientos se ofreció una presión de pastoreo equivalente al 5.5 por ciento del peso vivo inicial de ambos grupos. Debido a la variación en la masa de forraje ofrecida en cada faja, se utilizaron vacas "volantes" para completar el peso medio diario requerido por faja, de manera de que cada una tuviese una duración alternada de tres y cuatro días, respectivamente.

En ambos tratamientos y dos días antes de iniciar el pastoreo de cada nueva faja se realizaron 10 muestreos del forraje ofrecido y al día siguiente de finalizado el pastoreo se determinó en forma similar la masa de forraje remanente. En ambos casos se realizó análisis botánico y se obtuvo muestras para determinaciones de digestibilidad *in vitro* y Proteína Cruda.

Durante todo el período experimental, iniciado el tres de diciembre de 1983, se midió la producción de leche diariamente en cada ordeño realizado a las 4.30 y 13.30 respectivamente. El porcentaje de grasa se determinó en una muestra semanal compuesta de alícuotas obtenidas de lunes a viernes, a razón de 1 cc por litro de leche producida por ordeño. No se tomó en cuenta la producción de las vacas "volantes". A los efectos de la producción por ha sólo se consideró la producción de las vacas fijas multiplicada por las vacas-días incluidas las "volantes".

La variación de peso de cada vaca se estimó mediante regresión lineal sobre la media de dos pesadas realizadas dos días consecutivos y coincidentes con el segundo y tercer día de iniciada cada nueva faja de cuatro días de duración.

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta los resultados de producción de leche y grasa de los tres primeros pastoreos en ambos tratamientos. Si bien se realizó un cuarto pastoreo, no se tomó en cuenta debido a su corta duración para comparar rendimientos por vaca.

No hubo diferencias significativas en los porcentajes de grasa en los tres pastoreos, pero si fue estadísticamente significativa la diferencia entre las medias de leche sin corregir y de leche corregida al cuatro por ciento de Grasa en los dos primeros pastoreos. En el tercero si bien se mantuvo la tendencia a una mayor producción de la mezcla de Sudán con trébol rojo, la misma no alcanzó significación estadística.

Los rendimientos por ha se presentan en el Cuadro 2. La capacidad de carga fue similar en todos los pastoreos, es decir que no hubo diferencias de rendimiento total de materia seca por ha. La producción de leche corregida por grasa fue superior en los tres pastoreos en la mezcla de Sudán y trébol rojo, acumulando una diferencia total de 787 lt/ha a favor de este tratamiento, es de-

cir una diferencia de 12.1 por ciento, lo que equivale entre cinco y ocho veces el valor corriente del gasto extra realizado en semilla de trébol rojo.

Cuadro 1. Producción de leche y grasa de los tres pastoreos para los dos tratamientos.

Pastoreos: Tratamientos:	I				II				III			
	S	S + TR										
Leche sin corregir (1/vaca/día)	13.2	a	14.9	b	10.8	a	12.3	b	7.4	a	8.1	a
Grasa %o	3.34	a	3.41	a	3.51	a	3.63	a	3.95	a	4.09	a
Leche corregida al 4 %o (1/vaca/día)	11.9	a	13.6	b	9.9	a	11.5	b	7.3	a	8.1	a

* En cada pastoreo, los valores con diferente letra difieren estadísticamente, ($P < 0.05$)

Cuadro 2. Parámetros de Producción Animal

Pastoreos: Tratamientos:	I		II		III		TOTAL	
	S	S + TR	S	S + TR	S	S + TR	S	S + TR
Cap. de carga (lecheras/día/ha)	256	250	187	187	117	119	560	556
Leche corregida (1/ha)	3.020	3.391	1.834	2.112	832	968	5.686	6.471
STR - S (1/ha)	---	371	---	278	---	136	---	785

La composición botánica de la pastura en los cuatro pastoreos realizados se presenta en el Cuadro 3, donde se aprecia que el trébol rojo nunca superó el 15 por ciento del forraje ofrecido. El Sudán sembrado puro varió entre 76 y 47 por ciento, cifras similares a los porcentajes de Sudán en la mezcla, lo que demuestra que el trébol rojo básicamente desplazó el componente de malezas, sin incrementar el rendimiento total como ya se mencionó.

En el Cuadro 4 se presenta la evolución de la materia seca por ha de la masa de forraje ofrecida y del porcentaje de gramilla (*Cynodon dactylon*), importante maleza estival en Uruguay. Se

aprecia como partiendo de niveles muy bajos y similares evoluciona hacia valores mayores en el cultivo puro comparado con la mezcla con trébol rojo.

Cuadro 3. Composición de la Pastura (%o)

	I	II	III	IV
Trébol Rojo	15	11	14	15
Sudán	72	63	61	46
Sudán puro	76	73	66	47

Cuadro 4. Evolución de la Gramilla

		Kg.MS Total	kg Gramilla	%o
I	S + TR	5.693	111	2
	S	6.046	173	3
II	S + TR	4.384	69	2
	S	4.486	143	3
III	S + TR	3.239	64	2
	S	3.206	185	6
IV	S + TR	1.442	190	13
	S	1.767	527	30

A partir del diez de octubre hasta el catorce de noviembre de 1984, el trébol rojo acumuló un rendimiento de 9000 kg de MS/ha y permitió una cosecha de semilla de 120 kg de semilla lim-

pia al 10 de enero de 1985.

En el Cuadro 5 se resumen los datos de digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica y del porcentaje de proteína cruda. Se destaca la similitud de la digestibilidad de tallos y hojas de Sudán entre si y con la planta de trébol rojo.

Cuadro 5. Digestibilidad "in vitro" y Proteína Cruda de los forrajes evaluados

Pastoreos	Sudán + trébol rojo				Sudán puro		
	trébol rojo	planta	Sudán tallo	hoja	planta	tallo	hoja
% MOD ¹							
1	69.3	68.4	68.2	69.2	69.8	70.4	69.6
2	63.1	63.0	63.1	63.5	62.8	62.0	62.9
3	63.2	60.4	60.7	60.4	61.1	61.7	60.1
4	64.9	60.2	60.9	60.3	63.3	64.3	59.4
% PC ²							
1	23.3	12.4	6.2	16.0	10.3	6.6	16.6
2	25.5	13.9	9.5	18.3	13.2	8.0	18.2
3	24.4	15.2	9.9	19.3	16.3	11.0	20.7
4	26.4	14.9	10.0	18.1	13.7	11.8	15.0

1 Materia orgánica digestible.

2 Proteína Cruda

En el contenido de Proteína Cruda es donde se observan las diferencias más importantes, presentando el tallo un valor aproximadamente 50 por ciento inferior al de la hoja, fracción que supera en todos los pastoreos el 16 por ciento de proteína, mientras que el trébol rojo se aproxima en términos medios al 25 por ciento.

En promedio de los cuatro pastoreos en el cultivo puro desaparecieron 11.3 kg de MS/vaca/día, comparado con una cifra de 10.9 kg de MS/vaca/día de Sudán para la mezcla. Pero en ésta, además, desaparecieron 2.4 kg de MS/vaca/día de trébol rojo, lo que da una estimación de consumo por el método agronómico de la diferencia de 13.3 kg vs 11.3 para la mezcla y cultivo puro respectivamente, lo cual unido al mayor contenido de proteína del primero, explicaría los resultados de producción de leche por vaca.

TEMA III

DINAMICA DE LA DIGESTION EN PASTOREO

Coordinadores: Francisco Santini
Claudio Hoffer

TEMA III

DINAMICA DE LA DIGESTION

CONCLUSIONES

1. Puntos más importantes

Se destacó que este método de evaluación tiene importancia en el contexto de los experimentos en Producción Animal. Se consideró relevante la profundización del conocimiento de los parámetros de digestión ruminal, que afectan la digestibilidad y el consumo de los animales en condiciones de pastoreo.

Esta línea de investigación puede generar aportes significativos en el entendimiento de los efectos de la suplementación energética o proteica sobre la extensión y tasa de digestión. Estos parámetros están asociados al proceso de sustitución de forraje por concentrado, variable que afecta a la productividad del sistema.

Se consideró que la incorporación de esta metodología a un programa de evaluación de recursos forrajeros aportaría información útil para la selección del material.

La cuantificación de los parámetros involucrados en el proceso de digestión permite su inclusión en modelos de utilización de pasturas, pudiendo incrementar el valor predictivo del modelo.

Las opiniones fueron coincidentes en el sentido que esta área de investigación sea conducida sólo en aquellos centros de investigación que tengan ventajas comparativas en cuanto a la disponibilidad de equipamiento y personal capacitado, la información generada por dichos centros puede ser extrapolada, en sus aspectos básicos, a otras regiones con características ecológicas similares.

Se concluyó que los estudios de dinámica de digestión deben ser conducidos prioritariamente en condiciones de pastoreo.

2. Necesidades de investigación

El estado actual del conocimiento de esta metodología permite su utilización con confiabilidad. Algunos interrogantes se están analizando en los centros de investigación especializados. Por lo tanto, no sería conveniente emprender una investigación metodológica, excepto en situaciones relevantes para las condiciones regionales. Entre otras, se destacó la necesidad de estudiar aspectos puntuales de la técnica *in situ*, en particular el efecto de la forma de procesamiento del material por incubar.

Se consideró necesario generar información referida a los parámetros de digestión y activi-

dad microbiana en las siguientes situaciones de alimentación:

- a. Disponibilidades de forrajes considerados limitantes y no limitantes para el consumo.
- b. Suplementación con concentrados energéticos o proteicos en pasturas de calidad diferencial.
- c. Suplementación con henos o ensilajes.

Se destacó la conveniencia de emprender estudios sobre el efecto del nivel de proteína no degradada en el rumen, durante la primera fase de la lactancia, evaluando el efecto directo y el residual.

3. Necesidades de coordinación

Se consideró importante la coordinación mediante la realización de las siguientes acciones:

- a. Adquisición de materiales (marcadores, lámparas para E. A. A. y elementos para técnica *in situ*) y su distribución a los centros respectivos.
- b. Remisión de estándares a los laboratorios de la región y análisis de la información obtenida con el fin de ajustar la metodología empleada en los distintos centros, de modo que los resultados generados sean comparables.

4. Temas que merecerían tratamientos especiales

Los participantes consideraron de interés que el Programa emprenda acciones con relación a la recopilación y distribución de la información existente. Fue, además, mencionada la necesidad de la organización de reuniones con la participación de técnicos que trabajan en áreas afines de investigación.

COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE BOVINOS EN PASTOREO

por C. A. Cangiano *

Introducción

El consumo de forraje de bovinos en pastoreo es controlado en gran medida por los efectos de la composición de la dieta, principalmente digestibilidad, en la tasa de desaparición de material del retículo-rumen y los efectos de la estructura de la pastura sobre el comportamiento ingestivo (Freer, 1981). Difícilmente en condiciones de pastoreo, el consumo será afectado por límites metabólicos y se reconoce que para lograr un mejor entendimiento de las relaciones entre el animal en pastoreo y la pastura, se requiere de estudios en los cuales el consumo sea particionado en sus factores componentes de comportamiento (Hodgson, 1977). Estos componentes son: tamaño de bocado (B), tasa de bocados (TB) y tiempo de pastoreo (T), que comúnmente reflejan el consumo (C) por medio de la ecuación:

$$C = B \times \underbrace{TB \times T}_N \quad \dots \quad \begin{aligned} TB \times T &= N \text{ (número de bocados)} \\ B \times TB &= TC \text{ (tasa de consumo)} \end{aligned}$$

Con base en lo expuesto, se consideró de interés analizar en distintas disponibilidades forrajeras de avena los cambios en los componentes del comportamiento ingestivo y usar éstos en el cálculo del consumo de forraje de novillos en pastoreo.

Materiales y métodos

Se utilizó un cultivo de avena cv. "Suregrain" sembrado en la EERA Balcarce, el 20/6/81 en surcos a 15 cm. Se generaron tres disponibilidades de materia seca a saber: baja (T₁), media (T₂) y alta (T₃) sobre las cuales pastorearon, durante 5 días experimentales, 14 novillos Hereford de 200-300 kg, de los cuales cuatro eran fistulados en el esófago.

En la pastura se muestreó la disponibilidad por cortes y la altura modal a hoja extendida.

En los animales con fístula esofágica, se midió el tamaño de bocado con el uso de un tapón de gomaespuma para bloquear el esófago y de un equipo para registrar el número de bocados (bocadímetro). Sobre los restantes se colocaron cuatro "bocadímetros", y seis tacógrafos para medir el tiempo de pastoreo.

* *Ingeniero Agrónomo. INTA, Balcarce, Argentina.*

Resultados

En el Cuadro 1 (página siguiente) se resumen las características medidas en la pastura ofrecida y los componentes del comportamiento ingestivo.

La disponibilidad de materia seca estuvo altamente correlacionada con la altura del forraje ($r = 0,83^{xxx}$).

Los componentes del comportamiento fueron relacionados con la disponibilidad, obteniéndose las siguientes ecuaciones de regresión:

$$B = 48,2 + 0,017 \times R^2 = 0,44$$

$$N = 55761 - 6,244 \times R^2 = 0,37$$

$$TB = 84,5 - 0,0036 \times R^2 = 0,07$$

$$T = 729,7 - 0,0483 \times R^2 = 0,40$$

donde $x = \text{kg/ha}$ materia seca.

En todos los casos el coeficiente de regresión fue significativamente distinto de cero ($P \ll 0,01$).

El consumo no varió a través de las disponibilidades, observándose que la disminución en B, a medida que disminuye la materia seca, fue compensada por un aumento en N.

Discusión

En general se puede decir que cuando disminuye el forraje, ya sea en pastizales naturales como en pasturas cultivadas, el animal incrementa T hasta un cierto límite y aún cuando TB puede aumentar se llega a un punto a partir del cual el animal no compensa la disminución de B y el consumo disminuye (Arnold y Dudzinski, 1966, 1969).

El tamaño de bocado disminuyó paulatinamente a medida que lo hizo la disponibilidad y la altura, en coincidencia con lo observado por Allden y Whittaker (1970), Jamieson y Hodgson (1974, 1979 a, b), Hodgson y Milne (1978), Chacon y Stobbs (1976), Chacon et al (1978), Hendricksen y Minson (1980), Bircham (1981), Forbes (1982). En contraste, Stobbs (1973 a, b; 1975) obtuvo relaciones negativas entre estas variables, sugiriendo que fue debido a una disminución en la densidad de la pastura en los horizontes superiores que hicieron difícil la aprehensión del forraje.

Los otros componentes (TB y T) del comportamiento, manifestaron una tendencia a aumentar a medida que la disponibilidad y la altura disminuyó, en coincidencia con Allden y Whittaker (1970), Jamieson y Hodgson (1979 b), Hodgson (1981 a), Forbes (1982). Sin embargo, hay casos

Cuadro 1. Disponibilidad, altura y componentes del comportamiento ingestivo

Disponibilidad	MS kg/ha	Altura (cm)	B (mg MO)	N (boc/día)	TB (boc/mín)	T (mín/día)	Consumo g MO
T1	340 ± 135a	4,4 ± 0,7a	54 ± 16a	61419 ± 7493a	86 ± 15a	704 ± 53a	3317 ± 405a
T2	1826 ± 520b	13,5 ± 2,8b	80 ± 28b	46417 ± 13362b	75 ± 18ab	601 ± 72a	3713 ± 1069a
T3	3556 ± 1224c	26,5 ± 6,4c	110 ± 29c	33078 ± 11083c	63 ± 14bc	548 ± 70b	3638 ± 1200a

Entre disponibilidades las letras distintas (a, b y c) significan diferencias significativas ($P \leq 0,01$).

donde la selección ejercida por el animal sobre una parte preferida de la planta (p. ej.: hoja) lleva a una relación curvilínea, donde después de un máximo, el T comienza a disminuir y no actúa como un mecanismo de compensación (Hendriksen y Minson, 1980) aún cuando no hubiera suficientes hojas para cubrir los requerimientos de los animales.

La constancia del consumo observada en las distintas disponibilidades no coincide con el acuerdo general de una relación cuadrática o asintótica entre estas variables (Arnold, 1964, Marchi, 1972, t'Mannetje y Ebersohn, 1980). En forma simultánea también fue estimado el consumo sobre los mismos tratamientos de avena mediante colección total de heces, obteniéndose una relación cuadrática entre el consumo y la disponibilidad y los mayores consumos en todos los tratamientos (Cangiano y Gómez, 1984).

Conclusiones

- Las técnicas usadas fueron sensibles para detectar cambios en los componentes del comportamiento ingestivo ante cambios en la disponibilidad forrajera. No obstante y en especial lo relacionado con el tamaño de bocado, no resulta fácil de experimentar en condiciones de pastoreo y requiere de mayores ajustes para considerar su uso en la estimación del consumo de forraje. De ponerse a punto, estas técnicas permitirían un mejor entendimiento de las complejas interacciones entre la planta y el animal y mejorarían la objetividad de los estudios de consumo y selección de la dieta.
- También en ensayos de suplementación, el consumo estimado por comportamiento permitiría una mayor comprensión de los mecanismos involucrados en la tasa de sustitución y lograr una mayor seguridad de predicción de las respuestas de la producción animal al suplemento. Adicionalmente son técnicas de bajo costo, mínimo requerimiento de mano de obra y rápido análisis de la información, por lo que se considera de interés la prosecución de trabajos que logren su ajuste.

Literatura citada

1. ALLDEN, W. G. y WHITTAKER, I. A. McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agriculture Res.* 21: 755. 1980.
2. ARNOLD, G. W. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. In *Grazing in Terrestrial and Marine Environments* (ed) Crisp, D. J. Blackwell, Oxford p. 133. 1964.
3. ——— y DUDZINSKI, M. L. The behavioural responses controlling the food intake of grazing sheep. *Proceedings of the International Grassland Congress.* Helsinki, p. 367. 1966.
4. ————. The effect of pasture density and structure on what the grazing animal eats and animal productivity. In *Intensive Utilization of Pastures* (ed) James, B. J. F.,

Angus and Robertson, Sydney N. S. W. p. 42. 1969.

5. BIRCHAM, J. S. Herbage growth and utilization under continuous stocking management. Ph. D. Thesis, Edimburg, Scotland. 1981.
6. CANGIANO, C. A. y GOMEZ, P. O. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 4 sup. 1 Resúmenes 10º Congreso Argentino de Producción Animal. p. 15. Rosario, Agosto 1984.
7. CHACON, E. y STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. Australian Journal of Agricultural Research 27: 709. 1976.
8. ————— y DALE, M. B. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research 29: 89. 1978.
9. FORBES, T. D. A. Ingestive behaviour and diet selection in grazing cattle and sheep. Ph. D. Thesis, Edimburg, Scotland. 1982.
10. FREER, M. The control of food intake by grazing animals. In Grazing Animals (ed) Morley F. H. W. World Animal Science. B1 Elsevier, Amsterdam p. 105. 1981.
11. HENDRICKSEN, R. E. y MINSON, D. J. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpurens* cv. Rongai. Journal Agricultural Sciences 95: 547. 1980.
12. HODGSON, J. Factors limiting herbage intake by the grazing animal. Proceedings International Meeting on Animal Production from temperate Grassland. Dublin, Ireland. p. 70. 1977.
13. ————— y MILNE, J. A. The influence of weight of herbage per unit area and per animal upon the grazing behaviour of sheep. 7th General Meeting of European Grassland. Fed. 4: 31. 1978.
14. JAMIESON, W. S. y HODGSON, J. The grazing behaviour and herbage intake of Friesian steer calves. Proceedings British Society of Animal Production. 3: 91. 1974.
15. —————. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. Grass and Forage Science. 34: 261. 1979 a.
16. —————. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. Grass and Forage Science 34: 273. 1979 b.

17. t'MANNETJE, L. y EBERSOHN, J. P. Relations between sward characteristics and animal production. *Tropical Grasslands* 14(3): 273. 1980.
18. MARCHI, A. Efecto de la disponibilidad y estructura de la cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) sobre el consumo de novillos en pastoreo. Uso de la técnica de la fístula de esófago. Tesis. Escuela para graduados en Ciencias Agropecuarias de la República Argentina, Balcarce. 1972.
19. STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 809. 1973 a.
20. ————. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 821. 1973 b.
21. ————. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. III. Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. *Australian Journal of Agricultural Research* 26: 997. 1975.

TASA DE PASAJE Y TASA Y EXTENSION DE LA DIGESTION DE LA PARED CELULAR DE UN SORGO FORRAJERO, EN DOS DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO *

por F. Santini y C. Dini **

Introducción

Los resultados de trabajos realizados en Balcarce determinaron que, cuando los animales pastorearon rebrotes de sorgo, las ganancias de peso fueron menores que cuando consumieron el primer crecimiento. Sin embargo, esta producción diferencial se da en condiciones de similar calidad (digestibilidad, contenido de proteína y pared celular) del forraje consumido.

El objetivo del presente trabajo fue determinar si la dinámica de la digestión ruminal y las características propias del ambiente ruminal, son diferentes cuando los animales consumen sorgo en distintos estados de crecimiento y pueden considerarse como causa de la respuesta obtenida.

Materiales y métodos

- Animales utilizados: Cinco novillos A. A. con fístula ruminal y un peso promedio de 400 kg.
- Forraje: Sorgo híbrido Funk's 191, con una disponibilidad forrajera de 5.450 kg/MS/ha al comienzo del primer período de utilización 23 - 30/1/1984 y una disponibilidad de forraje de 3.370 kg/MS/ha en el rebrote 13 - 20/2/84.
- Mediciones del ambiente ruminal:
 - pH: utilizando peachímetro digital Dige - Sense.
 - Nitrógeno NH₃: por destilación con un aparato Bremer.
 - AGV: cromatografía en fase gaseosa.
 - Variables medidas en el líquido ruminal en las siguientes horas del día: 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 24.
 - El llenado ruminal se midió por vaciado manual al finalizar cada período experimental.
- Tasa de pasaje: Se utiliza el Cromo Mordiente como marcador fijado a la pared celular de la fibra de sorgo obtenida con fistulados de esófagos. Muestras de heces fueron tomadas desde las dos a 102 horas post dosificación del marcador.

* Trabajo presentado también, al Décimo Congreso Argentino de Producción Animal.

** Dr. e Ing. Agrónomo del INTA, Balcarce y la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, Argentina.

Determinaciones de desaparición de Proteína y Pared Celular mediante la técnica *in situ*:

- Material utilizado: forraje fresco picado - 15 grs. por bolsita (hojas).
- Horas de extracción: se extrajeron tres bolsitas por animal y hora de muestreo siendo las mismas: 2 - 4 - 6 - 8 - 12 - 16 - 24 - 30 - 36 - 48 - 54 - 60 - 72 - 78 - 96 post introducción de las mismas al rumen.
Los modelos utilizados para degradabilidad proteica y cinética de la digestión de la pared celular son citados en el trabajo de **Festuca** (Dinámica de la digestión ruminal de dos cultivos de **Festuca arundinacea**, en bovinos en pastoreo).
- Análisis estadísticos: se realizaron comparaciones de medias con Test de Tuckey.

Resultados

Se detectaron diferencias significativas en el pH ruminal, posiblemente por un aumento en el consumo de hidratos de carbono solubles debido a las panojas existentes. Esto se ve reflejado con una mayor concentración de ácido propiónico y AGV totales. Estos valores se encuentran, pese a un mayor volumen ruminal, en el primer crecimiento que en el rebrote que actuaría como factor de dilución (mayor consumo medido en rebrote. Chifflet de Verde *et al*, 1984) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características del primer crecimiento y el rebrote (análisis químico).

Ambiente Ruminal	Estado de Crecimiento					
	Primer crecimiento			Rebrote		
pH	6,04	±	0,18	6,41	±	0,2
N - NH ₃ mg/o/o	15,9	±	2,6	17,3	±	3,4
AGV	mmol/ml					
	Acético	57,8		56,4		
	Propiónico	17,5		14,6		
	Butírico	8,8		7,6		
Totales	89,46			83,27		

La fracción proteica degradable fue mayor en el rebrote, con una proporción soluble de la fracción degradable también mayor. Sin embargo, la concentración de N - NH₃ no difirió significativamente aunque es mayor en el rebrote (Cuadro 2).

Cuadro 2. Degradabilidad de las proteínas en dos estados de crecimiento de sorgo forrajero

	Estado de crecimiento					
	Primer crecimiento			Rebrote		
Fracción Proteica Degradable (o/o)	62.19	±	3.63	66.76	±	2.29*
Proporción de Proteína soluble de la Fracción Degradable (o/o)	22.3	±	1.08	40.2	±	1.12*
Velocidad de Degradación (o/o h ⁻¹)	2.79	±	0.33	2.05	±	0,31*

* Diferencia significativa ($P < 0,01$)

La tasa de degradación fue significativamente menor en el rebrote, mostrando algún factor limitante en el proceso digestivo ruminal. Las mismas tendencias se encuentran para la fracción fibra potencialmente digestible y tasa de digestión (Cuadro 3).

Cuadro 3. Desaparición de la pared celular de sorgo forrajero en dos estados de crecimiento

	Estado de crecimiento					
	Primer crecimiento			Rebrote		
Fracción Potencialmente Digestible (o/o)	61.70	±	3.92*	65.89	±	3.87*
Tiempo de Retardo de la Digestión (h)	3.70	±	1.22*	2.37	±	0.46*
Velocidad de Desaparición de la Pared Celular (o/o h ⁻¹)	3.27	±	0.47*	2.82	±	0.46*

* Diferencia significativa ($P < 0,05$)

En cuanto a los componentes de tasa de pasaje existen diferencias significativas en la tasa de recambio ruminal y tiempo medio de retención total, siendo el rebrote el que tiene una mayor tasa de pasaje (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes de la tasa de pasaje según estado de crecimiento

Tasa de Pasaje Componentes Tasa de Pasaje	Estado de crecimiento	
	Primer crecimiento	Rebrote
K ₁ %/h	2,3	3,4
K ₂ %/h	6,7	6,4
tiempo M Ret.	64,2	52,6

El peso fresco ruminal fue significativamente mayor en el primer crecimiento que en el rebrote, no llegando a ser significativa la diferencia en peso seco y contenido de pared celular del mismo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Llenado ruminal de novillos pastoreando sorgo forrajero en dos estados de crecimiento

Llenado ruminal	Estado de Crecimiento					
	Primer crecimiento			Rebrote		
Volumen (l)	84.3	±	7.49 *	73.1	±	5.79 *
Peso (kg)	73.1	±	10.03 *	63.9	±	5.08 *
Peso Seco (kg MS)	8.1	±	1.09 NS	7.2	±	0.9 NS
Contenido Pared Celular (kg FDN)	4.77	±	0.718 NS	4.44	±	0.674 NS

* Diferencia significativa ($P < 0,05$)

Conclusiones

- El menor llenado en contenido fresco ruminal del rebrote estuvo asociado a una mayor extensión de la digestión de la pared celular y menor tiempo de retención ruminal.
- Este menor contenido ruminal sugeriría que la digestión ruminal no controlaría el consumo, en forrajes de esta calidad.

DINAMICA DE LA DIGESTION RUMINAL DE DOS CULTIVARES DE *Festuca arundinacea* EN BOVINOS EN PASTOREO *

por F. Santini y A. García Astrada **

Introducción

La *Festuca* alta es una de las especies forrajeras más difundidas en la región pampeana argentina debido a su alta producción y persistencia. En la Estación Experimental del INTA Balcarce, se han realizado una serie de acciones para evaluar distintas variedades o cultivares de *Festuca* alta (Mazzanti, et al, 1982).

De estos trabajos surgieron dos cultivares promisorios para ser utilizados en la producción animal, como son el cultivo Maris Kasba (M. K.) y El Palenque (E. P.). Escuder, et al (1984) evaluaron el valor nutritivo de estas dos variedades en condiciones de pastoreo a través del consumo de MS y Digestibilidad *in vitro*.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- a) Evaluar la posibilidad de seleccionar variedades de *Festuca*, u otras especies, utilizando parámetros de la Dinámica Ruminal con animales en pastoreo.
- b) Comparar el grado de asociación entre las variables Consumo y Digestibilidad, con tasa de pasaje y tasa y extensión de la digestión de la pared celular, utilizadas por Mertens y Ely (1979) como indicadores potenciales del consumo.

Materiales y métodos

- Pastura: Se emplearon en cuatro parcelas de 2.500 m² cada una, dos de cada uno de los cultivares de *Festuca*, M. K. y E. P.
- Animales: Seis novillos A. A. provistos de fístulas ruminales, con un peso promedio de 394 kg. Los animales pastorearon libremente en las parcelas asignadas, excepto cuando se movilizaron para los muestreos correspondientes.
- Diseño: "Cross - over" para dos tratamientos, dos períodos y seis animales. Cada período experimental tuvo una duración de 15 días, 10 días de acostumbramiento a la dieta y cinco días de recolección de datos.

* Este trabajo fue presentado, también, en el Décimoprimer Congreso de Producción Animal.

** Dr. e Ing. Agrónomo, respectivamente, de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, Balcarce, Argentina.

— Variables medidas:

- a) Disponibilidad forrajera y calidad de la pastura. (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Tasa y extensión de la digestión de la pared celular.

	MK	EP
Tasa de digestión P. C. ‰/h	3,8 *	2,6
Extensión de la Digestión ‰	51,2 *	46,9

*: (P < 0,5)

Cuadro 2. Disponibilidad forrajera (kg MS/ha), porcentaje de MS y composición química de los cultivares de *Festuca*

Parámetros	PERIODO 1		PERIODO 2	
	MK	EP	MK	EP
Disp. Forrajera (kg MS/ha)	3.090	2.680	2.550	3.420
‰ MS	24,3	24,1	35,1	35,8
Dig. in vitro MS (‰)	53,7	55,1	52,2	50,2
PB (‰)	15,0	11,0	13,1	10,1
FDN (‰)	66,2	68,5	68,2	70,8

- b) Ambiente ruminal.

pH: peachímetro digital.

N - NH₃: destilación en un aparato Bremer.

AGV: cromatografía de fase gaseosa, determinándose en el líquido ruminal a los siguientes horarios de muestreo: 10 - 13 - 16 - 19 - 01 y 07 horas.

Contenido ruminal: analizado manualmente al finalizar cada período.

- c) **Tasa de pasaje:** Se midió utilizando la técnica del Cromo Mordiente, descrito por Uden, Colucci y Van Soest (1980). Se utilizó extrusa obtenida mediante el empleo de novillos fistulados de esófago. Setenta gramos de extrusa tratada fueron introducidos vía ruminal. Las muestras de heces fueron extraídas en las siguientes horas, 0 - 6 - 12 - 18 - 24 - 36 - 48 - 60 - 72 - 84 - 96 y 120 post dosificación del marcador. En estas muestras se determina la concentración de Cr mediante el empleo de un Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Para describir la curva de excreción de Cr. en la MS fecal, se utilizó el modelo propuesto por Grovum y Williams (1973). Para la obtención del mejor ajuste de los parámetros se utilizó el programa de computación realizado por Fernández *et al* (1985), obteniéndose el tiempo de tránsito (tt), tiempo de retención ruminal (K₁) y tiempo de retención en ciego y colon (K₂).
- d) **Técnica in situ:** Se utilizó para describir la desaparición de la Pared Celular y Proteína de la muestra incubada según Mehrez y Orskov (1977). Se usó una bolsita: 17 x 7 cm con un tamaño de poro de 10 x 10 um. Se utilizó material fresco picado con una picadora de carne - 15 grs. de MS (aproximadamente 4 grs. MS). Dos bolsitas por animal y hora de muestreo fueron removidas a las 6 - 9 - 12 - 18 - 24 - 36 - 48 y 60 horas de introducidas en el rumen, analizándose la Proteína y FDN. Para describir la cinética de digestión de la fibra se utilizó el modelo propuesto por Mertens y Loften (1980), siendo esta una ecuación de cinética de primer orden con un tiempo de retardo. La degradabilidad efectiva de la proteína se estimó utilizando la ecuación sugerida por Orskov y McDonald (1979).

Resultados

- El pH difirió significativamente no estando explicado por el contenido de F. D. N. de las dietas (Cuadro 3 y Figura 1).

Cuadro 3. Evolución del pH ruminal en los distintos muestreos del día

Horas del día	Significancia de los efectos *	MK	pH	EP
10	T	6,63		6,35
13	T,P	6,29		6,01
16	NS	6,23		6,13
19	P	5,95		5,82
01	NS	6,24		6,24
07	T,P	6,47		6,19
Promedio diario	T,P	6,31		6,12

* T indica efecto tratamiento; P significa efecto período y NS denota que no hubo efecto tratamiento, efecto período ni efecto animal. El nivel de significancia utilizado fue del 5 %

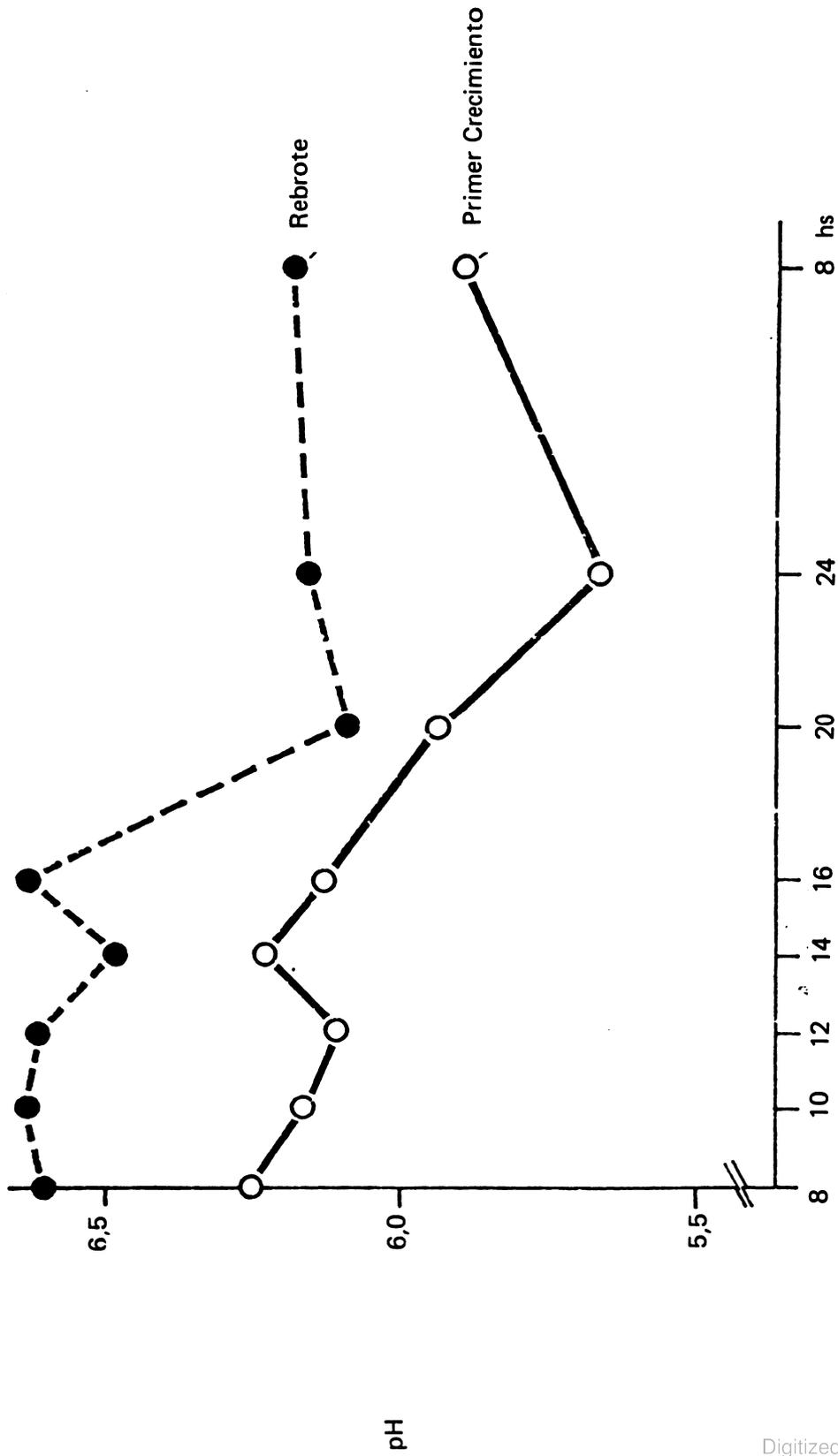


Figura 1. Variaciones en el pH en el licor ruminal a lo largo del día

- El Nitrógeno $\text{-NH}_3\text{-}$ difirió ($P < 0.05$) entre tratamientos, explicado esto por el mayor contenido de P. B. y tasa de digestión de la proteína.
Es necesario considerar las diferencias en el contenido ruminal entre las variedades, que pudieron llevar a una menor concentración de N - NH_3 en E. P. debido a un efecto de dilución. La concentración de N - NH_3 aisladamente no sería un parámetro confiable (Cuadro 4 y Figura 2).

Cuadro 4. Concentración de N - NH_3 en el rumen (mg/100 ml de fluido ruminal), en los distintos muestreos del día

Horas del día	Significancia de los efectos *	N - NH_3 (mg/100 ml)	
		MK	EP
10	NS	7,75	4,62
13	T	9,29	5,28
16	T,P	8,69	5,87
19	NS	11,52	8,56
01	NS	5,98	4,90
07	NS	6,54	6,60
Promedio diario	T	8,33	5,98

* T significa tratamiento; P indica efecto período; NS denota que no hubo efecto tratamiento, ni efecto período, ni efecto animal. El nivel de significancia utilizado fue del 5 %

- Se detectaron diferencias para el Ac. Ac. y ácido butírico no modificándose el contenido de propiónico (Cuadro 5).
- El llenado ruminal difiere entre tratamientos siendo menores en Maris Kasba que en El Palenque, esto está asociado a la tasa de digestión y pasaje de la digesta. Factor por tener en cuenta en ensayos de ganancia de peso, no sólo en la comparación entre variedades sino el efecto debido al cambio de estado fenológico de las pasturas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido ruminal, volumen ruminal, densidad, proporción de PB y FDN del contenido ruminal

Parámetros	Significancia de los efectos *		
		MK	EP
Cont. ruminal (kg)	A,T,P	52,82	56,97
Volumen ruminal (lt)	A,P	59,41	64,36
Dens. ruminal (kg/lt)	NS	0,87	0,87
PB cont. ruminal (%) [■]	NS	14,22	13,97
FDN cont. ruminal (%) [■]	T	60,86	64,30

* A indica efecto animal; T significa efecto tratamiento; P denota efecto período y NS indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, períodos o animales.

■ Datos tomados solamente durante el segundo período.

El nivel de significancia utilizado fue del 5 %

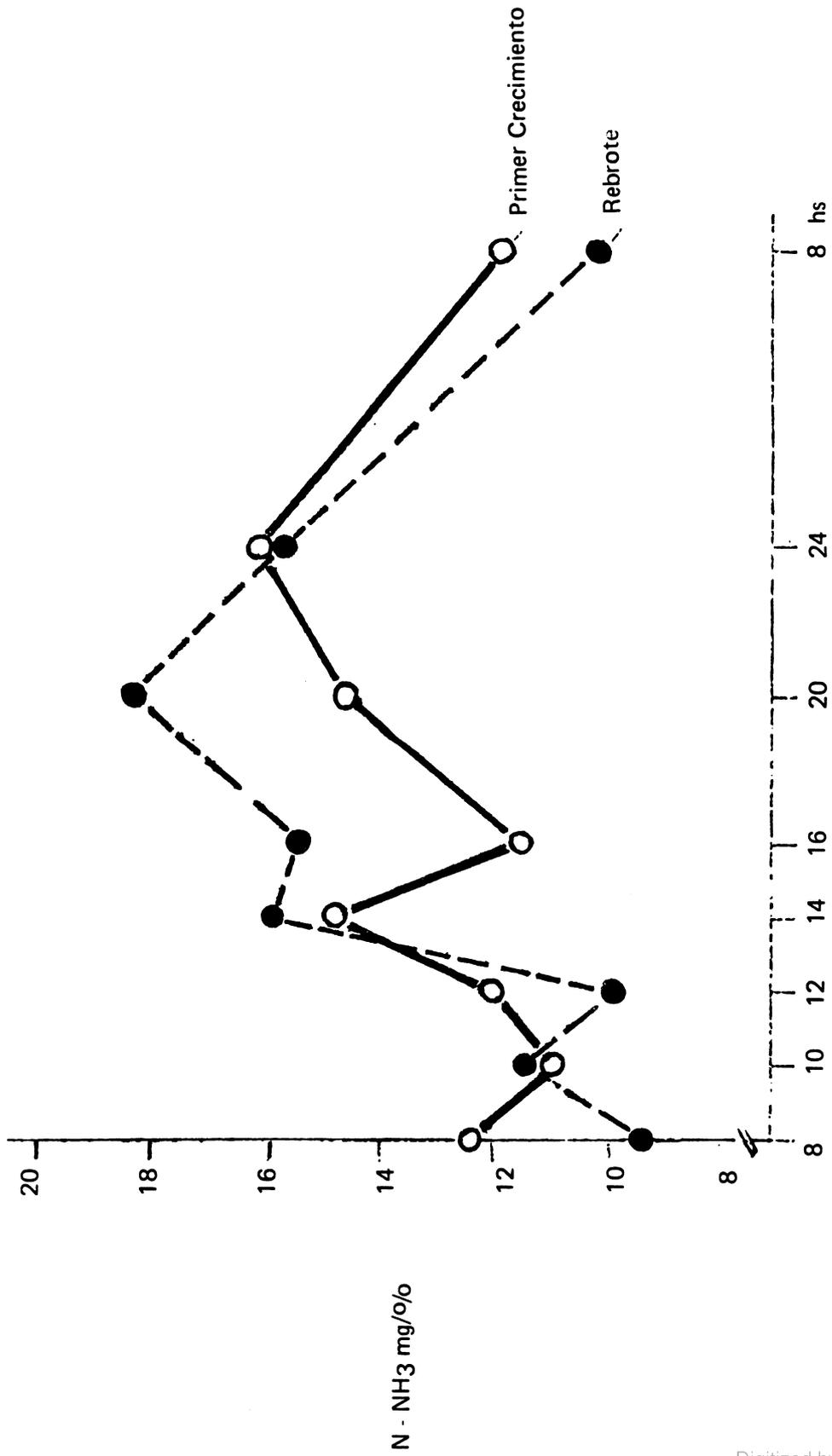


Figura 2. Variaciones de la concentración en N - NH3 en el licor ruminal a lo largo del día

Cuadro 5. Proporciones de ácido acético (C2), propiónico (C3) y butírico (C4), en los distintos horarios de muestreo del día.

Horas del día	Sig. de los efectos *	Acético		Sig. de los efectos *	Propiónico		Sig. de los efectos *	Butírico	
		MK	EP		MK	EP		MK	EP
10	NS	49,71	46,81	NS	24,26	24,11	T	19,88	24,53
13	NS	46,89	46,30	NS	25,11	23,65	T	21,11	25,85
16	NS	48,08	44,78	NS	25,06	22,90	T	20,88	26,98
19	NS	45,39	42,41	NS	24,16	23,38	T	22,33	26,83
01	T	48,55	46,40	NS	23,76	23,73	T	19,73	25,46
07	A,T	49,08	47,36	NS	24,90	24,46	T	19,95	23,41
Promedio diario	T,P	47,96	45,68	NS	24,46	23,70	T	20,76	25,51

* A significa efecto animal; P indica efecto período; T denota efecto tratamiento y NS indica que no se detectaron diferencias entre tratamientos, entre períodos, ni entre animales.
El nivel de significancia utilizado fue del 5 %

- El tiempo de retención ruminal fue significativamente diferente entre tratamientos estando asociado a diferentes tasas de digestión de la Pared Celular, llenado ruminal y al porcentaje de F. D. N. del contenido ruminal (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tiempo de retención del alimento en el rumen, en el tracto posterior y tiempo medio de retención total de la digesta en el tracto gastrointestinal

Parámetros	Significancia de los efectos *	MK	EP
K ₁ (h) ^a	T	23,04	28,24
K ₂ (h) ^b	A,T	10,70	12,42
TT (h) ^c	P	10,00	9,83
TMRT (h) ^d	T	43,74	50,49

* A indica efecto animal; T significa efecto tratamiento; P denota efecto período y NS indica que no existieron diferencias entre tratamientos, entre períodos o entre animales.

a: Tiempo de retención del alimento en el rumen.

b: Tiempo de retención del alimento en el tracto posterior.

c: Tiempo a la primera aparición del marcador en heces.

d: Tiempo medio de retención total de la digesta en el tracto gastrointestinal.

El nivel de significancia utilizado fue del 5 0/o.

- La degradabilidad proteica efectiva no difirió entre tratamientos, dado que hubo un efecto de compensación entre la tasa de digestión y la tasa de pasaje (Cuadro 8).

Cuadro 8. Solubilidad del N, desaparición del N a las 72 horas de incubación, proteína degradable no soluble, tasa de desaparición de la proteína y degradabilidad efectiva de las proteínas en el rumen

Parámetros	Significancia de los efectos *	MK	EP
Solub. N (0/o)	T	8,71	18,05
Prot. deg. no soluble (0/o)	T	34,98	21,25
Des. N 72 h inc. (0/o)	NS	43,69	39,30
Tasa desap. PB (0/o)	NS	5,57	4,35
Deg. ef. PB (0/o) [■]	NS	28,32	28,85

* T significa efecto tratamiento y NS indica que no se detectaron diferencias entre animales, entre períodos ni entre tratamientos.

■ Datos calculados a partir de la ecuación de Orskov y Mc Donald (1979)

$$P = (a + b \cdot c / (c + k))$$

El nivel de significancia utilizado fue del 5 0/o

- La tasa y extensión de la digestión difirieron significativamente, estando esto reflejado en la diferencia en tasa de pasaje y contenido ruminal.

Conclusiones

- La metodología aplicada fue sensible como para detectar no solamente diferencias entre tratamientos, sino también entre períodos. Este tipo de análisis podría utilizarse para la selección de variedades.
- Se encontró una buena relación entre los parámetros medidos: tasa de pasaje, tasa y extensión de la digestión de la Pared Celular con consumo medido en condiciones de pastoreo, confirmando lo expresado por Mertens y Ely (1979).

Literatura citada

1. ESCUDER , C. J., CHIFFLET de Verde, S. y ASSUERO, S. Valor nutritivo de dos variedades de *Festuca arundinacea* (Schreb) en condiciones de pastoreo. Décimo Congreso Argentino de Producción Animal. Rosario, Argentina pp. 45 - 6. 1984.
2. FERNANDEZ, H. H., et al. Velocidad de Pasaje de la Pared Celular de un heno de Agropiro suplementado con distintos niveles energéticos. Tesis M. S. UNMDP. Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina. 1985.
3. GROVUM, W. L. and WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate constance derived from the changes in concentration of marker in faeces. British Journal of Nutrition 30: 313 - 29. 1973.
4. MAZZANTI, A., GONZALEZ, E. P. y AROSTEGUY, J. C. Evaluación de variedades forrajeras perennes. Memoria Dept. Prod. Anim. Est. Exp. Balcarce. INTA Argentina. 1982.
5. MEHREZ, A. Z. and ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal of Agricultural Sciences Cambridge 88: 645 - 50. 1977.
6. MERTENS, D. R. and LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage utilization. A dynamic model evaluation. Journal of Animal Science 54: 895 - 905. 1980.
7. ——— and ELY, L. D. Relationship of rate and extent of digestion of forage utilization. A dinamyc model evaluation. Journal of Animal Science 54: 895 - 905. 1982.
8. ORSKOV, E. R. y McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Sciences Cambridge 92: 499 - 503. 1979.
9. UDEN, P., COLUCCI, P. E. y VAN SOEST, P. J. Investigation of Chromium Cerium and Cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. Journal Science Food. Agric. 31: 625 - 32. 1980.

DIGESTIBILIDAD Y TASA DE DIGESTION DE FORRAJES DE BAJA CALIDAD. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON NITROGENO Y ALMIDON

por O. E. Melo, M. C. Bulashevich, A. R. Castillo,
G. P. Bollati y R. A. Peuser *

Introducción

En la zona semiárida central de la República Argentina, caracterizada por poseer precipitaciones estivales, el recurso forrajero más abundante en la temporada invernal es el forraje producido durante el crecimiento estival acumulado, cuyo uso ha sido diferido. Este recurso forrajero proporciona alimentos no limitantes en volumen pero de bajo valor nutritivo, debido a su alto contenido de hidratos de carbono estructurales y su escaso nivel proteico, lo cual limita su digestión y consumo.

Con base en esto se planteó un primer ensayo que consistió en evaluar el efecto de la suplementación nitrogenada sobre la digestibilidad aparente y tasa de digestión de dos forrajes: Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) y Pasto Llorón (*Eragrostis curvula* Schrad Ness cv. Tanganika) diferidos.

Materiales y métodos

Se trabajó con la técnica de digestión *in situ* (Orskov, Deb Hovell y Mould, 1980) con novillos Holando Argentino de cuatro años, fistulados en el rumen.

Resultados

En las Figuras 1 y 2 se observa el efecto de la suplementación nitrogenada, con y sin suplemento (C/N y S/N). En la Figura 1, las curvas fueron ajustadas por regresión de acuerdo a un modelo potencial $y = a x^b$, donde y = tasa de digestión, x = tiempo de permanencia de la muestra en el rumen y se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$y = 3.11 x^{0.5650}$	$R^2 = 0.96$ (P. LI, S/N)
$y = 4.17 x^{0.5344}$	$R^2 = 0.98$ (P. LI, C/N)
$y = 4.01 x^{0.5496}$	$R^2 = 0.95$ (G. R, S/N)
$y = 5.83 x^{0.4908}$	$R^2 = 0.97$ (G. R, C/N)

* *Técnicos del Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UCC - UNC - CONICET) Córdoba, Argentina*

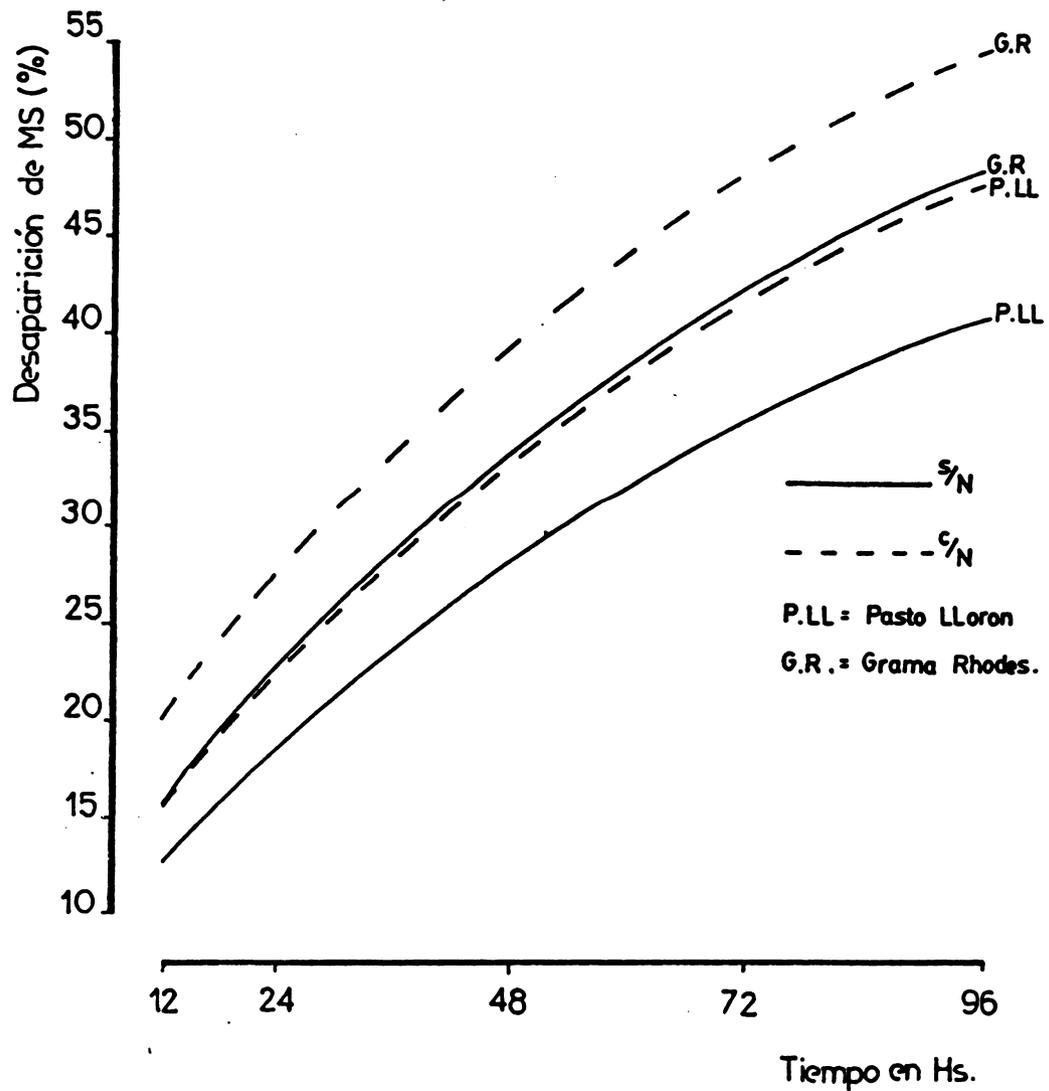


Figura 1. Dinámica de la desaparición de la materia seca de Grama Rhodes y pasto llorón con y sin nitrógeno, en función del tiempo de incubación en el rumen

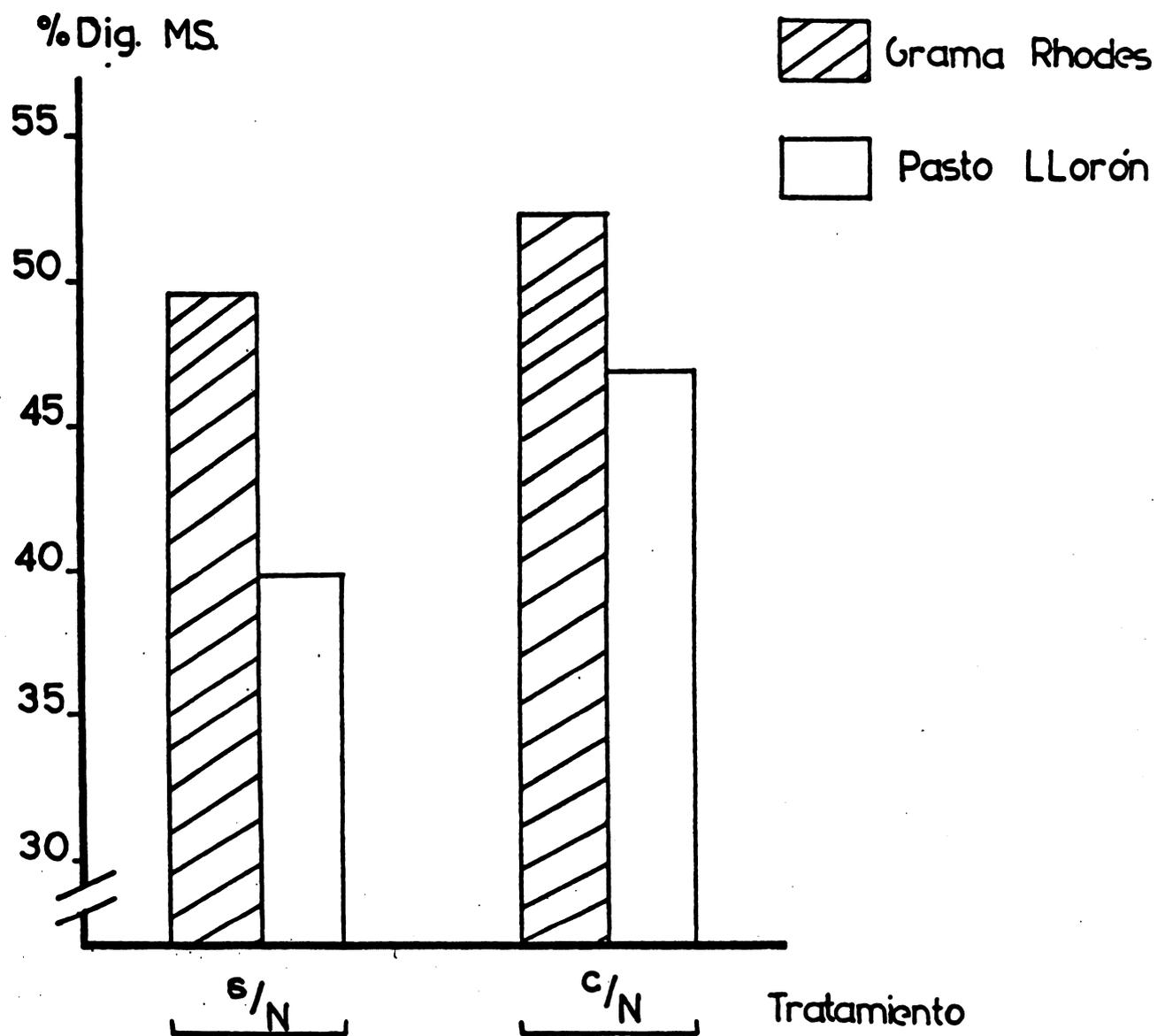


Figura 2. Digestibilidad aparente de Grama Rhodes y pasto llorón con y sin nitrógeno

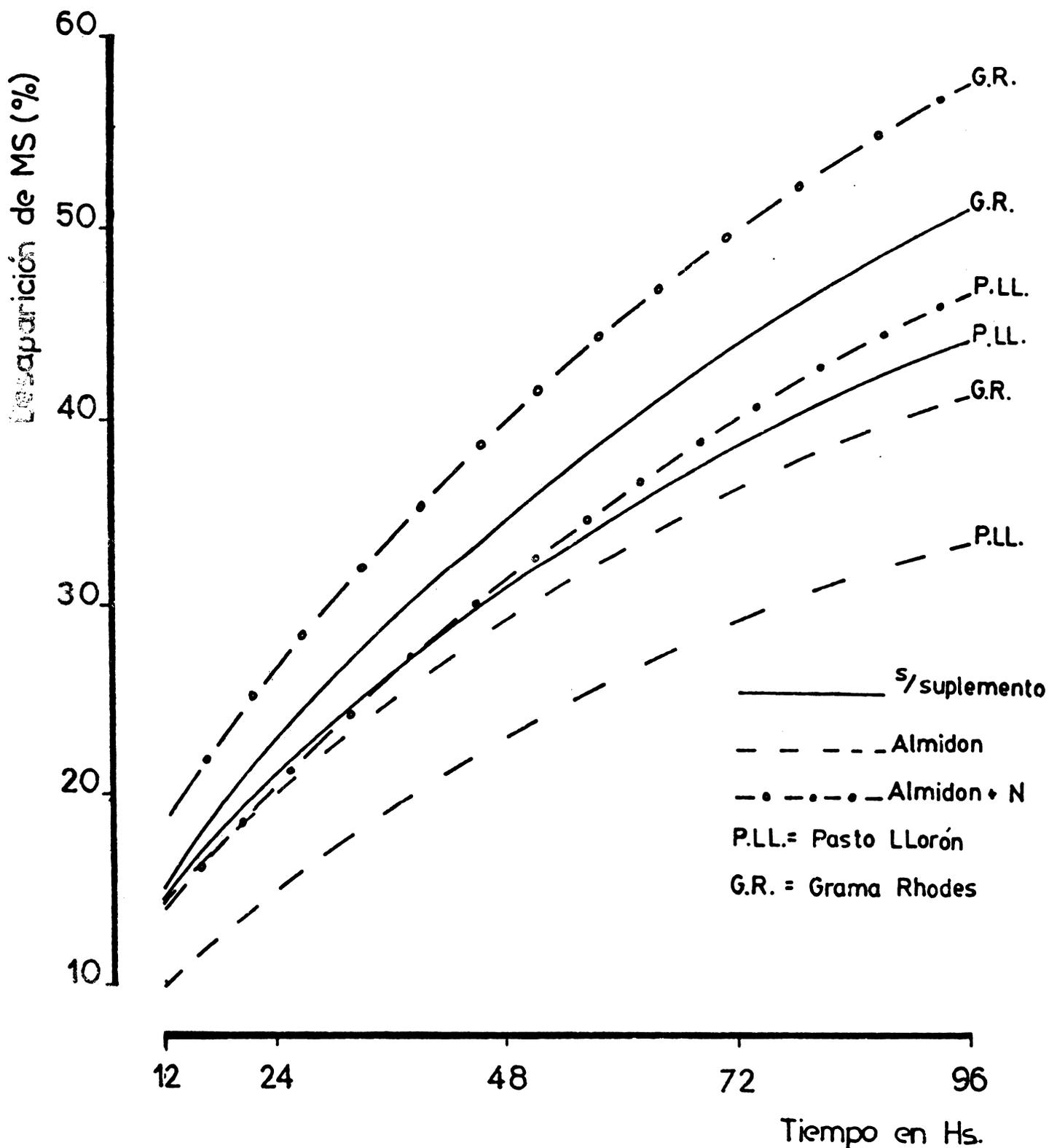


Figura 3. Dinámica de la desaparición de la materia seca de Grama Rhodes y pasto llorón sin suplemento, con almidón y con almidón más nitrógeno, en función del tiempo de incubación en el rumen

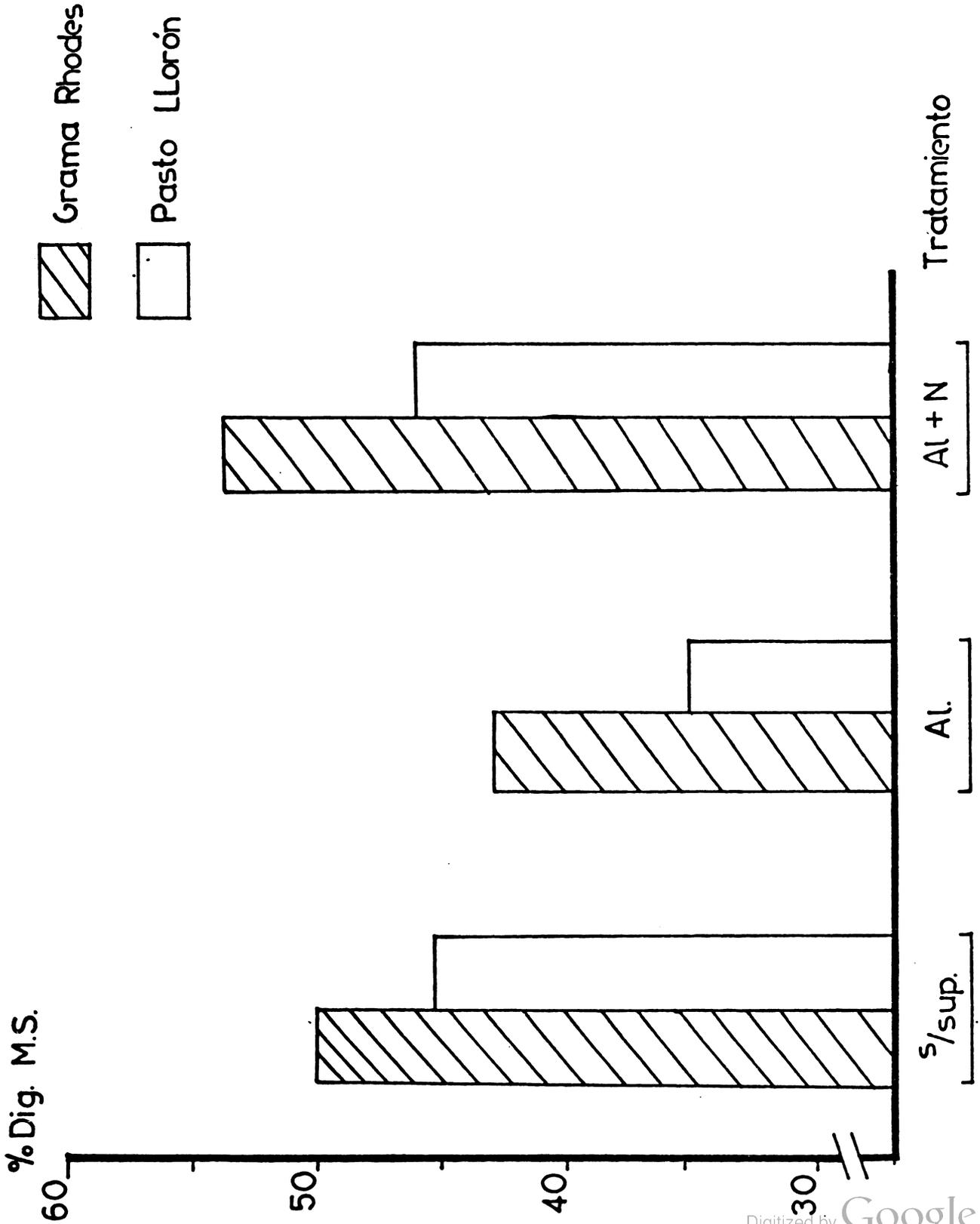


Figura 4. Digestibilidad aparente de Grama Rhodes y pasto llorón sin suplemento, con almidón y con almidón más nitrógeno

Por medio de la suplementación nitrogenada se mejoró la tasa de digestión y digestibilidad aparente, pero este nivel sería insuficiente para cubrir la demanda energética de los animales (mantenimiento y producción) (Melo, Cangiano, Carranza y Bolero, 1982). En función de ello se planteó un segundo ensayo utilizando grano de sorgo como suplemento energético (AI) y éste combinado con nitrógeno no limitante (AI - N), ambos respecto a un testigo (S/Supl.).

Las curvas de la Figura 3, responden a las siguientes ecuaciones:

$y = 3.71 \times 0.5772$	$R^2 = 0.99$ (G. R. S/Supl.)
$y = 3.99 \times 0.5144$	$R^2 = 0.99$ (G. R. AI)
$y = 4.77 \times 0.5454$	$R^2 = 0.96$ (G. R. AI + N)
$y = 3.72 \times 0.5441$	$R^2 = 0.98$ (P. LI S/Supl.)
$y = 2.34 \times 0.5841$	$R^2 = 0.99$ (P. LI AI)
$y = 2.71 \times 0.6262$	$R^2 = 0.98$ (P. LI AI + N)

Se produjo una depresión por el agregado de hidratos de carbono fácilmente fermentecibles (AI) respecto del testigo (S/Supl.) tanto en la digestibilidad aparente como en la tasa de digestión (Figuras 3 y 4), el cual se debería a una fuerte competencia por nitrógeno entre organismos celulolíticos y amilolíticos en el rumen (Hungate, 1966). Esto se vería favorecido por el bajo contenido de PB (7.2 por ciento) del grano y su baja degradabilidad en el rumen (ARC, 1980).

Con el agregado de N (AI + N) se eliminó el efecto depresivo y se recuperó la digestibilidad del testigo en Pasto Llorón y se mejoró en Grama Rhodes.

Es factible la utilización de forrajes de baja calidad suplementados energéticamente sin afectar su digestibilidad y tasa de digestión, mediante el agregado de nitrógeno fácilmente utilizable en el rumen.

Literatura citada

1. AGRICULTURAS RESEARCH COUNCIL (ARC) The nutrient requirement of ruminants livestock. C. A. B. Franham Royal, England, 3^o ed. 1980.
2. HUNGATE, R. E. The rumen and its microbes, Academic Press, New York and London, 533 p. 1966.
3. MELO, O. E., CANGIANO, C. A., CARRANZA, F. R., BOLERO, D. J. Efecto de la suplementación con urea sobre el consumo y digestibilidad del diferido de grama rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Revista Argentina de Producción Animal 2 (3): 254 - 262. 1982.
4. ORSKOV, E. R., DEB HOVELL, F. D. and MOULD, F. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5: 195 - 213. 1980.

DEGRADABILIDAD PROTEICA DE DISTINTOS SUPLEMENTOS EN EL RUMEN

por A. R. Castillo, M. C. Bulashevich, R. A. Peuser,
G. P. Bollati y O. E. Melo *

Introducción

En los últimos años se han publicado distintos trabajos con sistemas de alimentación que utilizan, para el cálculo de los requerimientos proteicos en ganado lechero, las fracciones degradables y no degradables de la proteína de los alimentos.

El presente trabajo, es parte de una serie de estudios tendientes a caracterizar la degradabilidad de la proteína de distintos alimentos utilizados en nuestro país, en ganado lechero.

Materiales y métodos

Para estimar la degradabilidad, se utilizó el método *in situ* o de la bolsa de nylon, según las recomendaciones descritas por Merhez y Orskov, 1977. La degradabilidad efectiva de la proteína (DEP), se calculó según la ecuación propuesta por Kristensen y otros (1982), asumiendo una tasa de pasaje de 4,4 por ciento/h. Se evaluaron los siguientes suplementos: soja grano (PB = 40,0 por ciento), soja expeller (PB = 50,1 por ciento), maní expeller (PB = 50,9 por ciento), girasol expeller (PB = 39,8 por ciento), soluble de pescado (PB = 23,8 por ciento), hez de malta (PB = 30,9 por ciento) y caseína.

Resultados

En la Figura se observa la dinámica de desaparición de la proteína bruta de las muestras, en función del tiempo de incubación en el rumen. Las curvas fueron ajustadas por regresión ($R^2 = 0.60$ a 1.00). Los valores estimados de DEP fueron los siguientes: 73,5; 49,6; 91,1; 72,5; 41,8; 45,0 y 99,5 por ciento, respectivamente.

Conclusión

- El conocimiento de la degradabilidad de la proteína en el rumen nos permite un mejor uso de la energía potencialmente digestible y cubrir con mayor precisión los requerimientos proteicos del animal.

* *Técnicos del Laboratorio de Nutrición Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC - UCC - CONICET), Córdoba, Argentina*

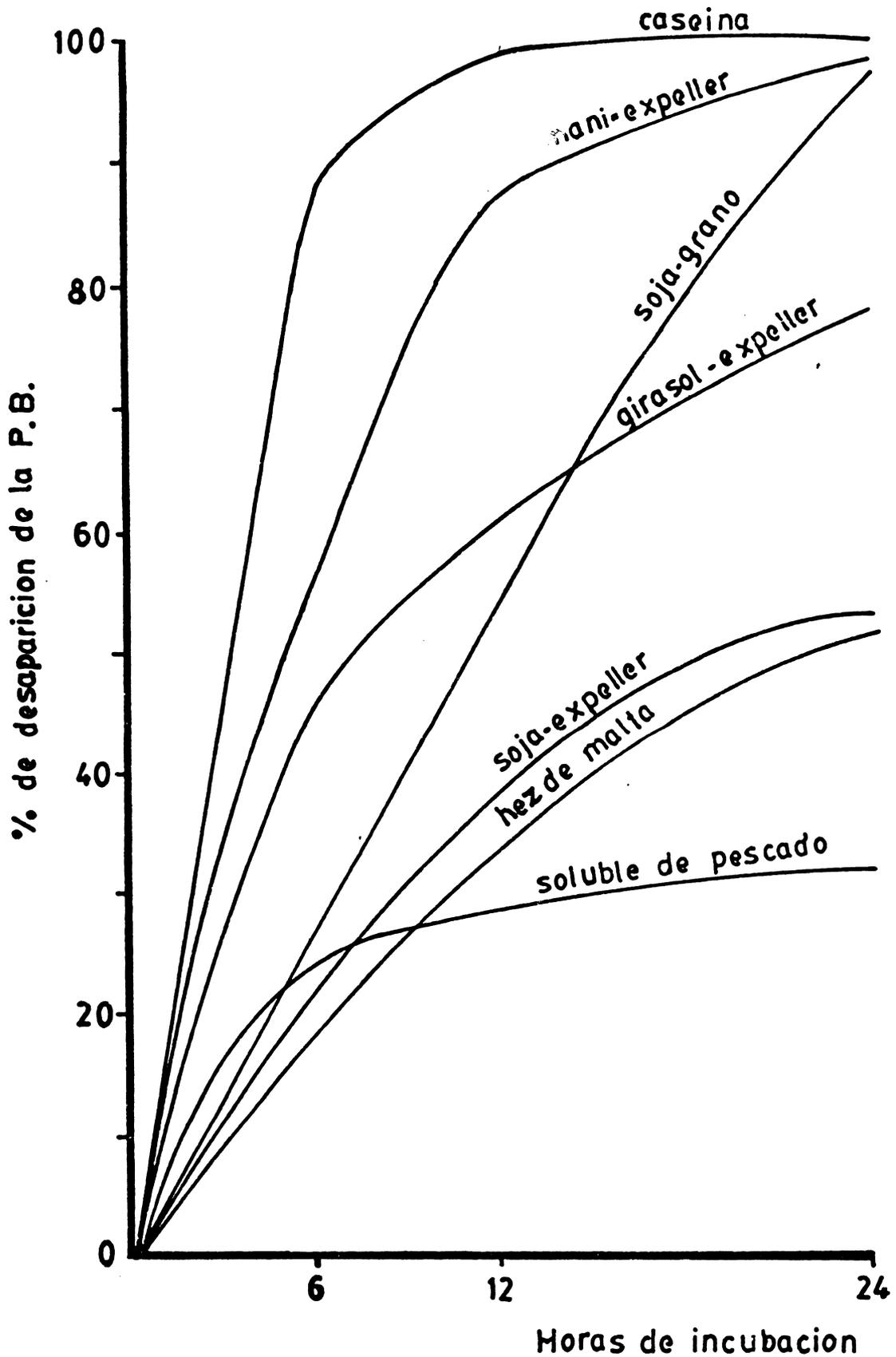


Figura 1. Dinámica de la desaparición de la proteína bruta de distintos suplementos proteicos e función del tiempo de incubación en el rumen

Literatura citada

1. MERHEZ, A. Z. and ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge* 88: 645 - 650. 1977.
2. KRISTENSEN, E. S., MOLLER, P. D. and HVELPLUND, T. Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined the outflow rate. *Acta Agric. Scandinavica* 32: 123 - 127. 1982.

MODIFICACION DEL PROCEDIMIENTO ANALITICO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO PARA MUESTRAS DE ALTO CONTENIDO DE ALMIDON

por J. L. Danelón, J. R. Kawas y M. R. Mattiacci *

Resumen

Se propone un nuevo método analítico para la determinación de fibra detergente neutro (FDN) en muestras de alto contenido de almidón. Para comprobar si el nuevo procedimiento producía pérdidas de hemicelulosa, en un estudio preliminar se analizó el contenido de FDN de cinco muestras de forrajes puros mediante el procedimiento original (Tratamiento A), una de sus modificaciones actualmente aceptada (Tratamiento B) y el método propuesto (Tratamiento C). El contenido de FDN de los forrajes no fue diferente ($P > 0,05$) entre tratamientos. En un segundo experimento, los mismos tratamientos se aplicaron a nueve materiales almidonosos. Las muestras con solución de detergente neutro se colocaron 10 minutos en una autoclave ajustada a 110° C. Luego se adicionó 0,5 ml de una solución de alfa - amilasa (Tipo XII A, *Bacillus licheniformis*) a la solución aún caliente. Luego de cinco minutos se filtró con el procedimiento habitual. La modificación propuesta (C) produjo valores de FDN que no difirieron significativamente ($P > 0,05$) de los obtenidos con el procedimiento B. Se discute la posibilidad de utilizar una enzima no resistente al calor. El nuevo procedimiento es más rápido y con la misma precisión y variabilidad analítica que la modificación aceptada del método original.

Introducción

La determinación de fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest, 1963) es casi universalmente utilizada para estimar la suma de hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas solubles, en lo que se conoce como componentes de la pared celular. Junto a la fibra detergente ácido, han reemplazado a las estimaciones de fibra cruda en los análisis de alimentos y han sido aceptadas, al menos parcialmente, por un ente oficial (Association of Official Analytical Chemists, 1980).

El procedimiento se basa en la determinación gravimétrica del material retenido (FDN) por la capa de vidrio poroso de un crisol Gooch, luego que la muestra fue hervida durante una hora en una solución de detergente neutro. Esta solución está compuesta por un detergente aniónico

* *Ingeniero Agrónomo; Doctor y Estadístico. El Ingeniero (MS) Danelón y el Estadístico (MS) Mattiacci son técnicos de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina. El Doctor Kawas, labora para el Convenio SR - CRSP/EMBRAPA, en Sobral, Ceará, Brasil.*

Los autores agradecen la colaboración del Sr. James Woodford en la realización de los análisis químicos de fibra detergente neutro

(lauryl sulfato de sodio) al 3 por ciento, que forma complejos solubles con las proteínas, por un agente quelante (EDTA) que previene la interferencia de cationes divalentes, etoxietanol para solubilizar los almidones y borato y fosfato de sodio para tapar el sistema de pH neutro y evitar la hidrólisis de la hemicelulosa (Robertson y Van Soest, 1981).

Si bien este método (convencional) fue originalmente desarrollado para forrajes, en los que no presenta inconvenientes, la difusión y aplicación del sistema de análisis a otros tipos de muestras creó nuevos problemas y la correspondiente necesidad de resolverlos.

El problema más frecuentemente encontrado en la determinación de FDN es la dificultad en el filtrado, debido a las altas concentraciones de almidón, mucílagos y gomas que exceden la capacidad de solubilización del detergente neutro. Esta situación es habitual trabajando con muestras de granos, silajes con alto contenido de grano (maíz o sorgo), o heces de animales alimentados con esas dietas. Estos materiales tienden a formar un gel de almidón o de proteína coagulada que impide o dificulta seriamente el filtrado produciendo sobreestimaciones de la FDN. El tapado del filtro impide el filtrado rápido de la solución hirviente y dificulta el lavado del residuo FDN, quedando éste contaminado con reactivos, almidones y otras sustancias y puede tomar desde varias horas hasta no filtrar en absoluto. Este problema ha sido mencionado por diversos investigadores, quienes recurrieron a procesar la muestra antes del análisis (Terry y Outen, 1973; McQueen y Nicholson, 1979) o al residuo (Shaller, 1976) o, como indican Robertson y Van Soest (1981) a la muestra durante la extracción con el detergente neutro.

Todos los tratamientos buscaban producir una hidrólisis enzimática por intermedio de diferentes enzimas y a diferentes concentraciones. Todos los autores mencionan menores porcentajes de FDN y mayor precisión.

Sin embargo, el almidón del endosperma de los granos está en forma cristalina y para que la amilasa pueda digerirlo, o el detergente neutro solubilizarlo, es necesario destruir previamente la estructura cristalina mediante algún proceso de irrupción física, tal como la gelatinización por calor. Mac Rae y Armstrong (1972), lograron este efecto mediante el tratamiento de las muestras en autoclave.

El objetivo del presente trabajo fue examinar la factibilidad de mejorar y facilitar las determinaciones de FDN de materiales altamente almidonosos mediante el tratamiento de las muestras en autoclave con el detergente neutro.

Materiales y métodos

En el Laboratorio de Nutrición del Dpto. de Lechería de la Universidad de Wisconsin, Madison (EE. UU.), fueron analizadas cinco muestras de forrajes puros (alfalfa pelletizada, alfalfa henoificada en tres estados de madurez y ensilaje de alfalfa) y nueve muestras de diversos materiales (grano de maíz, de avena, heces, ensilaje de maíz y cinco diferentes clases de concentrados) secadas en estufas y molidas por malla de 1 mm, en su contenido de FDN, por tres laboratoristas, utilizando dos modificaciones del procedimiento original desarrollado por Van Soest y Wine (1967).

Los métodos analíticos usados fueron:

Procedimiento A: Fue básicamente el método original de Van Soest y Wine (1967), excepto que, de acuerdo con Goering y Van Soest (1970), el decalín y el sulfito de sodio fueron omitidos. En consecuencia, el detergente neutro contenía: 30 g de lauryl sulfato de sodio; 5,7 g de fosfato di-sódico, y 10 ml de etoxietanol por cada litro de solución. Durante una hora fue hervido 1 g de muestra con 100 ml de detergente, filtrándose inmediatamente después por un crisol de capa filtrante.

Procedimiento B: Corresponde a Robertson y Van Soest (1981). Durante 30 minutos fue hervido 1 g de muestra en 50 ml de solución de detergente neutro. Luego se agregaron 2 ml de una solución de alfa - amilasa (*Bacillus subtilis*, tipo III A) conteniendo 20 mg/ml y 50 ml de detergente neutro frío. Se llevó nuevamente a ebullición por media hora más y se filtró como en el tratamiento anterior.

Procedimiento C: Es el método propuesto. Se colocó un gramo de muestra, con 50 ml de detergente neutro durante 10 minutos, en una autoclave ajustada a 110° C. Seguidamente y con la solución aún caliente, se agregó 0,5 ml de una solución de alfa-amilasa tipo XII A (*Bacillus licheniformis*, resistente al calor), dejando actuar por cinco minutos. Después de solubilizar el almidón con la enzima se filtró como en los tratamientos anteriores.

Todos los reactivos fueron de grado analítico. Todas las determinaciones fueron duplicadas por cada uno de los analistas. Los crisoles de capa filtrante fueron siempre marca Pyrex de porosidad 1 (90 - 150 mm).

Sobre los resultados obtenidos en el Grupo de Trabajo Estadístico, Diseño y Computación de la EEA Rafaela se efectuó un análisis de la variancia para un diseño en bloques completos aleatorios con submuestreo y arreglo factorial 3 x 3 (métodos x analistas) con la siguiente partición de los grados de libertad:

Fuentes de Variación	G. L.
Bloques	$r - 1$
Tratamientos	$ab - 1$
Métodos (A)	$a - 1$
Analistas (B)	$b - 1$
Interacción (A x B)	$(a - 1) \cdot (b - 1)$
Error experimental	$(r - 1) \cdot (ab - 1)$
Sub total	$rab - 1$
Error de muestreo	$(rab) \cdot (s - 1)$
Total	$rabs - 1$

Cuadro 1. Porcentajes de FDN de cinco diferentes muestras de forrajes puros, obtenidos por tres analistas aplicando tres procedimientos diferentes

	Analista 1 Métodos			Analista 2 Métodos			Analista 3 Métodos		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Alfalfa pellets	51,0	51,3	50,7	51,5	51,4	51,1	51,3	51,4	51,4
Heno alfalfa, 1 100 %/o florac.	57,0	57,3	57,6	57,4	57,4	57,2	57,5	57,1	56,5
Heno alfalfa 2 100 %/o florac.	50,1	50,3	50,1	51,0	51,0	50,9	51,1	50,0	50,7
Heno alfalfa 3 prefloración	41,2	41,0	41,2	41,3	41,0	40,8	41,2	41,0	40,8
Ensilaje alfalfa	39,2	39,2	39,4	39,1	39,0	39,0	39,1	39,2	39,0
\bar{X}	47,7	47,8	47,8	48,0	47,9	47,8	48,0	47,7	47,7

Cuadro 2. Contenido de FDN de nueve muestras obtenidos por tres analistas que utilizaron tres procedimientos diferentes

Materiales	Analista 1 Métodos			Analista 2 Métodos			Analista 3 Métodos		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Grano maíz	29,4	10,9	10,7	28,4	12,5	10,8	26,2	11,0	10,9
Grano avena	28,4	26,3	26,5	29,0	27,2	26,6	29,2	26,0	26,3
Heces	55,5	49,9	49,4	56,9	49,6	49,6	54,8	50,7	49,5
Concentrado No 1	14,1	9,3	9,1	14,1	9,8	9,3	15,7	9,3	9,1
Concentrado No 2	20,6	17,4	16,8	22,4	17,1	16,7	22,1	17,5	16,9
Concentrado No 3	30,0	26,9	25,9	31,7	27,1	26,5	29,6	28,6	26,7
Concentrado No 4	35,7	34,3	32,9	37,4	34,4	33,8	36,9	34,6	34,0
Concentrado No 5	15,4	10,6	9,7	16,2	11,1	10,0	17,0	10,5	10,0
Ensilaje maíz	50,4	48,3	48,0	49,0	47,3	47,3	50,4	47,3	47,4
\bar{X}	31,1	26,0	25,4	31,5	26,2	25,6	31,3	26,2	25,7

El Cuadro 3 muestra los promedios, varianzas y errores estándar (E. E.) de todos los resultados de FDN (9 muestras x 3 analistas) en función de los diferentes métodos.

Cuadro 3. Medias de 27 resultados de análisis de Fibra Detergente Neutro (FDN) de muestras ricas en almidón obtenidos mediante tres métodos

Método analítico	\bar{X}
A – Estandar	31,287 a
B – Robertson y V. Soest	26,1363 b
C – Autoclave	25,5863 b

Nota: medias con letras distintas difieren significativamente según test de Tukey ($P < 0,01$)

Los promedios de cada tratamiento se compararon por medio de la prueba de Tukey encontrándose que el método A (considerado testigo), difirió significativamente ($P < 0,01$) de los otros dos procedimientos, no siendo diferentes estos últimos entre sí. Esto indicó que el método propuesto produce resultados similares a la modificación aceptada, propuesta por Robertson y Van Soest (1981).

La solución enzimática se puede adicionar en caliente a la muestra que fue tratada en autoclave, sólo si la enzima es resistente al calor; si la enzima alfa-amilasa no es resistente al calor, la solución se debe enfriar hasta que la temperatura sea la adecuada para permitir una máxima actividad enzimática.

El procedimiento de Robertson y Van Soest (1981) requiere ineludiblemente una enzima resistente al calor. Aunque en este trabajo no se la utilizó, la gelatinización del almidón producido por el tratamiento en autoclave, permite que la digestión enzimática se realice con amilasas lábiles en caliente, después de enfriar las muestras provenientes de la autoclave.

Las ventajas de usar una enzima no resistente al calor son el menor costo y su mayor disponibilidad en el mercado.

Conclusión

El tratamiento en autoclave de muestras ricas en almidón permite obtener estimaciones de la producción de FDN similares y con igual grado de variabilidad a los que se obtienen mediante el método de Robertson y Van Soest (1981), procedimiento corrientemente aceptado para este tipo de materiales, con la ventaja potencial (si se dispone de autoclave) de reducir el tiempo total (1 hora de ebullición vs. 10 minutos de autoclave). Además, si bien no fue verificado experimentalmente, existe evidencia acerca de la posibilidad de utilizar no sólo la mitad de muestra y de reactivos,

sin alterar los resultados ni disminuir la precisión del método sino, además, utilizar alfa-amilasas no resistentes al calor.

Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Official Methods of Analysis (13 (13th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington DC: pp. 134 - 135. 1980.
2. GIGEN, S., DORLEANS, M. and SAUVANT, D. Adaptation of the Van Soest method to a routine determination of concentrate feedstuffs. Commission of European Communities. Workshop on Methodology of Analysis of Feedingstuffs of Ruminants. European Van Soest Rings Test. Report of a meeting to discuss analytical results. Slugh Laboratory, England, 17 p. 1981.
3. GOERING, H. K. and VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook Nº 379. U. S. D. A., Agricultural Research Service. 1970.
4. McQUEEN, R. E. and NICHOLSON, J. W. Modification of the NDF procedure for cereals and vegetables by using alfa-amylase. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 62 (3): 676. 1979.
5. McRAE, G. and ARMSTRONG, J. G. Determination of starch as total alfa-linked glucosa polymers. Journal of Science and Food Agriculture 19: 578. 1972.
6. MONGEAUS, R. and BRASSARD, R. Determination of neutral detergent fiber, hemicellulose and lignin in breads. Cereal Chemist 56: 437. 1979.
7. ROBERTSON, J. B. and VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In w. p. t. James and O. Theander (Eds.). The Analysis of dietary fiber in Food. Dekker, New York. pp. 123 - 158. 1981.
8. SHALLER, D. Analysis of cereal products and ingredients. Cereal Food World. 21 (8): 426. 1976.
9. TERRY, R. A. and OUTEIN, G. E. The determination of cell wall constituents in barley and maize. Chem. Ind. 23: 1116. 1973.
10. VAN SOEST, P. J. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. Journal Association Official Analytical Chemists 46: 828. 1963.
11. ——— and WINE, R. H. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell - wall. Journal Association Official Analytical Chemists 50: 50. 1967.

ANEXO I

DINAMICA DE LA DIGESTION DE RUMIANTES: UN MARCO DE REFERENCIA

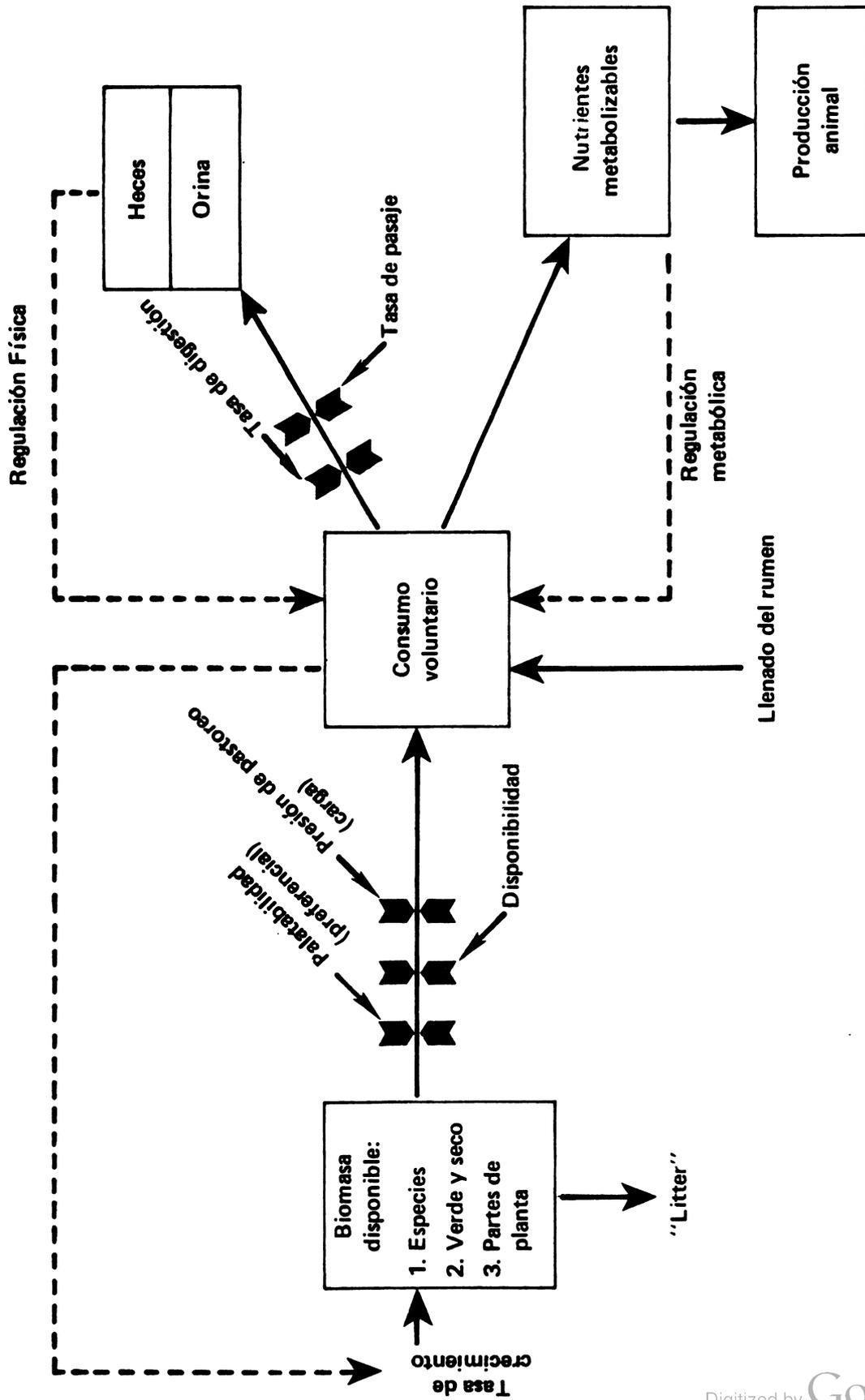
por C. Lascano - CIAT

Temario

1. **Importancia de estudiar la dinámica de la digestión.**
2. **Modelos propuestos para describir las tasas de pasaje y la capacidad digestiva.**
3. **Efectos de la dieta sobre el volumen, las tasas de pasaje y la digestión: áreas de discusión e investigación.**
4. **Modelos para describir la dinámica de la digestión. Areas de discusión e investigación.**
5. **Métodos para determinar la degradabilidad de las proteínas. Areas de discusión e investigación.**

Importancia de estudiar la dinámica de la digestión en rumiantes:

1. **Entender los factores que afectan el consumo voluntario de forrajes de diferentes niveles de digestibilidad con y sin concentrados.**
2. **Desarrollar cultivares con mayor potencial de consumo de nutrientes digeribles.**
3. **Ayudar en la formulación de modelos integrales de utilización de pasturas bajo pastoreo.**
4. **Ayudar en la formulación de prácticas de suplementación de energía o proteína para animales en pastoreo.**

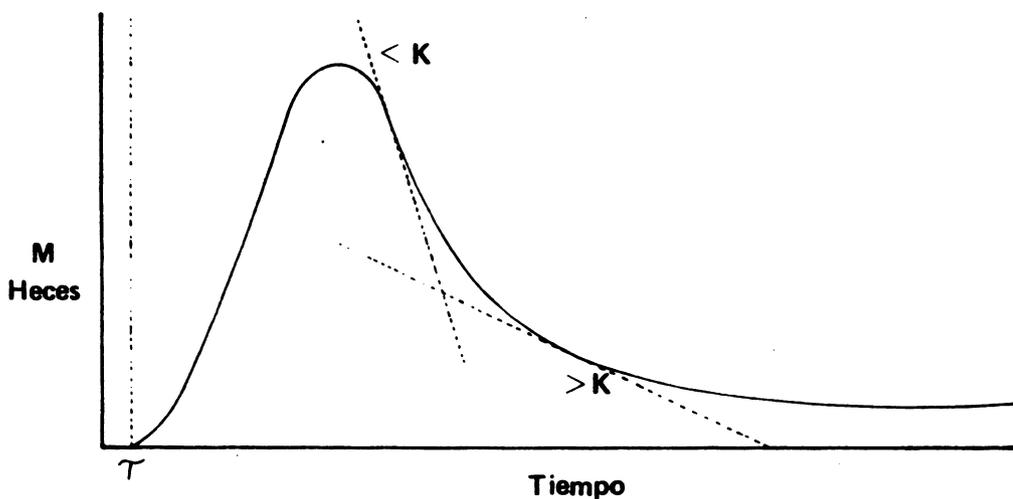


Modelo de utilización de pasturas bajo pastoreo.

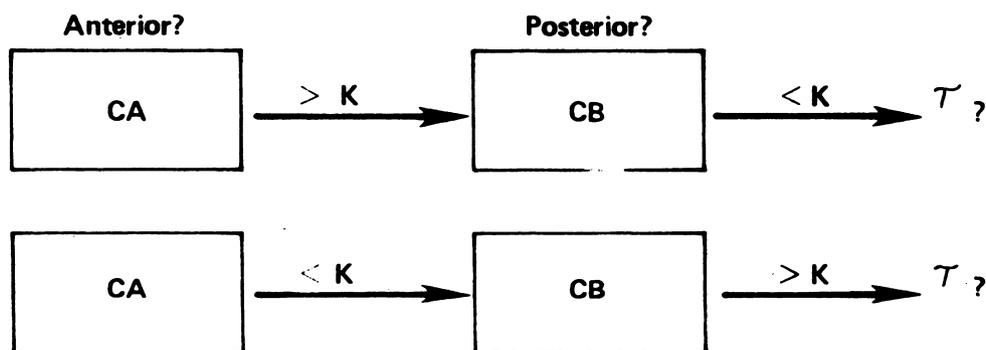
Modelos propuestos para describir tasas de pasaje y capacidad digestiva

1. Modelo de Blaxter et al (1956)
2. Modelo de Hungate (1966)
3. Modelo de Grovum y Williams (1973 A)
4. Modelo de Matis y Ellis (1972, 1979)

Curva de excreción y parámetros



TRACTO:



Donde: CA y CB Compartimentos

$> K$ = Tasa de pasaje rápida

$< K$ = Tasa de pasaje lenta

T = Tiempo de tránsito

Co = Concentración inicial marcados si hubiere habido mezcla instantánea (intercepto con eje de la y).

Resumen de modelos

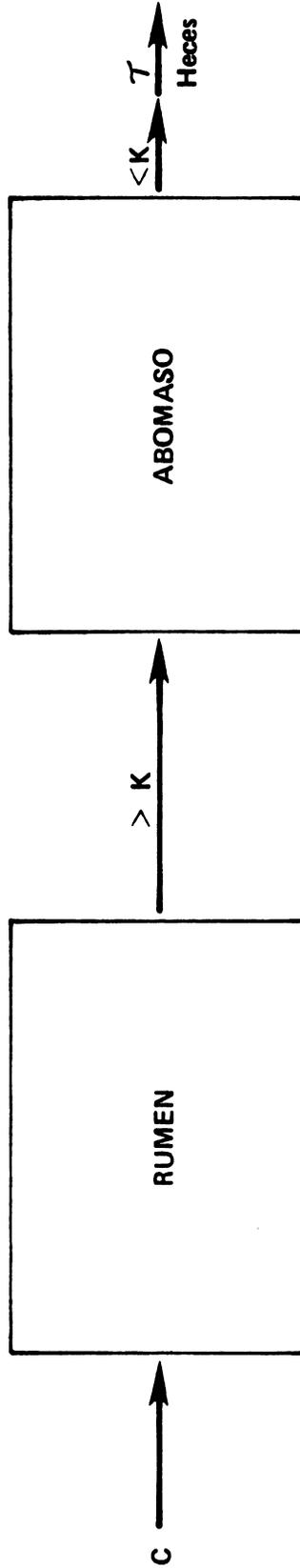
Blaxter:

1. Marcador: Partículas teñidas de forraje seco suministradas a carneros en una sola ración.
2. Tres tamaños de partícula (sin moler, molido - 0.6 mm y molido - 0.15 mm).
3. Tres niveles de consumo.

Resultados:

1. Tanto tamaño de partículas como nivel de consumo afectaron $> K$, $< K$ y \overline{T} .
Mayores efectos en: $> K$ y \overline{T} . (Mayor $> K$ y menor \overline{T} con menor tamaño de partícula y mayor nivel de consumo).
2. Eventos principales en el rumen por tanto:
 - $> K$ = Tasa de pasaje del rumen
 - $< K$ = Salida de abomaso
 - \overline{T} = Tiempo de tránsito de partículas entre duodeno y excreción heces.

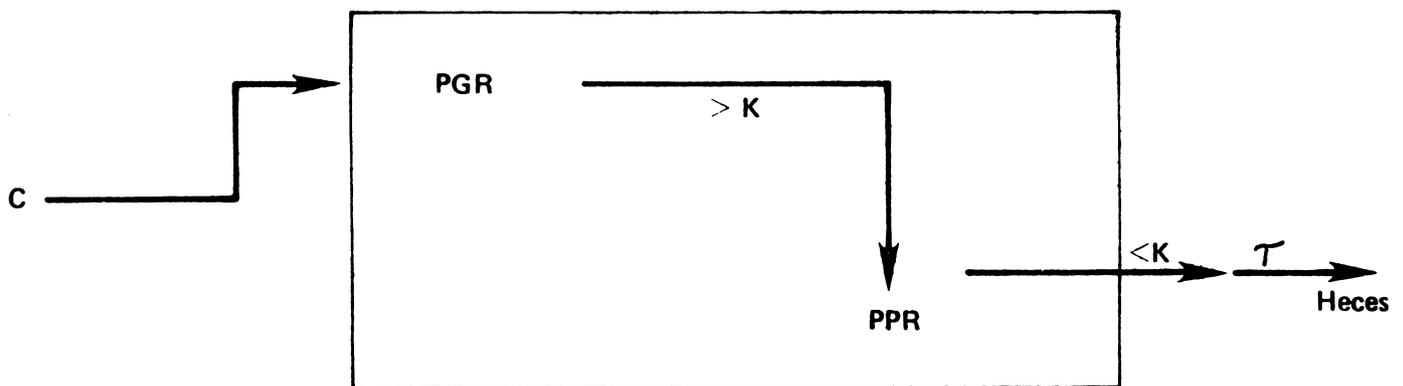
MODELO DE BLAXTER:



Hungate:

Interpretación de curvas de excreción de marcadores en heces después de una sola aplicación:

1. Atributos de la dieta y no compartimentos anatómicos eran responsables de las curvas de excreción de marcadores.
2.
 - a) Un compartimento: asociado con partículas grandes en el rumen (rumia) con una tasa que representa disminución de partículas que van a la fase líquida del rumen.
 - b) Un segundo compartimento: mezcla de partículas pequeñas en la fase líquida antes de salir del rumen.
 - c)
 - > K Reducción de partículas.
 - < K Salida de partículas pequeñas del rumen.

MODELO DE HUNGATE:

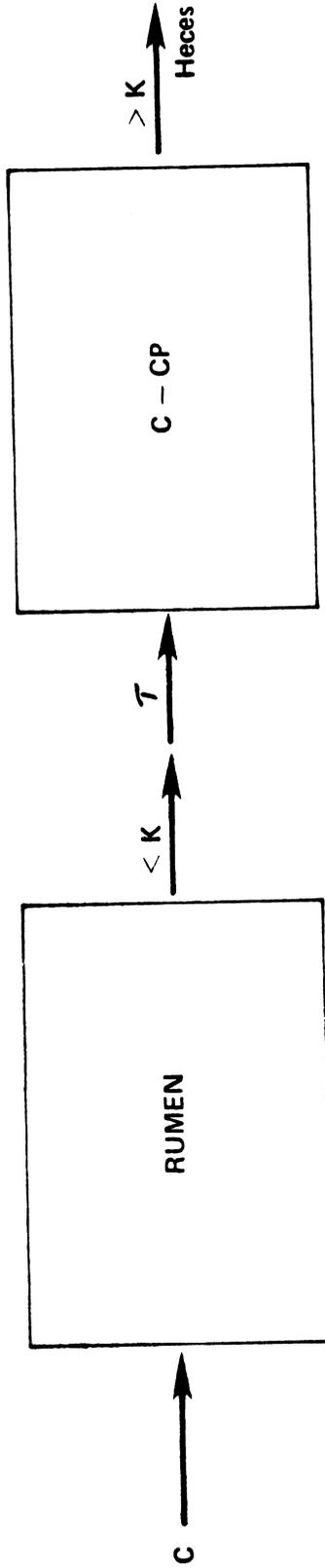
PGR = Partículas grandes rumen

PPR = Partículas pequeñas rumen

Grovum y Williams

1. Trabajos extensos con carneros utilizando partículas marcadas con ¹⁴⁴Ce introducidas y muestreadas de varios segmentos del tracto digestivo.
2. En base a los resultados proponen:
 - < K asociada con el retículo-rumen
 - > K asociada con el ciego y porción proximal del colon
 - ↗ segmento que conecta ciego y porción proximal del colon con porción distal del intestino grueso.
3. Verificación: Incrementos de niveles de consumo resultaron en aumentos en < K y > K tal como lo observó Blaxter. El efecto fue mayor en < K, contrario a lo observado por Blaxter.

MODELO GROVUM Y WILLIAMS:

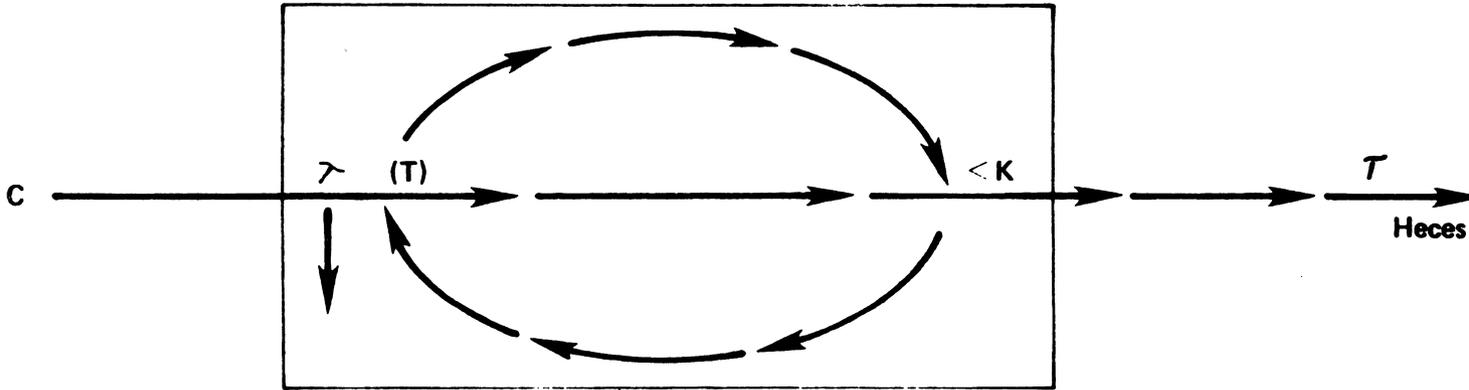


C - CP = Ciego - Colon posterior

Ellis y Matis

1. **Matis basado en resultados de Blaxter** asumió que la tasa rápida ($> K$) era dependiente del tiempo mientras que la tasa lenta ($< K$) era independiente de tiempo para desarrollar un modelo de ajuste a curvas de excreción de marcadores en heces.
2. El modelo propuesto ($(62, 61) \tau$) con $> K$ con dependencia de tiempo ajustó mejor los datos de excreción que cuando se usó un modelo ($(61, 62) \tau$).
3. Resultados de experimentos donde se ha utilizado el modelo ($(62, 61) \tau$) indican que ambas tasas ($> K$ y $< K$) están asociadas con eventos en el rumen, con K (independiente de tiempo) siendo similar numéricamente en el rumen, abomaso y heces. (Figura).
4. La tasa dependiente de tiempo (f_1) representa la velocidad de mezcla de partículas recién ingeridas con partículas ya existentes en el rumen y además la tasa de disminución de tamaño de partículas.
5. La tasa independiente de tiempo ($> K_2$) representa la velocidad de pasaje de partículas del rumen.
6. τ representa tiempo de tránsito entre el rumen y la excreción de partículas en las heces.

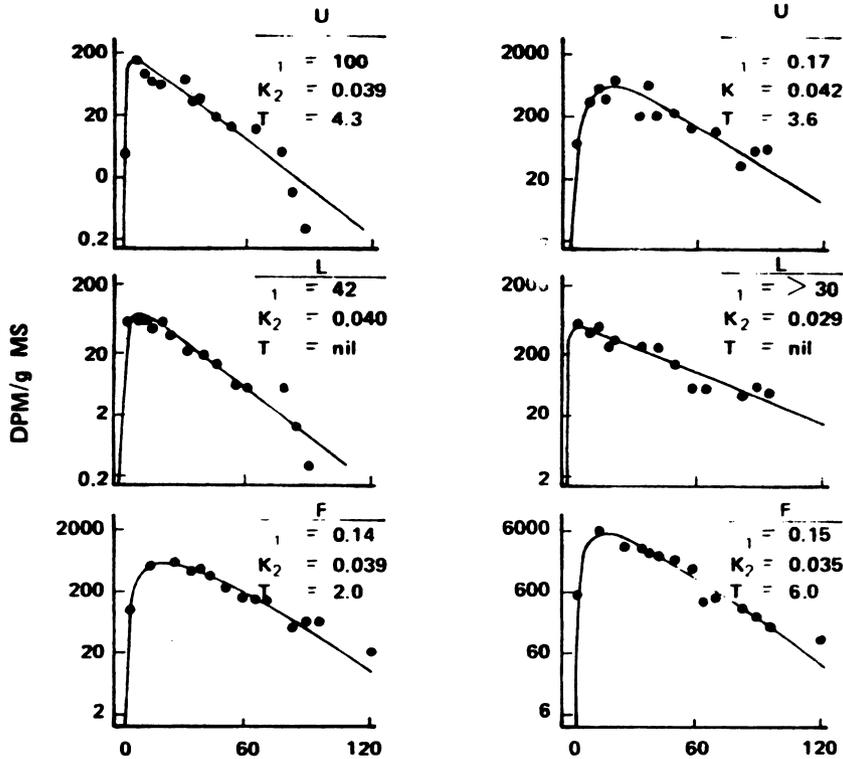
MODELO MATIS Y ELLIS:



$\lambda (T) =$ Tasa de mezcla dependiente de tiempo.

$> 2360 \text{ H} -^{169} \text{ y b}$
ANNO = 3B

$2360/1000 \text{ T} -^{141} \text{ ce}$
ANNO = 3B



HORAS POST-DOSIS

Efectos de la dieta sobre el volumen y la tasa de pasaje y digestión: Areas de discusión e investigación.

Principales correlaciones reportadas:

1. Correlaciones (+) entre velocidad de pasaje y nivel de consumo (Cuadro).
2. Correlaciones (+) entre velocidad de pasaje y nivel de forraje en la dieta (Cuadro).
3. Correlaciones (-) entre velocidad de pasaje y digestibilidad (Cuadro).

Relación de nivel de consumo con parámetros del modelo

Relaciones básicas

a) $\text{Consumo} = \frac{\text{Excreción de heces}}{\text{Indigestibilidad}}$

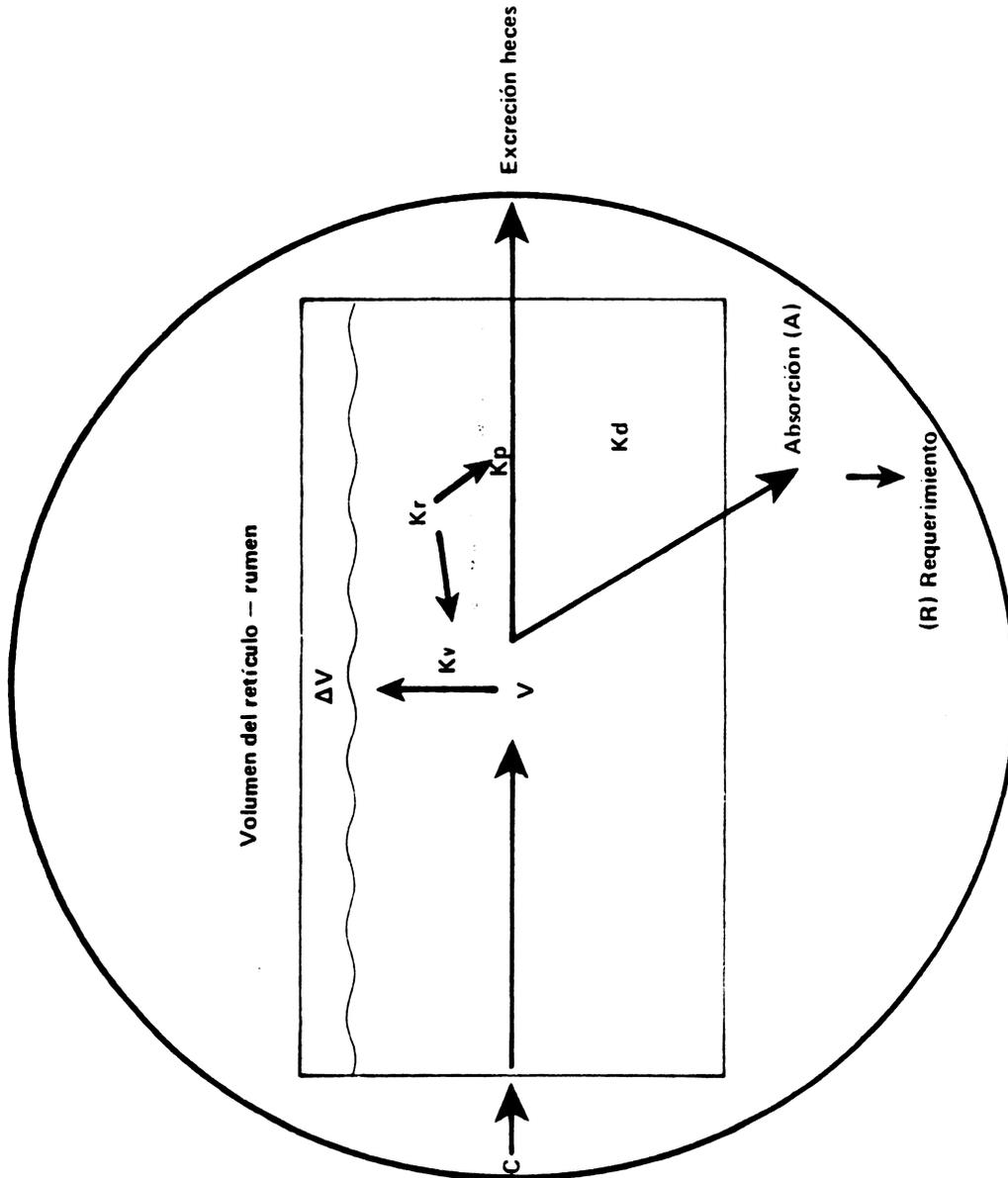
b) $\text{Excreción de heces} = V \times K_p$

c) $\text{Indigestibilidad} = K_p/K_d + K_d$

o'

$\text{Digestibilidad} = K_d/K_p + K_p$

Volumen cavidad abdominal

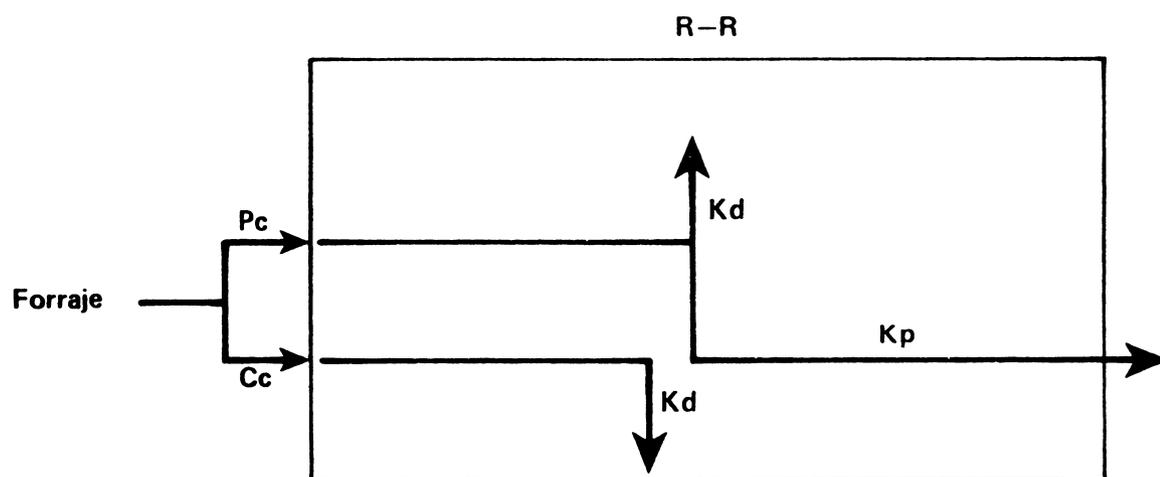


Donde:	V	Volumen
	Kp	Velocidad de pasaje
	Kd	Velocidad de digestión
	Kr	Velocidad de reducción de tamaño de partículas
	Kv	Tasa de incremento de volumen

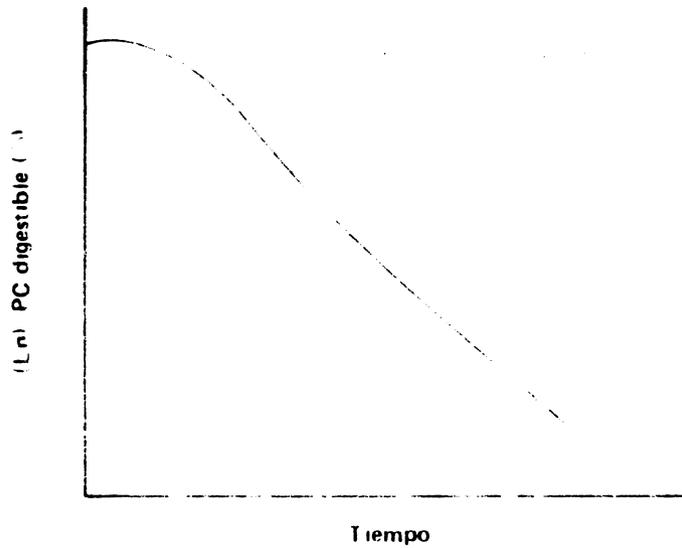
1. Δ en consumo cuando:
 - ΔV sin cambios en K_p
 - ó
 - ΔK_p sin cambios en V
2. Δ en digestibilidad:
 - reducción en K_p
 - aumento en K_d
3. Δ en indigestibilidad puede resultar en ΔK_p si hay resistencia a ΔV

Areas de discusión e investigación futura

1. Factores relacionados con el animal que ejercen influencia sobre: ΔV , K_p , \mathcal{L}_1 , \mathcal{T} , K_d .
2. Tamaño de partícula y/o proporción de hoja: tallo en forraje consumido y su efecto en ΔV , K_p , \mathcal{L}_1 , \mathcal{T} , K_d en condiciones de oferta restringida, oferta *ad libitum*, confinamiento y pastoreo.
3. Combinación de concentrados y forrajes y su efecto en:
 - a) Factores metabólicos en la población bacteriana del rumen y como esto se relaciona con V , K_p , K_d .
 - b) Efecto del nivel de forraje en los efectos físicos relacionados con V , K_p , \mathcal{L}_1 , \mathcal{T} .
 - c) Efecto de nivel de concentrado en el forraje consumido en términos de: V , K_d , K_p y su relación con digestibilidad del forraje suministrado.

Modelos para describir dinámica de la digestión**Modelo de digestión simplificado**

Desaparición de fibra del retículo-rumen



Interpretación 2 "Pools" o compartimientos

1er. Compartimiento: Digestión

2do. Compartimiento: Pasaje

o

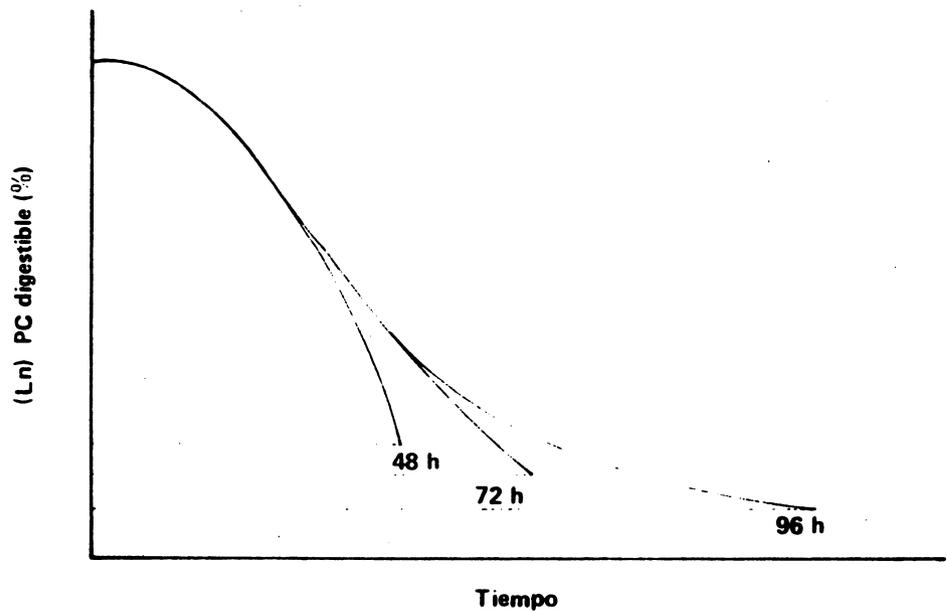
1er. Fracción de fibra potencialmente digerible

2da. Fracción de fibra indigerible

o

1er. Fracción de fibra con K_a rápido

2da. Fracción de fibra con K_a lento



Modelos de digestión

1. Smith y Waldo:

$$R = D_0 e^{-K(T-L)} + U$$

$$T > L \text{ y } R = D_0 + U \text{ cuando } 0 < T < L$$

Donde:

- R = Residuo de P celular a T_i .
- D_0 = Fracción digerible (a tiempo $T \leq L$, $D_0 = R - U$)
- K = Tasa de digestión
- L = Tiempo de latencia
- U = Fracción indigerible

2. Mertens:

1. Fracción de fibra con tasa rápida de digestión
2. Fracción de fibra con tasa lenta de digestión
3. Tiempo de latencia
4. "Pool" de fibra asociada con la tasa rápida y tasa lenta
5. Fracción de fibra indigerible.

Áreas de discusión o investigación en dinámica de la digestión en rumiantes

Tasa de digestión y digestión total

- Se ha investigado mucho en relación a factores que afectan digestión pero poco en relación a factores que afectan tasa de digestión. Posibles factores son:
 1. Estructura de la celulosa y hemicelulosa (cristalina o amorfa) (regiones cristalinas de más difícil ataque por bacterias?).
 2. Área de exposición y su relación con reducción de tamaño de partícula.
 3. Aspectos relacionados con población bacteriana (nitrógeno, macro y micro minerales - pH del rumen - factores antimicrobiales).
 4. Adición de concentrados y su efecto en K_d .
 5. Justificación para considerar tasa rápida y lenta? O es factible modelar la digestión de fibra únicamente considerando la tasa rápida?

Tiempo de latencia (TL):

El efecto de TL en la digestión aumenta en forma exponencial - factor muy importante en el modelo de digestión.

1. Aspecto únicamente relacionado con el sistema *in vitro* utilizado para medir tasa de digestión?
2. Aspecto únicamente relacionado con método de secado de muestras para método *in vitro*?
3. TL — asociado con substrato (tipo de forraje)
 - hidratación o alteración física o química de la fibra antes del ataque bacterial?
 - sustancias químicas (ie. taninos) que deben ser removidos antes de iniciarse la digestión?
 - Incremento de N° de bacterias y concentración de enzimas antes de iniciar digestión?
 - Frecuencia en la alimentación y su efecto en N° de bacterias y concentración de enzimas?
 - Concentración relativa en la dieta de CHO solubles y fibra?

Fibra potencialmente digerible

1. Método para estimar fibra indigerible?
 - a) Van Soest: Gráfico de recíproco de residuos no digeridos vs recíproco de tiempo.
 - b) Punto final de 72 h.
 - c) Punto final de 144 h.
 - d) Método de ajuste no lineal (Marquardt).
2. Componente químico en el forraje que esté asociado a fibra potencialmente digerible o que determine proporción de fibra indigerible? (lignina, silica, taninos).
3. Componentes morfológicos de la fibra y su relación con digestibilidad potencial de la fibra?
4. Efecto de concentrados en la digestión de fibra potencialmente digerible?

Métodos para determinar degradabilidad de proteínas

Métodos propuestos

1. Muestreo de digesta en el abomaso o duodeno.
2. Incubación de muestras en el rumen (*in situ*).
3. Métodos de laboratorio.

Muestreo de abomaso o duodeno

1. Estimación de proteína total que entra al abomaso o duodeno.
2. Proporción de proteína bacterial: marcadores endógenos (DAPA - componente de la pc de bacterias) o externos ^{35}S (tomando por bacterias de sales solubles aplicadas en el rumen).
3. Estimación de proteína no degradada por diferencia de proteína total y proteína bacterial, con corrección por Nitrógeno endógeno.

Problemas con método de muestreo post - ruminal

1. DAPA - no tiene en cuenta contribución de N por protozoarios (no hay DAPA en protozoarios).
2. El error presente en determinación de proteína bacterial se transfiere a la fracción más pequeña de proteína no degradada de origen alimenticio.
3. Degradabilidad obtenida aplicable únicamente a condiciones del experimento (tipo y nivel de dieta).

Método *in situ* (bolsas en el rumen) (Orskov)

1. $> 50 \text{ cm}^2$ de área efectiva de bolsa/g materia seca.
2. Tamaño de poro: 30 - 100 μm .
3. Condición en el rumen que no limite acción bacterial.
4. N que desaparece en diferentes tiempos descritos por ecuación:

$$P_a = A + B (1 - E^{-c(T-t)})$$

Donde:

- Pa = degradación aparente
- a = fracción rápidamente soluble
- b = fracción sujeta a degradación
- c = tasa de degradación
- T = tiempo de incubación
- t = tiempo de latencia

5. Hay que considerar proteína que escapa degradación en el rumen. Se requiere marcar proteínas o marcar materiales que se comporten como proteínas.

Método probado:

Marcar suplementos de proteína con cromo (Mordiente) (Uden Calucci, Van Soest, 1979)

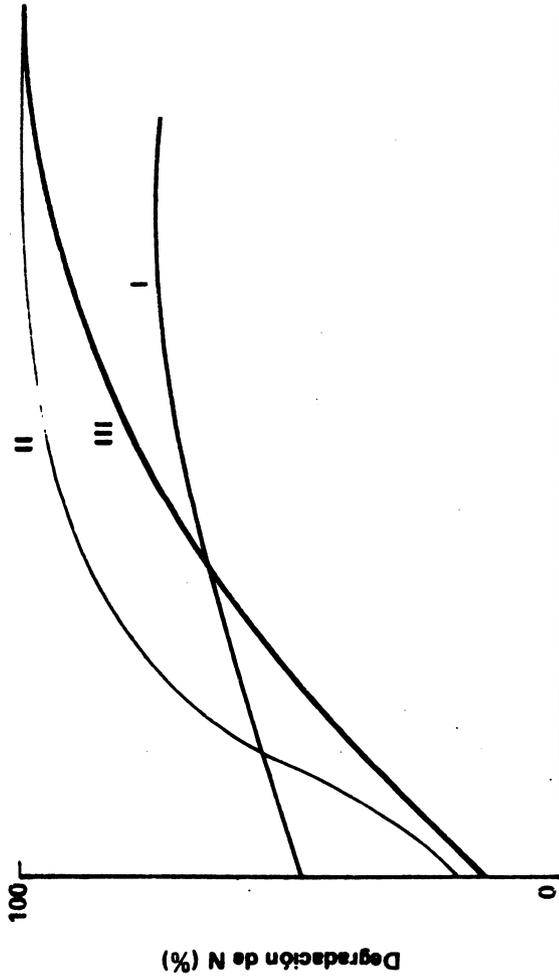
6. Ecuación:

$$P_e = A + \frac{BC}{C + K}$$

Donde: K = tasa de pasaje de proteína

P_e = degradación efectiva

Con modelo de ØRSKOV:



Tiempo

- I = Degradación de proteína poco influenciada por tasa de pasaje ya que la fracción potencialmente digerible es baja (b) (c también es baja).
- II = Degradación de proteína afectada por tasa de pasaje ya que b es grande lo mismo que c.
- III = Degradación muy afectada por tasa de pasaje ya que b es grande pero c es relativamente pequeño.

Métodos de laboratorio (Thomas)**Incubación in vitro**

1. Solubilidad de nitrógeno (saliva artificial - pH 7 - 39° C - 6.5 h).
2. Digestión con proteasa (saliva artificial - proteasa - pH 7 - 39° C - 6.5 h).
 - Proporción de N total no precipitado con 1.2 M ácido tricloroacético = degradación de proteína.
3. Producción neta de NH₄ (incubación anaeróbica - líquido ruminal 39° C - 6.5 h).

Degradación de proteína por varios métodos de laboratorio (Thomas, 1979).

Alimento	Degradación in vivo	SA ^{1/}	Degradación in vitro SA + P ^{2/}	LR ^{3/}
Caseína	0.90	0.87	0.89	0.57
Nueces	0.71 - 0.90	0.65	0.40	0.30
Soya	0.51 - 0.71	0.26	0.38	0.06
Pescado	0.51 - 0.71	0.29	0.64	0.27

1/ Saliva artificial

2/ Saliva artificial + proteasa (*Streptomyces griseus*)

3/ Licor ruminal - Producción de NH₄
(Fijación de NH₄ por CHO - 2.3 mg N amoniacal/100 g de glucosa - r = .995).

Áreas de discusión o investigación de degradabilidad de proteína en forrajes (método in situ)

1. Como marcar proteína de forrajes para estimar su velocidad de pasaje?
2. Se puede asumir que la proteína en el cc desaparece totalmente por digestión? Y que la proteína de la pc desaparece por digestión y pasaje?
3. Se puede asumir que la proteína tiene la misma tasa de pasaje que la fase líquida?
4. Efecto de dieta basal en tasa de degradación de proteínas de forrajes (gramíneas y leguminosas)?

5. Efecto de nivel de consumo de dieta basal en degradación de proteínas de forraje?
6. Efecto del procesamiento de la muestra (tamaño de partícula y método de secado) en la degradación de proteína de forrajes.

ANEXO II

USO DE MARCADORES PARA MEDIR DINAMICA DIGESTIVA CON ANIMALES EN JAULA METABOLICA

Tesis de grado S. Guzmán - U. Católica de Chile - 1983

Procedimiento Experimental

1. **Lugar:** Sub-estación CIAT Quilichao.
2. **Animales:** Ovinos de pelo africano (22 kg PV).
3. **Materiales evaluados:** Clones de *Andropogon gayanus*.
4. **Tratamientos:**
 - a) 3 clones de *A. gayanus* (hojoso, intermedio, talloso).
 - b) 3 niveles de oferta (68, 95 y 130 gMS/kg^{0.75} /día).
5. **Días de prueba:** 14 (7 de ajuste y 7 de medición).
6. **Mediciones:**
 - a) Consumo
 - b) Digestibilidad
 - c) Tiempo de retención residuos no digeridos
 - d) Volumen de residuos no digeridos tracto total.

Manejo del marcador (Yb)

1. Primer día de medición se dosificó vía intra-ruminal con jeringa de 50 cc 20 cc de una solución de Yb Cl₃ de 0.1 mg de Yb/ml (2 g de Yb).
2. Toma de muestras:
 - 1er. día: 7 AM hasta 9 PM (cada 2 horas)

2do. día: 7 AM hasta 5 PM (cada 2 horas)

3er. día: 7 AM hasta 3 PM (cada 2 horas)

3. Tiempos post-dosis: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 46, 48, 50, 52, 54, 70, 72, 74, 76, 78, 94, 96, 98, 100, 102, 118, 120, 122, 124, 126, 142, 146, 148, 150, 166, 168 horas.

Análisis de marcador

1. 1 g de heces de cada animal por cada hora de muestreo colocada en vaso de precipitado (Pyrex) de 50 ml.
2. Muestra incinerada a 550° C por 3 horas.
3. Ceniza + 15 ml de una solución de 25 %/HNO₃ y HCl en proporción de 2 : 1.
4. Ceniza + solución ácida en reposo por 24 horas.
5. Filtración utilizando filtro N° 2 (11 cm).
6. Concentración de Yb determinada por absorción atómica - (Llama: acetileno - óxido nitroso) y longitud de onda 398.8.
7. Solución "standard" de: 3 - 6 - 9 - 15 - 18 PPM.

Ajuste con modelo y parámetros

1. Curva de concentración de Yb vs. Tiempo post-dosis ajustada con modelo bi-exponencial con dependencia de tiempo de Matis (1972). ((62, 61) τ).
2. Ajuste realizado con SAS - Marquardt (Non-linear least square).
3. Parámetros estimados e interpretación:
 - a) Co = Concentración inicial del marcador en el 2° compartimento con mezcla instantánea.
 - b) λ_1 = Tasa de mezcla de alimento ingerido con digesta en el 1° compartimento (Tasa dependiente de tiempo).
 - c) Kp = Tasa de pasaje en 2° compartimento (independiente de tiempo).
 - d) τ = Tiempo de tránsito (tiempo transcurrido entre aplicación del marcador y primera aparición en heces).

Cálculos

1. Volumen digesta no digerida tracto digestivo = $\frac{\text{dosis marcador (g)}}{\text{Co (g/g heces)}}$
2. Producción de heces = $V \times Kp \cdot \text{día}$.
3. Tiempo de retención total = $2/\lambda_1 + 1/kp + \tau$

Resultados

Cuadro 1. Influencia de clones y nivel de oferta de *Andropogon gayanus* en parámetros digestivos de carneros en jaula metabólica (Guzmán, 1983)

Item	Nivel de oferta					
	Hojoso	Clon Int.	Taloso	Bajo	Int.	Alto
Consumo (gMS/kg ^{.75} /día)	71.8a	65.3a	55.3b	51.4a	67.5b	73.8b
Digestibilidad MS (o/o)	56.9a	63.8b	63.5b	61.9	60.0	62.4
Digestibilidad FND (o/o)	58.6a	61.0b	65.0b	61.0	59.0	65.0
Volumen (gMS/kg ^{.75})	26.4a	23.2a	21.0b	20.9a	24.8b	25.0b
Kp (h ⁻¹)	0.061	0.048	0.048	0.047	0.057	0.053
Tiempo de retención (h)	35.0a	40.0b	43.7b	46.0a	37.7b	35.8b

a, b, medias diferentes (P < .05)

Cuadro 2. Correlaciones entre consumo de clones de *A. gayanus* y parámetros digestivos

Consumo de materia seca vs	r	Significancia
Digestibilidad MS	- 0.30	(P < .22)
Digestibilidad FND	0.12	(P < .62)
Tiempo de retención total	- 0.75	(P < .0003)
Volumen digesta no digerida	0.61	(P < .007)

Técnica Australiana (Minson, 1966)

1. Suministro de alimento en estudio **cada hora** durante 10 días.
2. Final período de 10 días se remueve contenido ruminal.
3. Contenido ruminal se pesa y muestrea para determinar: MS, ceniza, FND, NH₄, AGV, etc.
4. Cálculo de tiempo aparente de retención:

$$\frac{\text{Peso de cada componente en el rumen}}{\text{consumo por hora del componente}^*}$$

* durante las 48 horas previas a la evacuación del contenido ruminal.

Resultados de trabajos en Australia

1. Laredo y Minson (1973).
2. Poppi, Minson y Ternouth (1980).

Cuadro 3. Influencia de hoja y tallo en forraje ofrecido en parámetros digestivos de carneros en jaula

Item	Partes de Planta		Diferencia (Significancia)
	Hoja	Tallo	
Estudio A1/			
Consumo (gMS/kg. ⁷⁵ /día)	57.8	39.6	18.2 **
Digestibilidad MS (‰)	52.6	55.8	– 3.2 **
Contenido ruminal (gMS)	713	676	3.7(NS)
Tiempo de retención MS (h)	23.5	31.8	8.3 **
Estudio B2/			
Consumo (gMS/kg. ⁷⁵ /día)	102.1	63.4	38.7 **
Digestibilidad MS (‰)	55.8	49.4	0.064 *
Contenido ruminal (gMS/kg. ⁷⁵)	53.9	47.9	6.0(NS)
Tiempo de retención MS (h)	11.7	17.7	6.0 **

1/ Minson y Laredo (1973). Valores promedio de 5 gramíneas tropicales.

2/ Poppi et al (1980). Valores obtenidos con *Lablab-purpureus*.

Tiempo de retención

A) **Estudios australianos:** Retención aparente en el retículo-rumen de componente

$$TR = \left(\frac{1}{K_p + K_d} \right)$$

- B) **Estudio con marcador dosificado en el rumen y muestreado en heces: retención de componente en tracto digestivo total.**

$$\text{TRT} = 2/\lambda_1 + 1/k_p + \tau$$

ANEXO III

USO DE MARCADORES PARA MEDIR DINAMICA DIGESTIVA CON BOVINOS EN PASTOREO (Estudio A y B)

Procedimiento experimental

Estudio A (Lascano, 1979).

1. **Lugar:** College Station - Texas.
2. **Animales:** Bovinos bi-fistulados (esófago - rumen).
3. **Forraje evaluado:** Bermuda - Coastal (edad de rebrote al inicio del pastoreo y días de duración del pastoreo).
4. **Tratamientos:**
 - a) 3 edades iniciales de rebrote (20, 33 y 42 días).
 - b) 3 duraciones del pastoreo (0 - 2, 3 - 5 y 6 - 8 días).
5. **Días de prueba:** 6 de medición (ajuste variable entre 4 y 8 días).
6. **Mediciones:**
 - a) Consumo
 - b) Digestibilidad
 - c) Volumen de residuos parcialmente digeridos en el retículo - rumen
 - d) Volumen de residuos no digeridos tracto intestinal
 - e) Velocidad de pasaje hoja y tallo.

Manejo de marcadores: (^{169}Yb , ^{141}Ce , Yb, Cr-DTPA)

1. Cr-DTPA: dosis continua para estimar excreción de heces.

2. Yb y ^{169}Yb : dosis única para estimar excreción de heces con modelo (λ_1, λ_2) .
3. Hojas seleccionadas ($> 1600 \mu\text{m}$ y $1600/1000 \mu\text{m}$) y tallos seleccionados extraídos con solución neutral detergente.
4. FND - hoja ($> 1600 \mu\text{m}$) marcada con ^{169}Yb
 FND - hoja ($1600/1000 \mu\text{m}$) marcada con Yb
 FND - tallo ($> 1600 \mu\text{m}$) marcada con ^{141}Ce .
5. Materiales marcados introducidos al rumen vía fístula ruminal.

Análisis de marcadores (digesta rumen y heces)

1. ^{169}Yb y ^{141}Ce = contador gamma en dos canales (0 - 100 Kev y 60 - 120 Kev).
2. Cálculos de ^{141}Ce DPM y ^{169}Yb DPM en base a "channel ratio".
3. Yb - absorción atómica.
4. Cr - absorción atómica.

Cálculos

$$1. \text{ Excreción en heces} = \frac{\text{dosis marcador (g/día)}}{\text{concentración marcador en heces (g/g)}}$$

$$2. \text{ Excreción de heces} = V \times K_p \cdot \text{día}$$

$$\text{donde: } V = \frac{\text{dosis marcador (Yb ó } ^{169}\text{Yb)}}{\text{Co (g/g heces)}}$$

K_p = Tasa lenta de modelo bi-exponencial con dependencia de tiempo

$$(\lambda_1, \lambda_2)$$

3. Tasa de pasaje de hojas y tallos por medio de ajuste de curvas de excreción de marcadores vs. tiempo post-dosis utilizando modelo bi-exponencial con dependencia de tiempo (λ_1, λ_2) .
4. Digestibilidad aparente MS (fibra neutral indigerible como marcador interno).

Resultados estudio A

Cuadro 1. Excreción de heces con tres marcadores bajo pastoreo con Coastal Bermuda (Lascano, 1979)

Marcador	Madurez (días)			Días de pastoreo		
	20	33	42	0.2	2.4	6.8
	-----Kg MS/100 kg PV/día-----					
Cr - DTPA ^{1/}	1.20	1.19	1.27	1.40	1.08	1.18
Yb ^{2/}	1.24	1.03	1.08	1.15	1.00	1.23
¹⁶⁹ Yb ^{2/}	.91	1.04	1.04	1.00	1.05	1.00

1/ dosis continua

2/ dosis única

Cuadro 2. Influencia de edad del forraje y días de pastoreo en parámetros digestivos de bovinos pastoreando Coastal Bermuda (Lascano, 1979)

Item	Edad de rebrote (días)			Duración del pastoreo (días)		
	20	33	42	0 - 2	3 - 5	6 - 8
Digestibilidad MS (o/o)	64.3a	57.4b	54.8b	64.8a	55.7b	55.9b
Volumen ruminal (kg/100 kg PV)	2.02a	2.46b	2.40b	2.14a	2.10a	2.73b
Volumen tracto digestivo (kg/100 kg PV)	1.36a	1.32a	1.88b	1.30a	1.47a	1.80b
Tasa de pasaje (h ⁻¹)						
Hoja	.041a	.038a	.029b	.040a	.034b	.034b
Tallo	.026a	.029a	.022b	.029a	.022b	.026a
Excreción de heces (kg MS/100 kg PV/día)	1.12	1.09	1.13	1.06	1.03	1.13
Consumo de MS (kg/100 kg PV/día)	3.14a	2.56b	2.50b	3.01a	2.33b	2.56b

a, b, c Medias diferentes (P < .05)

Resumen

Interpretación resultados estudio A

1. Aumento en madurez del forraje y días de duración del pastoreo resultaron en:
 - a) reducción en digestibilidad.
 - b) reducción en consumo.
 - c) reducción en tasa de pasaje de hojas y tallos, siendo la diferencia más marcada en hojas.
 - d) aumento de volumen ruminal y tracto digestivo total.
 - e) excreción de heces constante.

2. Variación en consumo explicada por:
 - a) diferencias en digestibilidad (80 %).
 - b) diferencias en tasa de pasaje de hojas (19 %).
 - c) variaciones en volumen del rumen no significativas ($P > .52$).

Procedimiento Experimental

Estudio B (Rodríguez, 1985) (Tesis MS - CATIE)

1. **Lugar:** Sub-Estación CIAT - Quilichao.
2. **Animales:** Bovinos bi-fistulados (esófago y rumen).
3. **Materiales evaluados:** Clones de *Andropogon gayanus*.
4. **Tratamientos:**
 - a) Clon hojoso (78.4 %o hoja).
 - b) Clon talloso (62.3 %o hoja).
 - c) CIAT - 621 (cultivar comercial) (66.1 %o hoja).
5. **Días de prueba:** 14 (7 días de ajuste y 7 de medición).
6. **Mediciones:**
 - a) Consumo
 - b) Digestibilidad
 - c) Tasa de digestión hojas y tallos
 - d) Volumen residuos no digeridos
 - e) Velocidad de pasaje hojas y tallos
 - f) Tiempo de retención materia seca total.

Manejo de marcadores: (Cr - papel óxido e Yb)

1. Cr - papel óxido: dosis continua para estimar excreción de heces.
2. Yb: dosis única para estimar velocidad de pasaje y tiempo de retención de digesta no digerida en tracto digestivo - modelo (62, 61) ⁷.

Cálculos

1. Excreción de heces = $\frac{\text{dosis marcador (g/día)}}{\text{concentración marcador en heces (g/g)}}$

2. Tiempo de retención total:

$$2/\lambda_1 + 1/kp + \tau \text{ de modelo } (6L, 61)\tau).$$

3. Tasa de digestión con modelo: $Y = Do e^{-k(t-L)} + U$

donde: Y = residuo de fibra a ti
 Do = fracción digestible
 k = tasa de digestión
 L = tiempo de latencia
 t = tiempo de incubación
 U = fracción indigerible

Resultados Estudio B

Cuadro 3. Influencia de clones de *A. gayanus* en parámetros digestivos de bovinos en pastoreo ^{1/}
 (Rodríguez, 1985)

Item	Hojoso	Clon Talloso	Control
Digestibilidad MS (o/o)	49.0	55.3	56.0
Volumen tracto digestivo (kg MS/100 kg PV)	0.70	0.54	0.47
Tasa de pasaje (h ⁻¹) forraje seleccionado	0.042	0.057	0.063
Excreción de heces (kg MS/100 kg PV/día)	0.71	0.74	0.71
Consumo de MS (kg/100 kg PV/día)	1.40	1.66	1.61

1/ Rebrote de 6 semanas

Cuadro 4. Influencia de clones en digestión de fibra de forraje en oferta ^{1/} (Rodríguez, 1985)

Item	Hojoso	Clon Talloso	Control
Componentes de la fibra:			
FND (o/o)	80.6	80.7	79.1
FAD (o/o)	49.2	47.9	45.0
Lignina (o/o)	11.1	9.2	7.8
Tasa de digestión de fibra neutral (h⁻¹)			
Hoja	.020	.025	.029
Tallo	.027	.028	.031
Fibra indigerible (o/o)			
Hoja	20.8	20.5	24.7
Tallo	37.9	35.0	33.1

1/ Rebrote de 6 semanas

Resumen

Interpretación de resultados estudio B

1. Dentro del rango de edad (rebrote 6 semanas), hojosis (62 - 78 o/o) y presión de pastoreo utilizada (5,9 clon talloso y 9.2 clon hojoso - kg MS/100 kg PV/día) no se detectaron diferencias entre clones de *A. gayanus* en:
 - a. Componentes de fibra.
 - b. Tasa de digestión o pasaje.
 - c. Volumen del tracto digestivo.
 - d. Consumo voluntario.
2. No se esperaba mayor ventaja del clon hojoso sobre el control, principalmente debido a pastoreo selectivo.
3. Factor limitante de *A. gayanus* es consumo asociado a nivel de fibra indigerible y su efecto en digestibilidad.

ANEXO IV

DINAMICA DE LA DIGESTION DE UNA GRAMINEA BAJO PASTOREO (Lascano, 1979)

Procedimiento experimental

1. **Lugar:** College Station - Texas.
2. **Animales:** Bovinos bi-fistulados.
3. **Material evaluado :** Coastal Bermuda (edad de rebrote y días de pastoreo).
4. **Tratamientos:**
 - a) 15 - 30 - 40 días de rebrote.
 - b) 0 - 2, 3 - 5 y 6 - 8 días de pastoreo.
5. **Mediciones:**
 - a) Consumo
 - b) Digestibilidad
 - c) Tasa de pasaje
 - d) Volumen
 - e) Tasa de digestión particular de la dieta seleccionada (hoja y tallo).

Cálculos

1. Digestibilidad in vivo con fibra neutral indigerible como marcador interno.
2. Excreción de heces con dosis continua de Cr - DTPA y dosis única de Yb (vía retículo-rumen).
3. Tasa de digestión de fibra potencialmente digerible (residuo FN a 12, 24, 48 h) - (Fibra indigerible a 144 h de incubación in vitro). (Modelo $Y = Co e^{-KT}$).
4. Volumen y Kp por medio de modelo bi-exponencial con dependencia de tiempo ((62, 61) τ) aplicado a [YB] en heces vs. tiempo post - dosis.

Resultados

Cuadro 1. Efecto de edad de rebrote y días de pastoreo en parámetros digestivos de animales pastoreando Bermuda (Lascano, 1979)

Item	Madurez (días)			Días de Pastoreo		
	15	30	40	0 - 2	3 - 5	6 - 8
Digestibilidad MS (‰)	58.0	59.3	60.3	60.9a	60.1a	55.8b
Excreción de heces (kg/100 kg PV/día)	1.21	1.10	1.15	1.18	1.16	1.11
Consumo (kg/100 kg PV/día)	2.92	2.75	2.73	3.08a	2.94a	2.50b
Volumen (kg/100 kg PV)	1.36	1.14	1.18	1.06a	1.25a	1.51b
Tasa de pasaje	.0392	.0423	.0393	.0468a	.0409a	.0320b

a, b, Medias diferentes ($P < .05$)

Cuadro 2. Efecto de edad de rebrote y días de pastoreo en la tasa de digestión de la fibra potencialmente digerible de hojas, tallos y partículas de diferente tamaño de Bermuda seleccionado por fistulados (Lascano, 1979)

Parte de planta ó tamaño de partícula	Madurez (días)			Días de Pastoreo		
	15	30	40	0 - 2	3 - 5	6 - 8
----- Tasa de digestión $1/ (h^{-1})$ ----- (K)						
Hoja ($> 2380/1000$)	.0464	.0415	.0440	.0496	.0442	.0404
Tallo ($> 2380/1000$)	.0463	.0405	.0463	.0434	.0414	.0503
600/420	.0710	.0712	.0717	.0778	.0736	.0588
< 210	.0926	.1045	.1521	.1126	.1179	.0959

1/ $Y = Co e^{-Kt}$ (modelo)

Cuadro 3. Efecto de edad de rebrote y días de pastoreo en el contenido de fibra neutral indigerible y digestibilidad in vitro de hojas, tallos y partículas de diferente tamaño de Bermuda seleccionado por fistulados (Lascano, 1979)

Item	Madurez (días)			Días de pastoreo		
	15	30	40	0 - 2	3 - 5	6 - 8
Fibra neutral^{1/} indigerible (%)						
Hoja (> 2380/1000)	24.4	24.4	21.7	20.4	22.7	27.3
Tallo (> 2380/1000)	37.7	37.7	37.6	33.1	37.5	42.5
600/420	21.5	23.1	19.8	18.6	21.9	23.9
< 200	23.0	22.9	20.2	17.8	23.2	25.1
Digestibilidad in vitro (%)						
Hoja (> 2380/1000)	56.3	55.0	55.6	59.8	55.4	51.7
Tallo (> 2380/1000)	45.1	42.5	43.9	47.2	43.5	40.9
600/420	59.8	59.7	60.5	63.0	60.0	57.3
< 200	60.2	59.6	63.9	64.9	61.2	60.9
(FNI vs. DIVMS $r = -.96$)						

1/ Digestión bacteriana por 144 horas seguida por extracción con solución neutral detergente

Resumen

Interpretación de resultados

1. Cambios en días de madurez no afectaron parámetros de calidad evaluados.
2. Cambios en días de pastoreo afectaron:
 - a) Consumo voluntario.

- b) Digestibilidad de la materia seca.
 - c) Tasa de pasaje.
 - d) Volumen del tracto.
3. Cambios en días de pastoreo no afectaron **excreción de heces** por lo que **principal factor** que afectó **consumo** fue digestibilidad.
 4. El factor que más afectó digestibilidad fue el contenido de fibra indigerible, no encontrándose mayor efecto en términos de tasa de digestión de la fibra potencialmente digerible.
 5. Tamaño de partícula afectó más la tasa de digestión que el grado de digestión.
 6. Parte de planta (hoja - tallo) no tuvo mayor efecto en tasa de digestión pero sí en grado de digestión.

TEMA IV

SUPLEMENTACION

**Coordinadores: Claudio Wernli
Henry Durán**

TEMA IV SUPLEMENTACION

Conclusiones

Las conclusiones y recomendaciones de la mesa, se presentan en tres partes:

Introducción

Conclusiones:

- a. Análisis conceptual (problemática de la productividad lechera regional, su enfoque en torno a investigación y tendencias de futuro.
- b. Investigación y su metodología.

Recomendaciones generales de la mesa.

Introducción

El marco de referencia destacó:

- La complejidad característica de la suplementación alimenticia del bovino, dada la interacción de los factores (i) recurso forrajero, (ii) suplementos y (iii) clase de animal involucrado en el problema. Además, su implementación no sólo debe contemplar evaluaciones de tipo físico (suelo, productividad primaria, respuesta animal) sino también económica, para lograr proyectarse al sector productor en forma satisfactoria.
- Es importante aclarar que los estudios sobre suplementación alimenticia del bovino lechero, deben ser apoyados por disciplinas de carácter más básico como son, por ejemplo, las mediciones sobre lo ocurrido con la pastura, la dinámica de la relación planta - animal, la fisiología digestiva del animal, su comportamiento, las evaluaciones económicas y otros. Es una típica área del campo de la investigación técnico - científica que, para cumplir con sus objetivos, debe contar con el aporte de un equipo técnico (personal y equipos) multidisciplinario.

Conclusiones

- a. Análisis conceptual

Se reconoce la heterogeneidad de las condiciones generales (ecológicas, socioeconómicas,

etc.) de los distintos países de la subregión presentes en la reunión, lo que también es válido para provincias o regiones dentro de un mismo país. Ello conlleva a la conclusión de que es difícil derivar recomendaciones y pautas igualmente válidas para todas las situaciones o medios; no obstante, se ha conseguido unificar criterios sobre recomendaciones generales, dirigibles hacia distintas realidades:

- El enfoque de las investigaciones específicas, no debe perder de vista que ellas deben apuntar hacia sistemas de producción pecuaria y de preferencia a las necesidades destacadas por éstos. En este sentido, la implementación de sistemas físicos y de modelos de simulación relativos a sistemas de producción pecuaria, constituye una herramienta fundamental.
- La problemática de definir el enfoque de la investigación hacia una mayor producción por vaca o por el conjunto de ellos, merece ser considerada. Ello involucra la mayor o menor intensificación de la producción de leche. De acuerdo con conceptos básicos, una mayor productividad por vaca involucra un incremento de la eficiencia de utilización de los alimentos (pastura) ofrecidos y una mayor productividad por hectárea, por lo que se debería propender a ello, siempre que se cuente con la participación adecuada de todos los demás factores que condicionan el buen resultado al usar vacas de mayor nivel productivo.
La alternativa de aumentar la carga animal, fundamentada en un mejoramiento de la base forrajera, para incrementar los rendimientos por unidad de superficie es muy válida y es la que permitirá el mayor impacto en el tiempo. No obstante, a medida que la explotación del ecosistema pastoril ofrece limitaciones en su mejoramiento, el uso de suplementos adquiere importancia creciente en el aumento de la productividad. Finalmente, la ingerencia de los factores económicos de cada situación, regulará la evolución acerca de este punto trascendental.
- Una amplia discusión, a la luz de los trabajos presentados en la mesa, sobre la suplementación como práctica por implementar en sistemas de alimentación para producción de leche, permite concluir que no es un asunto de recomendar o descartar: hay claras interacciones en términos de respuesta a la suplementación preparto o postparto, según las condiciones en que las vacas lleguen al término de la gestación; también se advierten interacciones entre carga animal y suplementación, que son variables según el caso; y así otros resultados contrastantes.

Se derivan al respecto los siguientes planteamientos:

- Partiendo de que la producción de leche debe basarse en la pastura (pastoreo o corte directo) y que la suplementación puede concretarse por medio del uso del heno, ensilaje, energía o proteína, se podrían distinguir los siguientes casos:
 - * Pasturas de alta disponibilidad y alta calidad: producción de leche con base en el manejo y aprovechamiento de la pastura.

- * Pasturas de alta disponibilidad y baja calidad: otro tipo de animal?; el mismo animal y menor productividad?; suplementar, cuándo y cómo?
 - * Pasturas de baja disponibilidad y alta calidad: heno?; ensilaje?
 - * Pasturas de baja disponibilidad y baja calidad: olvidarse de la producción de leche o de carne?; hacer otro tipo de agricultura?
- Existe una evidente necesidad de investigar sobre el tema, aclarando la importante interacción de la suplementación con la biomasa, que constituye la base de los sistemas de producción con rumiantes en América Latina y amplias regiones del mundo; definir funciones de variables, tasas de sustitución de forrajes por concentrados, estrategias de suministros de concentrados, respuestas económicas y muchos otros.

b. Investigación y Metodologías

- Importancia de orientar la investigación acorde a la realidad del medio agropecuario y las tendencias de evolución futura esperada.
- Constituye prioridad de investigación lo relativo a la **pastura** (mayor número y mejores pasturas y la eficiencia en su utilización). La suplementación es un complemento importante de ésta.
- Desarrollo de investigaciones que conduzcan a sistemas de alimentación más **baratos e independientes** (basados en el uso de insumos nacionales, seguros, restando fragilidad y riesgos en los sistemas de alimentación vigentes), sin reducir la eficiencia del proceso productivo animal.
- Aspectos metodológicos importantes:
 - 1) Uso de los diseños experimentales: factor clave, observando dos aspectos: a) que los diseños deben elegirse de acuerdo a los objetivos y usarse los más adecuados. Se reconoce la necesidad de estudiar aspectos importantes sobre el particular, como por ejemplo: las repeticiones de suelo, pasturas y animales; b) si los recursos son limitados, estos no deben inhibir el desarrollo de trabajos de investigación, pero es importante que el investigador **reconozca** estas limitaciones en la evaluación y proyección de sus resultados.
 - 2) Evaluaciones anexas de apoyo a ensayos sobre producción de leche (que miden rendimiento lechero, peso vivo y consumo), tales como mediciones sobre la tasa reproductiva, los perfiles bioquímicos y fisiológicos del animal, la vida útil de la vaca, etc.; concepto que nuevamente llama a la necesidad que la investigación sea interdisciplinaria. Las evaluaciones anexas serán función, empero, de los objetivos del estudio propuesto.

- 3) Sobre la homogeneidad de los animales distribuidos en tratamientos experimentales, el parámetro "condición corporal" debe ser tomado en cuenta. Esta variable aparece tan o más importante que la variación de peso vivo y hay métodos para evaluarlo con bastante precisión, habiéndose repartido entre los especialistas concurrentes una copia de la metodología descrita en un artículo publicado recientemente en Chile.
- 4) Variable peso vivo: Parece necesario aumentar la frecuencia de pesajes y analizar el aumento en precisión derivado de ello.

Recomendaciones generales de la mesa

Se considera imprescindible implementar una coordinación permanente entre regiones y países como instrumento para dotar de una mayor efectividad a la investigación regional.

En este sentido, existen dos áreas que deben tenerse presentes:

- a) **Metodologías:** Intercambio de experiencias en uso de técnicas experimentales y estandarización de procedimientos y determinaciones.
- b) **Temas comunes entre áreas y países:** Debido a que existen proyectos de investigación con objetivos similares, resultaría esencial coordinar las líneas de investigación de manera de obtener una mayor complementariedad, evitando repeticiones innecesarias de experimentos costosos y pérdidas de tiempo, adquiriendo experiencia y profundizando las revisiones de información ya publicada.

MARCO DE REFERENCIA: MESA "SUPLEMENTACION"

por Claudio Wernli

El tema de la suplementación para producción de leche es uno característicamente complejo, debido a la interacción de diversos factores, que se pueden resumir en los siguientes:

- a) Recurso forrajero básico del sistema de producción (su disponibilidad, arquitectura, calidad, etc.)
- b) El suplemento alimenticio (tipo de suplemento, nivel y oportunidad de suministro, valor nutritivo, etc.)
- c) Clase de animal (especie y raza bovina, nivel de productividad dentro de raza, edad, condición fisiológica, etc.)

Además de tener en cuenta la interacción de a x b x c, el sistema de producción lechera no sólo deberá evaluarse desde el punto de vista producción física (productividad primaria, respuesta animal), sino también su resultado económico, para conseguir proyectarse adecuadamente hacia el medio productor.

Los estudios sobre suplementación alimenticia del bovino lechero deben ser apoyados, en su interpretación, por disciplinas de carácter más "básico", como por ejemplo mediciones sobre la pastura y su utilización, la dinámica de la relación planta: animal, la fisiología digestiva del animal, su comportamiento, la evaluación económica, y otros. Se trata de un típico campo de la investigación técnico - científica que, para cumplir sus objetivos, debe contar con el apoyo de un equipo multidisciplinario de especialistas, debidamente implementados para llevar a cabo su labor.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE DURANTE LA PRIMERA FASE DE LA LACTANCIA. UNA FORMA DE ANALISIS

por F. Santini, G. Conosciuto, M. Cocimano y C. Casciola *

Introducción

La respuesta, en términos de producción de leche, a un determinado plano nutricional depende principalmente: a) del nivel de producción (Potencial Genético); b) del estado fisiológico del animal, influido principalmente por el estado de la lactancia y c) de la historia nutricional previa. En la cuenca lechera de Mar y Sierra es generalizada la práctica de suplementación del vientre lechero en producción, sin haber existido una evaluación del efecto del suplemento sobre la producción individual de las vacas. Esta práctica es utilizada durante todos los meses del año, independiente de la cantidad y calidad de la pastura disponible, variando solamente y en algunos establecimientos, la cantidad de grano que se suministra por litro de leche producida.

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) evaluar la producción de leche de vacas sometidas a dos planos nutricionales diferentes, durante las primeras 10 semanas de la lactancia en condiciones de pastoreo, b) predecir la curva de producción de leche de las vacas a partir de su producción inicial (día 9 al 14) y de su pico de máxima producción.

Materiales y métodos

Se utilizaron 28 vacas Holando Argentino pertenecientes al Tambo de la EEA Balcarce, de parición de primavera (Fecha media de parición 20/9/84).

Tratamiento:

los animales recibieron igual alimentación durante el período seco. 15 días antes del parto, se asignaron a las vacas los tratamientos:

- T₁ Suplementados
- T₂ No suplementados

Para la asignación a tratamientos se aparearon animales con similitud en su producción de la lactancia previa, número de lactancias, peso y fecha de parto.

* *El Dr. F. Santini es técnico de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMDP, en Balcarce; los Ings. Conosciuto y Cocimano son técnicos de la Estación Experimental del INTA en Balcarce, y el Sr. C. Casciola es estudiante de la Facultad de Ciencias Agrarias en Balcarce, Argentina.*

Suplemento usado:

grano de maíz molido.
5 kg/día en dos entregas.

Pastura:

el tipo y calidad de la pastura se presenta en el Cuadro 1.
Se asignó suficiente superficie en los pastoreos por hora como para que la disponibilidad no fuera limitante.

Cuadro 1. Características de la pastura utilizada

Pastura	Disponibilidad kg/MS/ha	Dig. % in vitro	% PB
Raygrass y Trébol blanco	2.100 a 3.200	74 a 70	17
Achicoria	a1 2.500	75	15
Alfalfa - P. Ovillo falaris	a1 2.500	66	14

Pasturas disponibles desde setiembre a enero inclusive.

Mediciones:

Producción de leche diaria.
Porcentaje de grasa butirosa.
Peso vivo semanal.

Análisis Estadístico:

Comparaciones de medias utilizando el test de Tuckey.

Ajuste de la curva de Producción:

Se utilizó el modelo propuesto por Wood, 1967.

$$Y_n = a n^b e^{cn}$$

donde:

Y_n = producción de leche durante la enésima semana.
a - b - c son constantes que describen la forma de la curva.

Para sus cálculos se requiere:

- a) duración de la lactancia (L) (datos rodeo).

- b) pico de máxima producción de leche (medido) y semana de ocurrencia (P).
- c) tasa de declinación de la producción de leche a partir del punto de máxima (q) (datos del rodeo).
- d) producción total de leche durante la lactancia considerada (calculada).

Para el punto d) se requiere:

- a) medir la producción del día 9 al 14.
- b) medir la producción al pico de la lactancia o utilizar una ecuación de regresión para rodeo conocido (Johnson, 1977).
- c) $d = \text{Producción Pico} \times \text{duración de lactancia} \times 0,7124$.

Cálculos de constantes b y c según Wood (1967)

$c = (M - q) / (P - M)$ donde c es la tasa de declinación y donde $M = P + \frac{(L - P)}{2}$ es un punto donde la declinación de q es constante.

$$b = P \cdot C$$

$$b/c = P$$

donde b es la tasa de incremento hasta el pico (Cuadro 2).

$$a = Y / \sum_{n=1}^L n b e^{-cn}$$

Resultados

- No se observaron diferencias significativas en ninguna de las variables medidas excepto en la producción al pico de la lactancia. Esta diferencia de producción al pico no alcanzó a modificar la producción de las primeras diez semanas de lactancia (esto se hace significativo al 10 por ciento) (Cuadro 3).
- No se encuentran diferencias significativas entre los valores de producción observados y esperados, calculados estos últimos con el modelo de Wood.

Cuadro 2. Producción real de las vacas

Item	Rodeo		Rodeo	
	No suplementado		Suplementado	
Prod. promedio diario día 9 al 14 *	20,3	± 4,7	22,07	± 4,2
Producción Pico *	23,8	± 4	25,6	± 3
Semana del Pico	5,0		4,5	
Producción acumulada primeras 10 semanas *	1492	± 260	1555	± 209
Porcentaje G. B.	2,97	± 0,24	2,98	± 0,28
Peso (kg)				
Post - parto	543	± 69	526	± 66
10 semanas	548	± 61	524	± 59

* (P < 0,05)

Cuadro 3. Comparación entre los valores observados y esperados

Item	Rodeo		Rodeo	
	No suplementado		Suplementado	
	OB.	ESP.	OB.	ESP.
Prod. al Pico c/día	23,8	24,0	25,6	25,3
Prod. 10 semanas	1492	1571	1555	1690
	± 260	± 292	± 209	± 216
Prod. Total esperada		4728		4995
		± 733		± 539

Conclusiones

Con vacas lecheras de un potencial de producción de 4.500 a 5.000 l/lactancia no habría ningún efecto positivo de la suplementación energética sobre la producción individual, cuando las vacas de parición de primavera consumen pasturas de alta calidad y disponibilidad.

Es posible predecir la producción de leche de una vaca a partir de su producción inicial. Esta curva de lactancia representaría la producción ideal de leche a cualquier tiempo, permitiendo estudiar por comparación la magnitud de la respuesta a diferentes planos nutricionales.

SUPLEMENTACION CON GRANO EN VACAS LECHERAS I. OPORTUNIDAD DEL SUMINISTRO Y SUS EFECTOS

por A. S. Galleano, L. A. Verdura de Ceconi, J. C. Elizalde *

Resumen

Este trabajo se llevó a cabo para determinar los efectos de la oportunidad del suministro de una misma cantidad total de suplemento distribuída en distintos períodos en vacas lecheras. En el Tratamiento 1 (T1) se utilizaron 12 vacas Holando Argentino con antecedentes productivos corregidos al 4 por ciento de GB (FCM) a los 90 días de 1.762 litros \pm 330, que al inicio del ensayo se encontraban en los 233 días \pm 12 de gestación, con un peso vivo de 621 kg \pm 48 y estado corporal $\bar{e}c = 5,1$. En el Tratamiento 2 (T2) se utilizaron 10 vacas H. A. con antecedentes de 1.635 litros \pm 235, gestación de 235 días \pm 12, peso vivo de 575 kg \pm 58 y estado corporal $\bar{e}c = 4,9$. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para estas variables a la fecha de iniciación. Los animales del T1 recibieron 2 kg de grano de maíz molido diariamente durante sus últimos 57 días \pm 9 de gestación y 5 kg/día durante sus primeros 90 días de lactancia, lo que resultó en un consumo total de grano de 570 kg/animal. Las vacas del T2 fueron suplementadas exclusivamente durante los 90 días siguientes al parto a un nivel de suministro diario como para lograr que el consumo total de grano fuese idéntico al T1. Al parto se detectaron diferencias significativas ($P < 0,01$) para el aumento medio diario (T1: 0,753 kg \pm 0,228; T2: 0,470 kg \pm 0,240), evolución del peso corporal de los vientres (T1: - 24,4 kg \pm 17,1; T2: - 44,0 kg \pm 11,5), como así también respecto a estado corporal (T1: 5,5; T2: 4,9; $H_0 = 4,06$). Los pesos de las crías al nacimiento no fueron significativamente diferentes (T1: 41,1 kg \pm 5,8; T2: 40,3 \pm 3,5). Se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos para la producción acumulada (FCM) a los 90 días (T1: 2.002 litros \pm 387; T2: 1.700 litros \pm 223) siendo el estado corporal no significativamente diferente entre tratamientos a ese momento de la lactancia (T1: 4,9; T2: 4,2). La producción acumulada estimada para las lactancias completas (FCM) obtenida por regresión en función de la producción

* *Ingenieros agrónomos, Jefes de Trabajos Prácticos, Departamento de Producción Animal; e Ingeniero agrónomo, Ayudante de 1a., Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina.*

** *Se expresa agradecimientos: A la Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias por el apoyo financiero y de personal; a los Sres. Rubén Giusti y Enrique Berni por la ayuda prestada en el manejo de la hacienda; a la Dra. Liliana A. Picardi por la colaboración en el análisis estadístico de los datos; al Ing. Agr. Hugo L. Müller por sus críticas y sugerencias; a los integrantes de la Cátedra de Forrajes por el aporte de los datos de la pastura; al Dr. Julio García Tobar por su contribución bibliográfica; a la Ing. Agr. María A. Acebal y a la Srta. Andrea M. Pasinato por su permanente colaboración en las tareas de campo y en el manejo de los datos y a la Sra. Martha S. Flaherty por su asistencia en la traducción del resumen.*

en el primer tercio ($r = 0,77$) fue significativamente mayor ($P < 0,05$) para el T1 (T1: 4.343 litros \pm 489; T2: 3.960 litros \pm 283). Ratificando resultados anteriores se concluye que es factible obtener respuestas significativas en la producción si se recurre a un moderado nivel de suplementación en el período de vaca seca como para lograr un estado corporal al parto entre 5 y 6 en animales con antecedentes productivos de 4.000 litros de FCM.

Introducción

La movilización de reservas corporales de la vaca lechera al comienzo de su lactancia observada a través de la pérdida de peso es un fenómeno conocido cuya magnitud varía. La trascendencia de esta contribución a la producción de leche se evidencia si se considera que puede alcanzar el 31,1 por ciento de la energía secretada (Cocimano, 1984). Obviamente, sería imposible dicha movilización de reservas sin la preexistencia de las mismas, de manera que debe asegurarse tal condición al momento del parto.

Sin embargo, dado que la eficiencia de utilización directa de la energía metabolizable del alimento para la producción láctea es del 64,4 por ciento mientras que este valor desciende al 48,3 por ciento si se emplean los depósitos adiposos repuestos durante el período de vaca seca, cabe preguntarse acerca de la conveniencia o no de la suplementación pre-parto. Resultados anteriores (Verdura de Ceconi y Galleano, 1984) confirmarían los beneficios de esta práctica, pero teniendo en cuenta que en esa circunstancia la cantidad total de grano no fue idéntica en ambos tratamientos, este trabajo tiene como objetivo fundamental determinar los efectos de la oportunidad del suministro de una misma cantidad total de suplemento distribuída en distintos períodos.

Materiales y métodos

En el tambo estacional del Campo Experimental "José F. Villarino", 22 vacas Holando Argentino fueron distribuídas en dos tratamientos (T1 y T2) de modo tal que el T1 incluyó tres vacas de 2a., cinco de 3a. y cuatro de 4a. gestación y el T2 tres vacas de 2a., cuatro de 3a. y tres de 4a. gestación. En el Cuadro 1 se detallan los antecedentes productivos acumulados a 90 días y corregidos al 4 por ciento de GB (FCM), días de gestación, peso vivo y estado corporal en promedio para cada tratamiento al inicio del ensayo (25/6/84). Respecto a estas variables no se observaron a esa fecha diferencias significativas entre tratamientos. Los animales del T1 recibieron dos kg de grano de maíz molido diariamente durante sus últimos 57 días \pm 9 de gestación y cinco kg/día a partir de su entrada al tambo y durante los primeros 90 días de lactancia. Los animales del T2 fueron suplementados exclusivamente durante los primeros 90 días de lactancia a un nivel de suministro diario como para lograr que el consumo total de grano fuese idéntico al T1.

El recurso forrajero lo constituyó una asociación de festuca alta (*Festuca arundinacea*), alfalfa (*Medicago sativa*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) en su tercer año de producción cuya disponibilidad en el período pre-parto (junio-julio-agosto) fue de 1052 kg \pm 130 de MS/ha. La carga utilizada durante este período fue de 2,08 EV/ha. Durante el post-parto (agosto a noviembre) los valores de disponibilidad y carga fueron de 1130 kg \pm 420 de MS/ha y 1,9 EV/ha respectivamente.

Cuadro 1. Antecedentes productivos acumulados a los 90 días (FCM), días de gestación, peso vivo y estado corporal al inicio del ensayo (25/6/84)

Tratamiento	n	FCM (kg)	Gestación (días)	Peso vivo (kg)	Estado corporal
1	12	1762a ± 330	233a ± 12	621a ± 48	5,1a
2	10	1635a ± 235	235a ± 12	575a ± 58	4,9a

Cifras de una misma columna con iguales letras no difieren significativamente

Todos los animales fueron pesados cada 14 días a partir del inicio del ensayo y durante los primeros 90 días de lactancia con evaluaciones simultáneas de estado corporal. Con posterioridad a dicho período, el control de pesos y la evaluación de estado se realizaron mensualmente.

Las crías fueron pesadas al nacimiento, estimándose el peso de envolturas y líquidos (INRA, 1981).

El control individual de la producción de leche y porcentaje de GB se llevó a cabo cada 30 días. Las producciones de FCM a 305 días se estimaron por regresión según las acumuladas a los 90 días de lactancia (Galleano, Verdura de Ceconi, Spiller y Elizalde, 1984).

Los tratamientos se compararon por medio de la "t" de Student y para la variable "estado corporal" se utilizó la prueba de Kruskal - Wallis (Siegel, 1979).

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos correspondientes al período pre-parto para ambos tratamientos. Como puede observarse, los vientres suplementados durante el pre-parto mostraron un mayor aumento medio diario total y una menor pérdida de peso corporal. Evidentemente, el nivel de suplementación utilizado tuvo un efecto reductor de la pérdida de peso corporal y mejorador del estado. El aumento medio diario logrado para el T1 durante los últimos 57 días de gestación se traduce en un aumento total de 43 kg, valor sensiblemente menor al correspondiente a los productos de la gestación.

En el Cuadro 3 se muestran los valores correspondientes a la pérdida de peso al comienzo de la lactancia con respecto al peso corporal al parto y los días transcurridos al registro del menor peso. No se observaron diferencias significativas para estas variables entre tratamientos.

Cuadro 2. Aumento medio diario total, evolución de peso corporal y estado corporal de los vientres durante el pre-parto y peso de las crías al nacimiento

Tratamiento	Aumento medio diario total (kg)	Evolución del peso corporal (kg)	Estado corporal al parto	Peso de las crías al nacimiento (kg)
1	0,753a ± 0,228	- 24,4a ± 17,1	5,5c	41,1a ± 5,8
2	0,470b ± 0,240	- 44,0b ± 11,5	4,9d	40,3b ± 3,5

Cifras de una misma columna con distintas letras son significativamente diferentes: a y b ($P < 0,01$); c y d ($P < 0,05$)

Cuadro 3. Pérdida de peso al comienzo de la lactancia y días transcurridos al registro del menor peso

Tratamiento	Pérdida de peso (kg)	Días
1	47a ± 17	52a ± 16
2	37a ± 24	45a ± 20

Cifras de una misma columna unidas por iguales letras no difieren significativamente.

Con referencia a los máximos registros de producción corregidos al cuatro por ciento de GB, el T1 superó en 4,4 litros al T2, aunque esta diferencia sólo resulta significativamente para $P < 0,10$, mientras que no difieren significativamente entre tratamientos los días transcurridos hasta los mismos según se observa en el Cuadro 4. En ambos tratamientos no son significativas las diferencias entre los días transcurridos al menor peso y los días transcurridos al máximo registro de producción, no coincidente con lo demostrado por Wood, King y Youdan (1980).

Fue significativa ($P < 0,05$) la diferencia de 302 litros de FCM a favor de las vacas del T1 respecto a la producción acumulada a los 90 días de lactancia. Pese a que los animales del T2 fueron suplementados a un mayor nivel durante este período, caracterizado a su vez por una mayor eficiencia de utilización directa de la energía metabolizable del alimento, no se obtuvieron respuestas significativas en su producción. Podría afirmarse que en el T2, los vientres destinaron parte del suplemento al mantenimiento de su estado corporal, no ocurriendo así en el T1, donde se observa un desmejoramiento del estado con respecto a esta variable al parto. Los resultados obtenidos con base en los cuales se hacen las consideraciones precedentes se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Máximos registros de producción (litros FCM) y días transcurridos a los mismos

Tratamiento	Litros	Días
1	25,3a ± 6,7	59a ± 12
2	20,9b ± 4,5	58a ± 12

Cifras de una misma columna con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,1$).

Cuadro 5. Producción acumulada (litros FCM) y estado corporal a los 90 días de lactancia

Tratamiento	Litros	Estado corporal
1	2002a ± 387	4,9a
2	1700b ± 223	4,8a

Cifras de una misma columna con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Se obtuvo una correlación significativa ($P < 0,05$; $r = 0,45$) para la totalidad de los animales entre la pérdida de peso post-parto y la producción (FCM) acumulada a los 90 días de lactancia.

En el Cuadro 6 se muestran las estimaciones a los 305 días en función de la producción acumulada (FCM) a los 90 días de lactancia. La correlación hallada entre estas variables ($r = 0,77$) y altamente significativa ($P < 0,001$) resulta del análisis de 65 lactancias a través de 3 años consecutivos (Galleano y otros, 1984). La función utilizada fue $Y = 1808,1 + 1,2662 X$, donde $Y =$ Producción acumulada a 305 días y $X =$ Producción acumulada a los 90 días. La diferencia de 383 litros a favor de los vientres del T1 resultó significativa ($P < 0,05$).

Cuadro 6. Producción acumulada (litros FCM) estimada a los 305 días

Tratamiento	Litros
1	4343a ± 489
2	3960b ± 283

Cifras de una misma columna con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

En la Figura 1 se observa la evolución de los pesos durante la lactancia para ambos tratamientos. Es evidente la recuperación del peso al parto para los animales del T2 al alcanzar los 147 días de lactancia, mientras que para el T1 sólo se produjo a esa fecha la recuperación del 48,9 por ciento de la pérdida de peso post-parto.

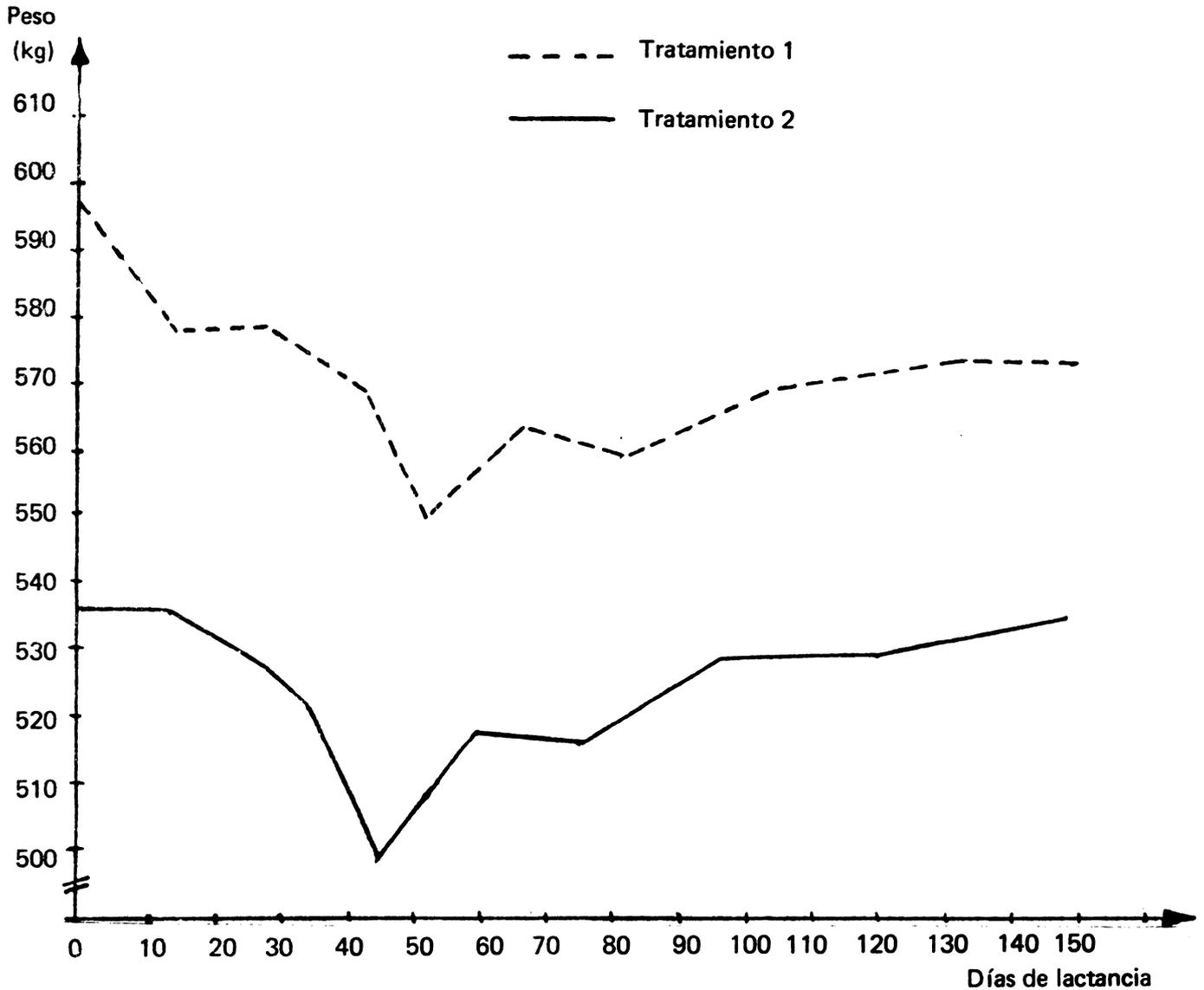


Figura 1. Evolución de los pesos durante la lactancia

Conclusiones

El nivel de suplementación utilizado durante el pre-parto no se tradujo en una ganancia real de peso corporal de los vientres debido, según nuestro criterio, fundamentalmente a la baja disponibilidad de la pastura. Sí puede afirmarse que tuvo un efecto reductor de la pérdida observada en ese período y mejorador del estado, resultando en diferencias relevantes en las producciones acumuladas.

Respecto a la subjetividad de la evaluación del estado corporal, Evans (1978) demostró que la variancia observada entre distintos animales es mayor que la variancia entre evaluadores, de manera que la adopción de esta práctica resulta de utilidad para definir la estrategia de alimentación de la vaca seca. Es necesario unificar criterios respecto a la asignación de puntajes y aspectos por tener en cuenta en la observación del animal (Verdura de Ceconi y otros, datos inéditos).

Los resultados del presente trabajo evidencian que pueden obtenerse respuestas significativas en la producción de animales con antecedentes de 4000 litros de FCM si se logra un buen estado al parto, entre 5 y 6, considerando que la suplementación energética durante el período de vaca seca es un medio para lograrlo.

Literatura citada

1. COCIMANO, M. R. Equivalencias del ganado lechero alimentado con pasturas. Revista Argentina de Producción Animal. 3 (1): 15. 1984.
2. EVANS, D. G. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. Animal Production. 26: 119-125. 1978.
3. GALLEANO, A. S., VERDURA de CECONI, L. A., SPILLER, L. C. y ELIZALDE, J. C. Producción inicial como estimador de la producción total en vacas lecheras. IV Reunión Anual. Sociedad de Biología de Rosario. p. 28. 1984.
4. INRA. Alimentación de los rumiantes. Traducido por De Blas, J. C. y Fraga, M. J. Madrid, España. Mundi-Prensa. p. 253. 1981.
5. SIEGLE, S. Estadística no paramétrica. Traducido por Aguilar Villalobos, J. México. 5a. Reimpresión. Trillas. p. 215. 1981.
6. VERDURA DE CECONI, L. A. y GALLEANO, A. S. Efectos de la suplementación con grano durante el pre-parto en vacas lecheras. Revista Argentina de Producción Animal. 4 (1): 26-27. 1984.
7. WOOD, P. D. P., KING, J. O. L. y YODAN, P. G. Relationships between size, live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle. Animal Production. 31: 143-151. 1980.

EFFECTO DE LA PRESION DE PASTOREO Y EL SUMINISTRO DE CONCENTRADOS EN LA LACTANCIA TEMPRANA SOBRE VACAS HOLANDO DE PARICION DE OTOÑO

por H. Durán, A. Cea, Y. Acosta y J. Mieres *

Introducción

La información experimental obtenida en Uruguay sobre el uso de concentrados para producción de leche bajo pastoreo es muy limitada puesto que en la mayoría de los trabajos disponibles no se caracterizó adecuadamente la pastura en términos de cantidad y calidad.

Solamente en el trabajo de Leborgne (1979), se impuso como restricción controlada del consumo de forraje el equivalente al 50 por ciento de los requerimientos de NDT estimados de mantenimiento y producción. Se utilizó heno de alfalfa como dieta base durante los 15 días de alimentación diferencial (5.0 vs 0.0 kg de sorgo molido por vaca/día) y pastura en cantidad supuestamente no limitante durante el resto de la lactancia. La respuesta inmediata (en los 15 días) fue de 0.7 lt de leche corregida por grasa (LCG) por kg de concentrado y la total en 180 días 4.8 lt de LCG/kg de concentrado.

Para relaciones de precios de lt de leche industrial/kg de concentrado generalmente entre 0.5 y 1.0, este resultado sugeriría una alta rentabilidad del uso de suplementos para compensar períodos cortos de intensa subalimentación en el invierno.

Sin embargo, en períodos de suplementación más largos, en muy pocos casos se han obtenido respuestas totales mayores a 1.0 lt por kg de ración (Durán, 1982) y no se registran experimentos en que se haya impuesto diferentes planos de alimentación en condiciones de pastoreo, en forma simultánea con diferentes niveles de concentrado, y un período posterior de realimentación en condiciones no restrictivas de calidad y cantidad, tal como ocurre en los pastoreos de primavera.

En este sentido, el trabajo de Le Dú et al (1979) indica que las vacas serían capaces de compensar la sub-alimentación moderada en la lactancia temprana, si posteriormente tienen acceso *ad libitum* a pasturas de alta calidad, pero si el pastoreo es restringido se produciría un efecto residual en la lactancia media al no producirse esta compensación, tal como ocurre con vacas estabuladas alimentadas con cantidades limitadas de heno y concentrado (Broster, 1974, Broster et al, 1975).

Resultados recientes de Meijs y Hoekstra (1984), sugieren que la tasa de sustitución de forra-

* *Técnicos del Proyecto de lechería de la Estación Experimental La Estanzuela, Colonia, Uruguay.*

El Sr. A. Cea, es estudiante de la Facultad de Agronomía, Montevideo, en proceso de preparación de tesis.

je por concentrado sería menor cuando se usan presiones de pastoreo muy altas, lo que podría conducir a una mayor respuesta de las observadas frecuentemente de 0.3 a 0.6 lt de leche por kg de concentrado.

En los tambos del país se observa un incremento creciente del uso de praderas, así como un traslado de la época de parición de primavera a otoño, lo que plantea la necesidad de definir sistemas de alimentación otoño-invernal que permitan armonizar racionalmente el creciente potencial genético del ganado, la alta calidad de las pasturas en esa época y la necesidad de incrementar la dotación para obtener una mayor producción por ha, puesto que el 74 por ciento de los productores lecheros tienen un área menor a 100 ha.

Se plantea, entonces la necesidad de estudiar la suplementación no sólo como una alternativa para restricciones ocasionales de déficit forrajero, sino como un instrumento permanente de mejorar la eficacia de los sistemas de producción en términos físicos y económicos.

El objetivo de este trabajo fue obtener información sobre la respuesta en producción de leche y variación de peso al uso de concentrados y diferentes presiones de pastoreo, durante la lactancia temprana en vacas de parición de otoño alimentadas con praderas de segundo y tercer año, durante el invierno.

Materiales y métodos

Se realizó un experimento de tipo continuo con arreglo factorial de tratamientos, siendo un factor presión de pastoreo con tres niveles: 27.5, 55.0 y 110.0 gr de materia seca (MS) por kg de peso vivo medio de cada grupo. El segundo factor fue el suministro de concentrado con dos niveles: 0.0 y 4.6 kg/vaca/día respectivamente, repartido en dos comidas ofrecidas durante el ordeño.

Se consideraron dos tipos de unidades experimentales:

- En las vacas se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones, utilizándose 30 vacas Holando de la Unidad Experimental de lechería, de la parición de otoño de 1984 que al inicio del experimento el 11/5/84 tenían 22 ± 7 días de lactancia, 3.7 ± 1.9 lactancias, 18.6 ± 2.5 lt de leche por día y un peso medio de 554 ± 63 kg/vaca.
- En la pastura se evaluó solo el efecto de presión de pastoreo con un diseño de bloques al azar con seis repeticiones y diez submuestras. Se usaron praderas de segundo y tercer año a base de Lotus (*Lotus corniculatus*) var. San Gabriel, trébol blanco (*Trifolium repens*) var. Estanzuela Zapicán y raigras anual (*Lolium multiflorum*) var. Estanzuela 284. El área por usar se dividió en tres potreros en el sentido de la pendiente predominante y transversalmente en seis bloques donde se sortearon los tratamientos de presión de pastoreo. En cada presión de pastoreo las vacas con y sin ración pastorearon juntas.

En cada bloque y tratamiento se determinó la masa de forraje ofrecida dos a tres días antes

del inicio del pastoreo, mediante corte a ras del suelo de 10 cuadros de 0.6 x 0.4 m. La masa de pastura remanente se determinó por el mismo procedimiento. En el forraje ofrecido se realizó análisis botánico en verde y en seco. Se obtuvieron muestras para determinaciones de digestibilidad *in vitro* del ofrecido y remanente.

El pastoreo de cada bloque se realizó en seis semanas sucesivas y en cada semana, a su vez, se usaron dos fajas de tres y cuatro días de duración respectivamente, ajustando el área para establecer la presión de pastoreo correspondiente a cada tratamiento con alambre electrificado anterior y posterior, moviendo los bebederos a los efectos de asegurar que el agua no fuese limitante.

Después de las seis semanas en que se practicó la alimentación diferencial y hasta el fin de la lactancia, se manejaron todas las vacas juntas, usando una presión de pastoreo que permitiera cosechar 60 a 70 por ciento del forraje ofrecido, mediante pastoreo rotativo con una permanencia de uno a siete días en cada nueva faja.

En las primeras seis semanas la producción de leche se midió diariamente en cada ordeño, realizados a las 4.30 am y 13.30 pm respectivamente. El porcentaje de grasa y extracto seco se determinó en una muestra semanal compuesta de alícuotas obtenidas de lunes a viernes a razón de 1 cc por litro de leche producida por ordeño. Desde la séptima semana en adelante las determinaciones se realizaron un día por semana.

La variación de peso de cada vaca se estimó mediante regresión lineal sobre la media de dos pesadas realizadas dos días consecutivos y coincidentes con el segundo y tercer día de iniciada cada nueva faja de cuatro días de duración.

Se utilizó una ración comercial compuesta por afrechillo de trigo y otros subproductos y cereales molidos, con un tenor medio de 14 a 16 por ciento de Proteína Cruda.

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos durante las primeras seis semanas de alimentación diferencial.

Las funciones de respuesta a la presión de pastoreo y concentrados para rendimiento de leche y variación de peso fueron las siguientes:

$$a) \text{ Leche } y = 7.317 + 0.642 Co + 2.478 PP - 0.178 PP^2, R^2 = .80$$

$$b) \text{ Peso } y = -2.614 + 0.123 Co + 0.442 PP - 0.023 PP^2, R^2 = .78$$

Donde Co = kg de ración por vaca/día en el rango de 0.0 a 4.6 kg y PP es presión de pastoreo expresada como porcentaje del peso corporal en el rango de 2.75 a 11.0 por ciento.

No se detectó interacción estadísticamente significativa de PP x Co, aunque las respuestas

medias al suministro de 4.6 kg de ración fueron de .543, .587 y .804 lt de leche por kg de ración de la menor a la mayor presión de pastoreo respectivamente (Cuadro 1) con una media de .642 (ecuación 1).

Cuadro 1. Producción de leche y variación de peso durante las seis semanas de alimentación diferencial

Presión de pastoreo	Ración	Producción de leche		De Peso ²	Respuesta		Leche/ha
		\bar{X} inicial	\bar{X} 4 sem. ¹		leche	peso	
g/kg	kg/v/d	lt/v/d	kg/v	lt/kg	kg/kg	lt	
110	4.6	18.9	21.8	- 2.3	0.543	0.098	1063
	0.0	19.9	19.3	-21.2	----	----	946
55	4.6	18.4	19.9	-14.2	0.587	0.115	1950
	0.0	18.3	17.2	-36.4	----	----	1685
27.5	4.6	18.3	16.5	-39.2	0.804	0.155	3235
	0.0	18.4	12.8	-69.2	----	----	2491

1 la producción de leche se evaluó las cuatro últimas semanas del período.

2 la variación de peso se consideró sobre las seis semanas.

La respuesta en variación de peso presenta también un rango interesante de pérdida de peso evitada por kg de ración consumida (Cuadro 1) con una media de 0.123 kg/kg (ecuación 2). Tampoco se detectó interacción significativa estadísticamente entre estas variables, aunque probablemente esto se deba a un insuficiente número de vacas, puesto que las tendencias son muy claras y razonables.

Interesa destacar que a pesar del importante balance negativo de energía en las presiones de pastoreo más altas no se obtuvieron respuestas inmediatas o directas superiores a 0.8 lt/kg de ración cuando, teóricamente, un kg de ración cubriría los requerimientos de aproximadamente 2 a 2.3 lt. Esto se debió en parte a que una proporción de la energía de la ración fue usada para evitar pérdidas de peso y probablemente existió cierto grado de sustitución de pastura por concentrado, puesto que la energía depositada en leche y variación de peso es inferior al aporte neto de energía de 1 kg de ración.

Del Cuadro 1 se desprende que el uso de ración permitió duplicar la carga de animales por ha y mantener la producción por vaca a un nivel similar que la carga inferior sin ración, con el resultado neto de duplicar la producción por ha.

En el Cuadro 2 se observa que considerando el período de 24 semanas, las diferencias de producción provocadas tanto por las presiones de pastoreo como por el concentrado, disminuyeron considerablemente, alcanzando significación estadística sólo la mayor diferencia observada entre las presiones extremas.

Cuadro 2. Diferencias de Producción entre tratamientos en el corto y largo plazo

Presión de pastoreo	1 - 6 semanas			1 - 24 semanas		
	Producción menor	Diferencia	Significación de la diferencia	Producción menor	Diferencia	Significación de la diferencia
g/kg	lt/v/d			lt/v/d		
110 vs 55	18.5	2.1	+ +	16.9	1.5	NS
55 vs 27.5	14.6	3.9	+ +	15.8	1.1	NS
110 vs 27.5	14.6	6.0	+ +	15.8	2.7	+
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Ración kg/v/d						
4.6 vs 0.0	16.4	3.0	+ +	16.9	0.3	NS

Estos resultados sugieren una importante capacidad de compensación de las vacas, cuando después de un período de subalimentación tienen acceso a pasturas de alta calidad y sin restricción en cantidad. No obstante es aparente que esa capacidad de compensación dependería del grado de subalimentación alcanzado, o en otros términos, de la diferencia de producción generada por los planos nutricionales utilizados.

En términos de producción por vaca, la baja respuesta total obtenida por el uso de ración hace que esta practica resulte antieconómica. No obstante uniendo la suplementación con el aumento de dotación es posible obtener muy altos rendimientos por ha manteniendo las pérdidas de peso y la producción por vaca dentro de valores aceptables. Por consiguiente, sería necesario evaluar el efecto conjunto de ambas variables sobre el ingreso bruto y neto por ha, así como sobre el rendimiento del capital, puesto que el incremento de la dotación supone una modificación importante del capital invertido en animales a nivel del predio.

Conclusiones

Los resultados de este experimento sugieren claramente la necesidad de profundizar estudios en torno a los factores que puedan afectar la capacidad de compensación de diferencias de producción generadas en la lactancia temprana, en términos de intensidad y duración de la subalimentación como de la realimentación. En un período de 18 semanas, desde mediados de invierno hasta fin de primavera, las vacas usadas en este experimento fueron capaces de compensar las diferencias generadas en seis semanas de hasta 4 lt/día y 30 kg de peso, pero no compensaron diferencias de 6 lt/día y 42 kg de peso perdido, lo que sugiere límites por tomar en cuenta en futuros trabajos sobre el tema.

Literatura citada

1. BROSTER, W. H. *Bien. Rev. Natn. Inst. Res. Dairy*, 1974.
2. ———, *et al. Livestock Prod. Sci.* 4:263. 1975.
3. DURAN, H. Seminario. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile, Mayo de 1982. (mecanografiado).
4. LEBORGNE, R. Tesis de graduación de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 1979.
5. LE DU, Y. L. P. *et al. Grass and Forage Sciences.* 34:249. 1979.
6. MEIJS, J. A. C. and HOEKSTRA, J. A. *Grass and Forage Sciences.* 39:59. 1984.

SUPLEMENTACION DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO CON GRANO DE SORGO

por J. L. Danelón, H. Fenoglio y O. Quaino

Introducción

En la Provincia de Santa Fe, la forma más económica de alimentar vacas en producción consiste en la utilización de las pasturas mediante pastoreo.

La producción del período otoño-invernal es la que tradicionalmente registra los mayores precios del producto. Sin embargo, la irregularidad climática y el menor crecimiento invernal de las pasturas, junto a la demanda nutricional del comienzo de las lactancias indican que alimentar vacas de tambo exclusivamente con base en pasturas es, en determinadas circunstancias, un factor limitante de la producción.

La suplementación de vacas que pastoreaban praderas abundantes con concentrados, redujo el consumo de forraje sin mejorar el consumo total, debido al efecto de sustitución. La reducción del consumo de pasturas por el consumo de concentrados parece ser más marcada con forrajes de alta calidad, aunque la evidencia no es clara. El menor consumo de pasturas implica un aumento en la capacidad de carga cuyos efectos no están debidamente determinados con pasturas de alta digestibilidad. Para cuantificar dicho efecto y sus consecuencias sobre la producción de toda la lactancia, se realizó esta experiencia de suplementación con grano de sorgo durante las primeras 15 semanas post-parto.

Materiales y métodos

El ensayo se condujo en la EEA Rafaela del INTA durante 15 semanas, a partir del 12 de Marzo de 1984, después de un período de adaptación de dos semanas.

Se utilizó una pastura de 12 ha de achicoria (*Cichorium intybus*), sembrada en 1983, que fue dividida en 9 áreas iguales de 1,2 ha cada una.

Los animales fueron 18 vacas Holando Argentino, con más de dos lactancias, un peso promedio post-parto de 583 kg (\pm 43,3) y lactancias previas de por lo menos 4.500 kg de leche corregida al 4 por ciento de grasa (LGC 4 por ciento). Los mismos fueron agrupados en seis bloques de tres vacas cada uno según fecha de parición, peso post-parto, número de lactancia y producción de la lactancia anterior. Los miembros de cada trío fueron asignados al azar a los siguientes tratamientos:

* *Ingenieros Agrónomo y Químico, Estadístico de la Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, INTA, Santa Fe, Argentina.*

- T₁: los animales consumieron únicamente forraje en pastoreo.
- T₂: pastura más 4 kg/vaca/día de grano de sorgo molido hasta la décimoquinta semana de lactancia.
- T₃: pastura más 8 kg/vaca/día de grano de sorgo molido hasta la décimoquinta semana de lactancia.

El pastoreo se realizó por el sistema de franjas diarias por medio de alambre electrizado. Cada franja diaria fue dividida en dos parcelas que fueron pastoreadas después de cada ordeño. El ancho de las franjas de pastoreo (y por lo tanto su superficie) se ajustó cada siete días de acuerdo con la disponibilidad forrajera (DF) para mantener la eficiencia de cosecha entre 65 y 70 por ciento. En cada una de las nueve áreas de pastoreo estuvieron constantemente dos vacas. Terminado el período de suplementación, todas las vacas fueron manejadas en un solo lote hasta el fin de las lactancias siendo alimentadas únicamente con pasturas.

La DF al iniciar la experiencia era de 1680 kg/MS/ha.

En los T₂ y T₃ el suplemento se ofreció en comederos individuales, por mitades después de cada ordeño.

La DF se estimó cada siete días, cortando en cada una de las nueve áreas de pastoreo seis muestras de una superficie cuadrada de 0,25 m². Inmediatamente después de efectuado el pastoreo del área muestreada para DF, se estimó la MS del rastrojo remanente con igual metodología. Las muestras identificadas se secaron en estufa a 70° C durante 48 horas. El consumo de forraje en pastoreo se estimó por la diferencia entre la DF y la MS remanente.

Con las seis muestras semanales de forraje obtenidas en cada una de las nueve parcelas se formó, cada tres semanas, una muestra compuesta que fue molida y conservada para su análisis posterior.

Una vez por semana se realizaron controles individuales de producción de leche y grasa butírica (GB). Todas las vacas fueron pesadas cada 30 días a partir de la fecha de parto, después del ordeño de la mañana.

Los resultados de producción se analizaron según un diseño en bloques completos al azar (tres tratamientos con tres repeticiones) donde la unidad experimental fue cada una de las nueve parcelas con dos vacas. Cuando el análisis de la variancia detectó efectos de tratamiento, se analizó la significancia de efectos lineales y cuadráticos mediante polinomios ortogonales. La respuesta a la suplementación se analizó mediante ecuaciones de regresión.

Resultados

La producción de los primeros 91 días de lactancia figura en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de la suplementación con grano de sorgo sobre la producción y composición de la leche de los primeros 91 días de lactancia

	Tratamientos			Significancia
	T ₁	T ₂	T ₃	
Leche (kg/vaca/día)	20,9	22,0	24,9	*
GB (‰)	3,43	3,57	3,12	NS
LGC (kg/vaca/día)	19,2	20,4	21,4	NS
GB (kg totales)	129,6	141,7	141,0	NS
GB (kg/ha)	56,0	71,2	86,2	**

*: (P < 0,05), **: (P < 0,01), NS: no significativo

En el período considerado se detectó un significativo efecto lineal (P < 0,05) en la producción de leche, explicada por la ecuación:

$$Y = 20,57 + 0,607 X; r = 0,75$$

donde: Y = kg leche/vaca/día
X = kg grano sorgo/vaca/día

que implica una respuesta de 0,607 kg de leche por kg de grano consumido.

El contenido de GB de la leche no fue afectado por el tratamiento, si bien fue menor al nivel más alto de suplementación. Asimismo y aunque con tendencia creciente tampoco la producción de LGC 4 por ciento fue diferente entre tratamientos.

La producción total de GB obtenida durante los primeros 91 días del T₁ resultó un 8,5 por ciento inferior a la de los T₂ y T₃ pero no significativamente. Al analizar el rendimiento de GB/ha se encontró un significativo efecto lineal de la suplementación (P < 0,01), que fue explicado por la función:

$$Y = 55,57 + 4,578 X; r = 0,95$$

donde: Y = kg GB/ha
X = kg grano de sorgo/vaca/día

En el Cuadro 2 se muestran las superficies de pastura utilizadas por cada tratamiento, los consumos estimados de pastura y las cantidades de grano efectivamente consumido.

Cuadro 2. Superficies empleadas, consumo de grano y consumo estimado de pastura

	T1	Tratamientos T2	T3
Superficie utilizada (m ² /vaca/día)	129 (± 7,8)	110 (± 5,6)	77 (± 6,9)
Consumo estimado pastura (kg MS/vaca/día)	15,9 (± 0,3)	13,3 (± 0,45)	9,3 (± 0,36)
Consumo de grano (kg MS/vaca/día)	0,0	3,6	6,6 (± 0,2)
Consumo total estimado (kg MS/vaca/día)	15,9 (± 0,3)	16,9 (± 0,45)	15,9 (± 0,47)

Como la suplementación de pasturas con granos está asociada a un efecto de sustitución, se analizó la tasa de sustitución de pastura por grano. La tasa de sustitución se calculó mediante la fórmula:

$$\text{Sustitución} = \frac{\text{Consumo estándar} - \text{consumo observado}}{\text{kg de suplemento consumido}}$$

Se asumió que el consumo estándar fue el de los animales del T1 (sin suplementación), y el observado el estimado para los T2 y T3. La sustitución así calculada fue explicada por la ecuación:

$$Y = 16,18 - 0,856 X; (P < 0,05); r = -0,977$$

donde: Y = consumo total en kg MS/vaca/día
X = kg de MS de suplemento consumido/vaca/día

que indicó una reducción de 0,856 kg de MS de pastura por cada kg de MS de grano de sorgo consumido.

Además se calculó la reducción de superficie requerida por vaca debida a la inclusión del suplemento, resultando:

$$Y = 133,9 - 7,49 X; (P < 0,05); r = -0,937$$

Esto indicó que cada kg de MS de grano de sorgo permitió reducir en 7,49 m² la superficie de pastura necesaria por vaca por día.

La superficie requerida para el pastoreo depende de la DF de la pastura. El Cuadro 3 (página siguiente) muestra la evolución de la disponibilidad de MS de la pastura.

La evolución de la calidad del forraje disponible para pastoreo en cuanto a componentes de la pared celular está en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Evolución de componentes de pared celular

	Semanas					Promedio
	1 - 3	4 - 6	7 - 9	10 - 12	13 - 15	
FDN (1)	39,8	34,5	33,4	32,1	28,4	33,67
FDA (2)	30,9	31,4	30,4	28,8	25,4	29,4
HEM. (3)	9,07	2,15	3,16	3,30	3,05	4,15
LDA (4)	10,9	8,4	7,8	8,7	6,06	8,37

(1) fibra detergente neutro; (2) fibra detergente ácido; (3) hemicelulosa (FDN - FDA); (4) lignina detergente ácido (método SO₄H₂)

En el Cuadro 5 se muestra la evolución de la calidad de las dietas, en promedio para los diferentes tratamientos, estimadas a partir de la partición de los componentes (en porcentajes).

Cuadro 5. Calidad de las dietas

	Semanas					Promedio
	1 - 3	4 - 6	7 - 9	10 - 12	13 - 15	
Concentración de materia seca (‰)						
T ₁	16,6	17,2	17,8	19,0	20,3	18,2
T ₂	34,7	34,9	34,6	34,8	35,4	34,8
T ₃	49,1	45,5	45,8	46,6	47,4	46,8
Digestibilidad in vitro de la MS (‰)						
T ₁	66,4	73,3	72,8	72,5	69,1	70,8
T ₂	69,8	74,4	74,5	73,3	70,9	72,6
T ₃	71,6	74,8	74,9	74,7	72,3	73,7
Concentración Proteína Cruda (‰)						
T ₁	20,8	15,2	18,3	17,0	16,0	17,5
T ₂	18,2	14,1	16,3	15,4	14,5	15,7
T ₃	15,9	13,2	15,0	14,3	13,6	14,1

Cuadro 3. Disponibilidad de materia seca de la pastura (kg MS/ha)

	Semanas				Promedio	
	1 - 3	4 - 6	7 - 9	10 - 12		13 - 15
T1	1680 ± 477	2587 ± 596	2039 ± 338	1467 ± 209	1680 ± 220	1890 ± 440
T2	1546 ± 409	2490 ± 594	1889 ± 374	1399 ± 353	1600 ± 280	1782 ± 432
T3	1817 ± 465	2405 ± 461	1925 ± 479	1698 ± 305	1754 ± 196	1919 ± 286
\bar{X}	1681 ± 448	2494 ± 546	1951 ± 399	1521 ± 300	1678 ± 233	1865 ± 384

En el Cuadro 6 (página siguiente) y en la Figura 1, se muestran los cambios de peso vivo de los animales hasta el quinto mes de lactancia.

La Figura 2 presenta las curvas de lactancia promedio de cada tratamiento y el Cuadro 7 contiene la producción por lactancia de 42 semanas de cada tratamiento.

Cuadro 7. Producción por lactancia de 42 semanas

	Tratamientos			Significancia
	T ₁	T ₂	T ₃	
Leche (kg)	5.088,1	5.284,7	5.996,6	*
GB (kg)	173,7	190,6	193,5	NS
GB (‰)	3,41	3,61	3,23	NS
LGC 4 ‰ (kg)	4.620,0	4.936,7	5.298,4	*

* (P < 0,05)

Para toda la lactancia se encontró un efecto lineal significativo (P < 0,05) en producción de leche y LGC 4 por ciento. El incremento en producción de leche y LGC 4 por ciento de toda la lactancia atribuible al efecto de la suplementación durante el primer tercio de la misma fue explicado por los siguientes modelos lineales:

$$\begin{aligned} \text{Leche, } Y &= 4997,4 + 1,495 X & r &= 0,479 \\ \text{LGC 4 ‰, } Y &= 4623,5 + 1,094 X & r &= 0,430 \end{aligned}$$

donde "X" es la cantidad total de grano utilizado durante los 91 primeros días de la lactancia.

Conclusiones

- En las condiciones de la presente experiencia, la suplementación de vacas lecheras en pastoreo con grano de sorgo molido durante el primer tercio de la lactancia, no produjo aumentos en la producción individual de GB ni de LGC 4 por ciento.
- Los animales no suplementados mantuvieron el mismo nivel de producción a costa de una mayor pérdida de peso durante los primeros 30 días de lactancia.
- Con la disponibilidad y calidad de la pastura empleada la suplementación permitió aumentos de carga que aumentaron significativamente la producción de GB/ha. Además se verificó un efecto residual significativo de la suplementación sobre la producción de leche y LGC 4 por ciento de toda la lactancia.
- La mayor cantidad de peso perdido al inicio de las lactancias por los animales no suplemen-

Cuadro 6. Cambios de peso vivo (kg/animal/día)

	Etapas (días)				
	0 - 30	30 - 60	60 - 90	90 - 120	120 - 150
T1	- 1,36 ± 0,657	- 0,04 ± 0,72	0,005 ± 0,45	0,528 ± 0,69	0,06 ± 0,852
T2	- 0,8 ± 0,330	- 0,15 ± 0,16	0,083 ± 0,06	0,200 ± 0,28	0,017 ± 0,13
T3	- 0,75 ± 0,726	- 0,17 ± 0,46	0,122 ± 0,41	0,383 ± 0,13	0,305 ± 0,13

± Desviación estándar

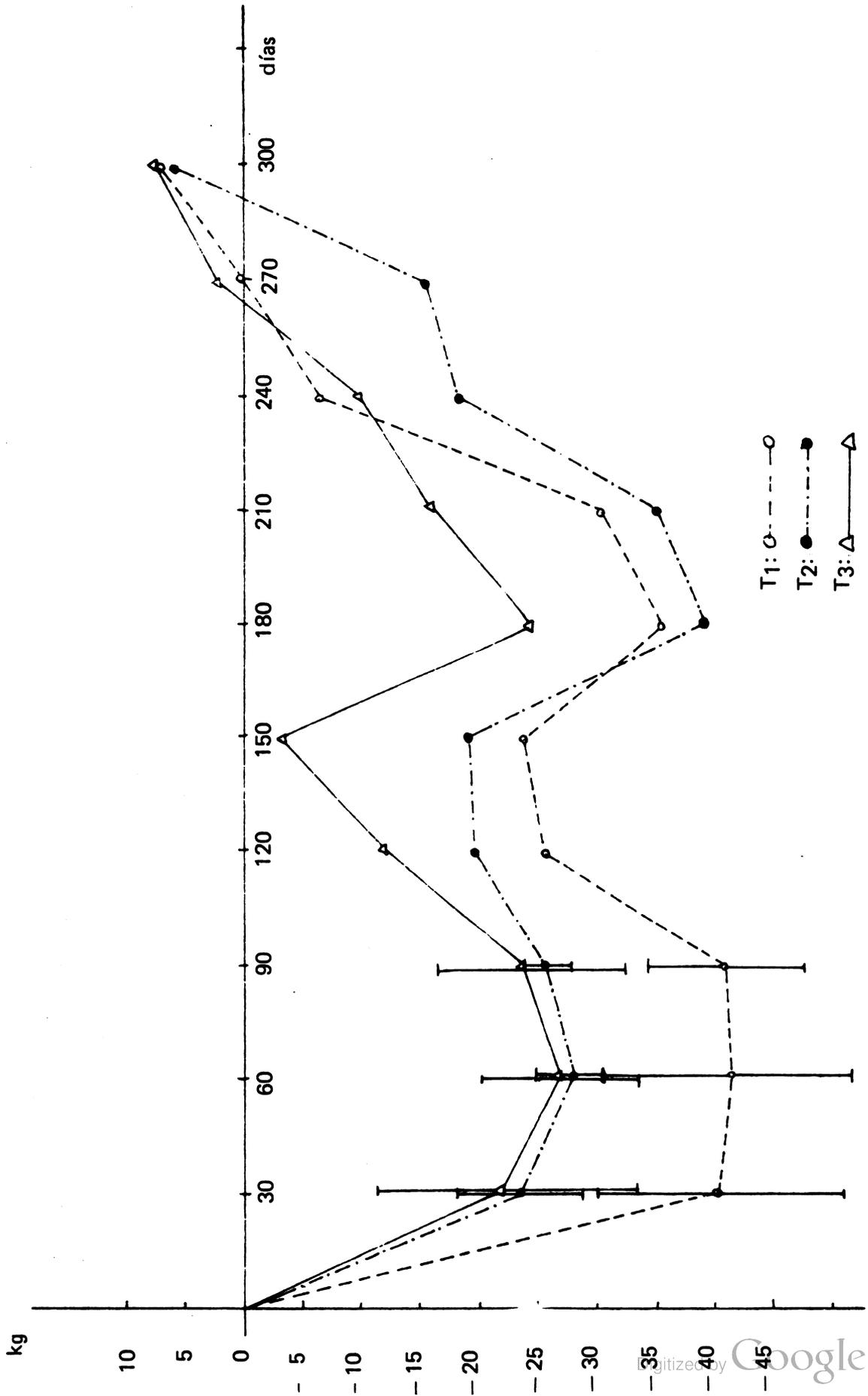


Figura 1. Cambios de peso vivo (kg/vaca/mes)

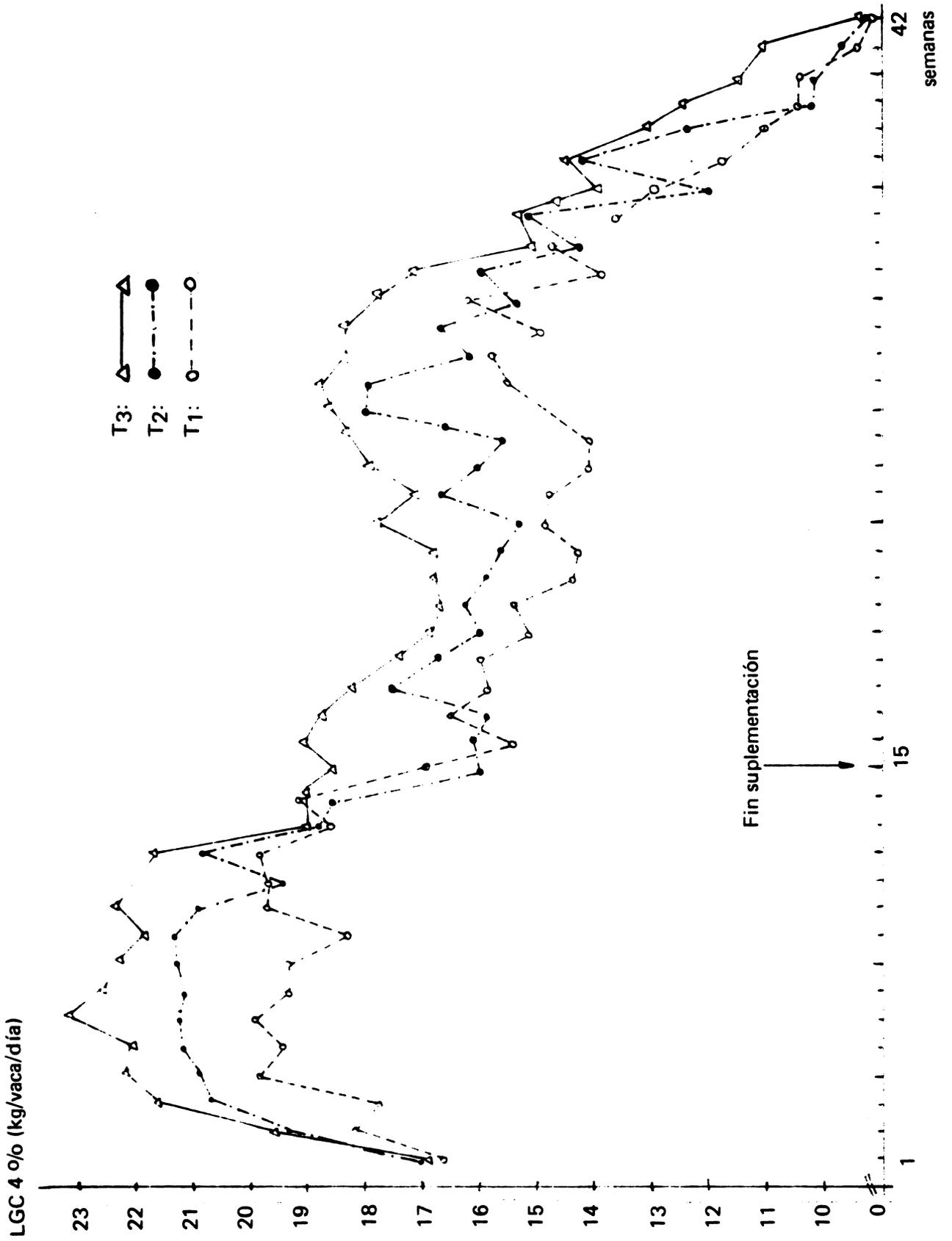


Figura 2. Curvas de lactancia. Efecto del nivel de suplementación durante el primer tercio de las lactancias

tados fue recuperado exclusivamente sobre pasturas, al finalizar las lactancias, en igual magnitud que los animales que consumieron grano.

- Los animales no suplementados, o que recibieron el nivel intermedio (4 kg/animal/día) no presentaron un incremento de producción definido, a diferencia de los que recibieron alrededor de un 40 por ciento de su dieta en forma de grano molido.
- La producción obtenida en el primer tercio de la lactancia puede ser explicada por los cambios de peso y por los consumos estimados de pastura o pastura más grano y es coincidente con los requerimientos calculados por el ARC (1980). En consecuencia, puede inferirse que la estimación del consumo en pastoreo medido por la diferencia entre la DF y el rastrojo remanente, resultó adecuada para las condiciones de pastoreo en franjas de medio día.
- Desde que la suplementación involucra el uso de tierra y capital para producir o comprar el grano utilizado, cabe plantearse si con pasturas de alta calidad el beneficio de la mayor producción de GB/ha compensa el costo del suplemento. Dicha conveniencia dependerá de la superficie disponible con pasturas, de la relación entre los precios del insumo y del producto y de la posibilidad de contar con pasturas de características tales, que permitan a los animales recuperar el peso perdido al inicio de la lactancia, una vez suspendido el grano. Esto también está asociado al potencial productivo de las vacas.
- Los efectos de la suplementación con concentrados de pasturas de diferente digestibilidad así como los niveles de DF que son limitantes para las vacas en pastoreo, necesitan ser investigados.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON BALANCEADO COMERCIAL SOBRE LA PRODUCCION DE VACAS HOLANDO ARGENTINO ALIMENTADAS CON PASTURAS

por J. D. Savio, N. A. Calcha, E. A. Comerón, L. A. Romero
M. R. Mattiacci y H. F. Fenoglio *

Resumen

La finalidad de este trabajo fue evaluar la producción de leche y grasa butirosa (GB) de vacas Holando Argentino sometidas a dos estrategias de suplementación con alimento balanceado de venta comercial (16 por ciento PB), sobre pasturas. La experiencia se llevó a cabo durante 1982 y 1983 en la EERA Rafaela. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar y siete repeticiones por año. Los tratamientos fueron los siguientes: alimentación sobre pasturas sin suplementación (T₁, testigo), alimentación sobre pasturas y 3 kg/vaca/día de suplemento durante 45 días antes del parto (T₂) e igual a T₂ más 4 kg/vaca/día de suplemento durante 120 días después del parto (T₃). Las vacas permanecieron sobre pasturas de alfalfa y achicoria de buena calidad recibiendo el suplemento en forma individual. La producción de leche y GB fue evaluada semanalmente. Se determinó la disponibilidad de las pasturas, su calidad (DIVMS y PB), el contenido proteico (PB) del suplemento, así como la evolución mensual del peso vivo de los animales. Las producciones de leche, en kg, a los 120 días fueron: 1.994,8 para T₁, 2.089,8 para T₂ y 2.332,2 para T₃, resultando esta última significativamente superior a las restantes ($P < 0,01$). Al finalizar las lactancias (294 días) resultaron 4.556,6 (T₁), 4.626,7 (T₂) y 4.885,4 (T₃), sin mostrar diferencias significativas estadísticamente. Las producciones de GB en kg, no mostraron diferencias en ningún caso. A los 120 días fueron: 59,17 (T₁), 62,04 (T₂) y 64,57 (T₃), mientras que al fin de las lactancias 127,95 (T₁), 141,58 (T₂) y 146,93 (T₃).

Introducción

En la región central de la provincia de Santa Fe la producción de leche se basa en el uso de pasturas como principal recurso para la alimentación de las vacas.

En los últimos años se ha incorporado algunas especies forrajeras como achicoria, trifolium, cebadilla, entre otras, que por su adaptación han contribuido a mejorar notablemente la calidad y distribución de los recursos forrajeros a lo largo del año.

El sistema de comercialización de la leche con el pago de base y excedente, hace que los productores utilicen algunas de las prácticas de suplementación sin tener, muchas veces, en cuenta que

* *Médico Veterinario; Ingenieros Agrónomos; Estadística e Ingeniero Químico, técnicos de la Estación Experimental Regional Agropecuaria de Rafaela, Santa Fe, Argentina.*

una adecuada elección de las especies que componen las pasturas y un correcto manejo de las mismas puede redundar en mayores beneficios económicos al reducir el consumo de suplementos.

Diversos autores (Conrads et al, 1964; Blaxter et al, 1966; Campling, 1970) establecieron que para que no existan restricciones en el consumo voluntario de energía, la digestibilidad del forraje debe situarse por encima del 67 por ciento.

Bruno et al (1983) hallaron para una pastura de achicoria y trifolium valores de digestibilidad nunca inferiores al 66 por ciento.

Con base en estos antecedentes se llevó a cabo una experiencia en la EERA Rafaela, durante los años 1982 y 1983, cuya finalidad fue la de evaluar la producción de leche y grasa butirosa de vacas Holando Argentino manejadas sobre pasturas de base achicoria y base alfalfa y sometidas a dos estrategias de suplementación con un alimento balanceado de venta comercial y amplia difusión en el área.

Materiales y métodos

En 1982 y 1983 se seleccionaron vacas Holando Argentino (21 en cada año) con similares fechas de parición probable, número de lactancias, producción de leche de la lactancia previa y peso vivo, las que fueron asignadas según un diseño en bloques completos al azar a los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (T ₁):	alimentación sobre pasturas permanentes
Tratamiento 2 (T ₂):	alimentación sobre pasturas permanentes, más una suplementación de 3 kg/vaca/día de alimento balanceado durante 45 días antes de la fecha probable de parto.
Tratamiento 3 (T ₃):	idéntica alimentación que en el T ₂ más una suplementación de 4 kg/vaca/día de alimento balanceado durante los primeros 120 días posteriores al parto.

Las pariciones se produjeron en febrero y marzo de cada año.

Todos los animales fueron sometidos al mismo manejo durante el período experimental y utilizaron dos pasturas permanentes, una de base alfalfa y otra de base achicoria, a las que tuvieron acceso en forma alternada después de cada ordeño. El mismo manejo tuvieron durante el período preparto (medio día sobre cada pastura).

El manejo de las pasturas fue rotativo en franjas que aseguraban, por su superficie, una disponibilidad de forraje no limitante para el consumo.

Una vez por semana se determinó para cada pastura la disponibilidad de forraje mediante el sistema de doble muestreo, la proteína bruta (PB) como N x 6,25 por el método de micro Kjeldahl y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) según la técnica de Tilley y Terry (1963).

El suplemento (*) fue suministrado en forma individual una vez por día en el período preparto y en partes iguales después de cada ordeño, durante la lactancia. Se tomaron muestras de cada partida de alimento balanceado y se determinó materia seca (MS), PB, cenizas y fibra detergente ácida (FDA).

Los animales fueron pesados 45 días antes de la fecha probable de parto dentro de las 24 horas posteriores al mismo, y mensualmente hasta el final de la lactancia.

La producción de leche y grasa butirosa se determinó semanalmente.

Las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron con el test de Tuckey.

Resultados y discusión

En las Figuras 1 y 2 se muestra las curvas de disponibilidad de forraje (kg de MS/ha) correspondientes a las pasturas de base alfalfa y base achicoria promediada para cada mes.

En el período 1982 y por razones climáticas (sequía) la disponibilidad de forraje de la pastura base alfalfa disminuyó notoriamente lo que obligó a suplementar con heno desde el 21/6 al 10/10. El heno se suministró entero y en la franja de pastoreo, a razón de 4 kg/vaca/día.

Las Figuras 3 y 4 muestran la evolución de la DIVMS y PB de ambas pasturas para los años 1982 y 1983.

En las Figuras se puede observar claramente el efecto negativo que los factores climáticos adversos tuvieron sobre la disponibilidad y calidad de las pasturas durante 1982.

El análisis de las dos partidas de alimento balanceado utilizadas se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores expresados en porcentaje (%) de MS, PB, cenizas y FDA del alimento balanceado utilizado

Año	MS	PB	Cenizas	FDA
1982	88,33	17,41	9,54	25,65
1983	89,35	17,93	7,44	24,74

El peso vivo de los animales y sus cambios durante la experiencia aparecen en el Cuadro 2.

(*) "Lecheras 16 0/b" de Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA)

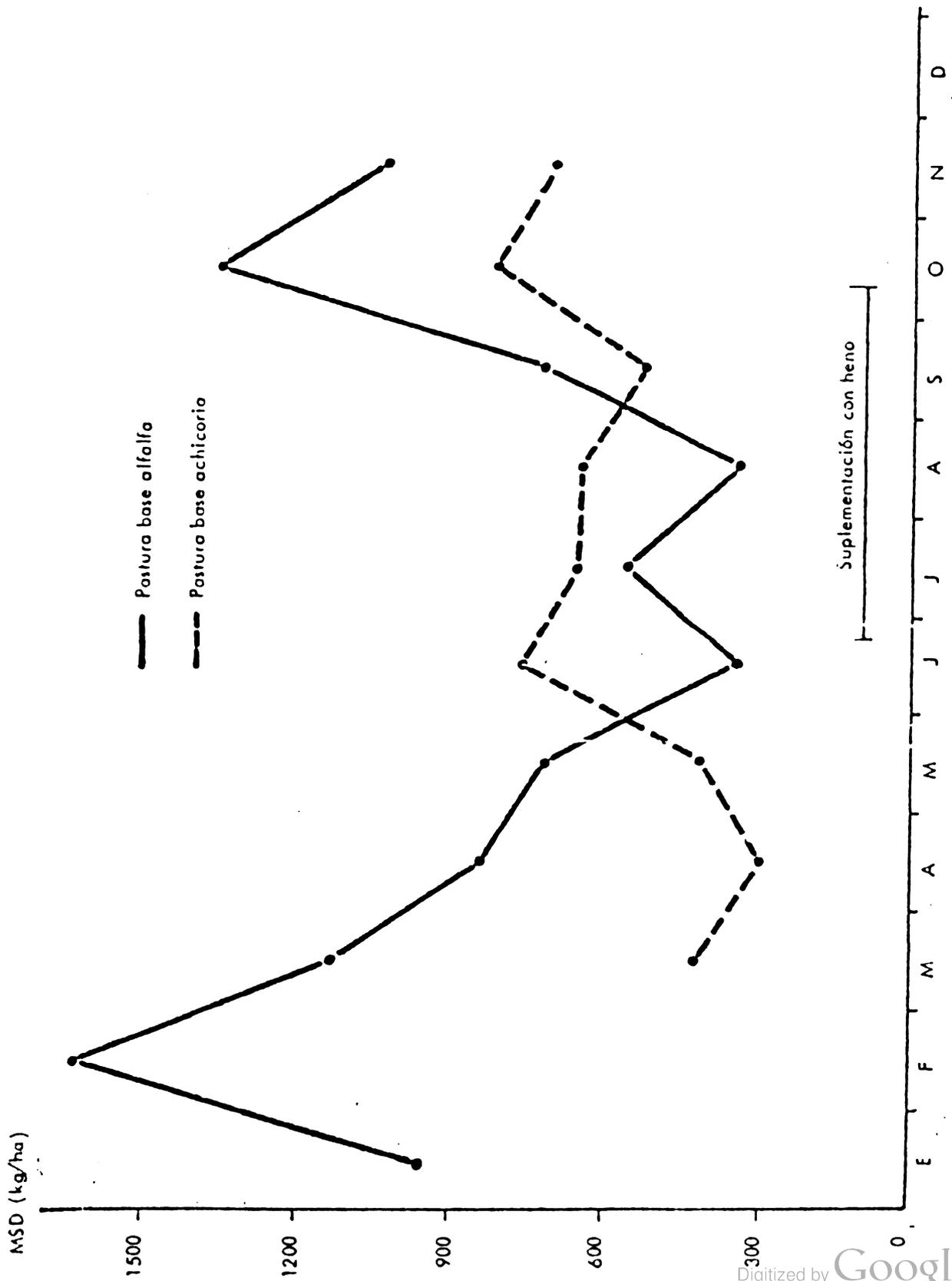


Figura 1. Evolución de la oferta de forraje durante el año 1982.

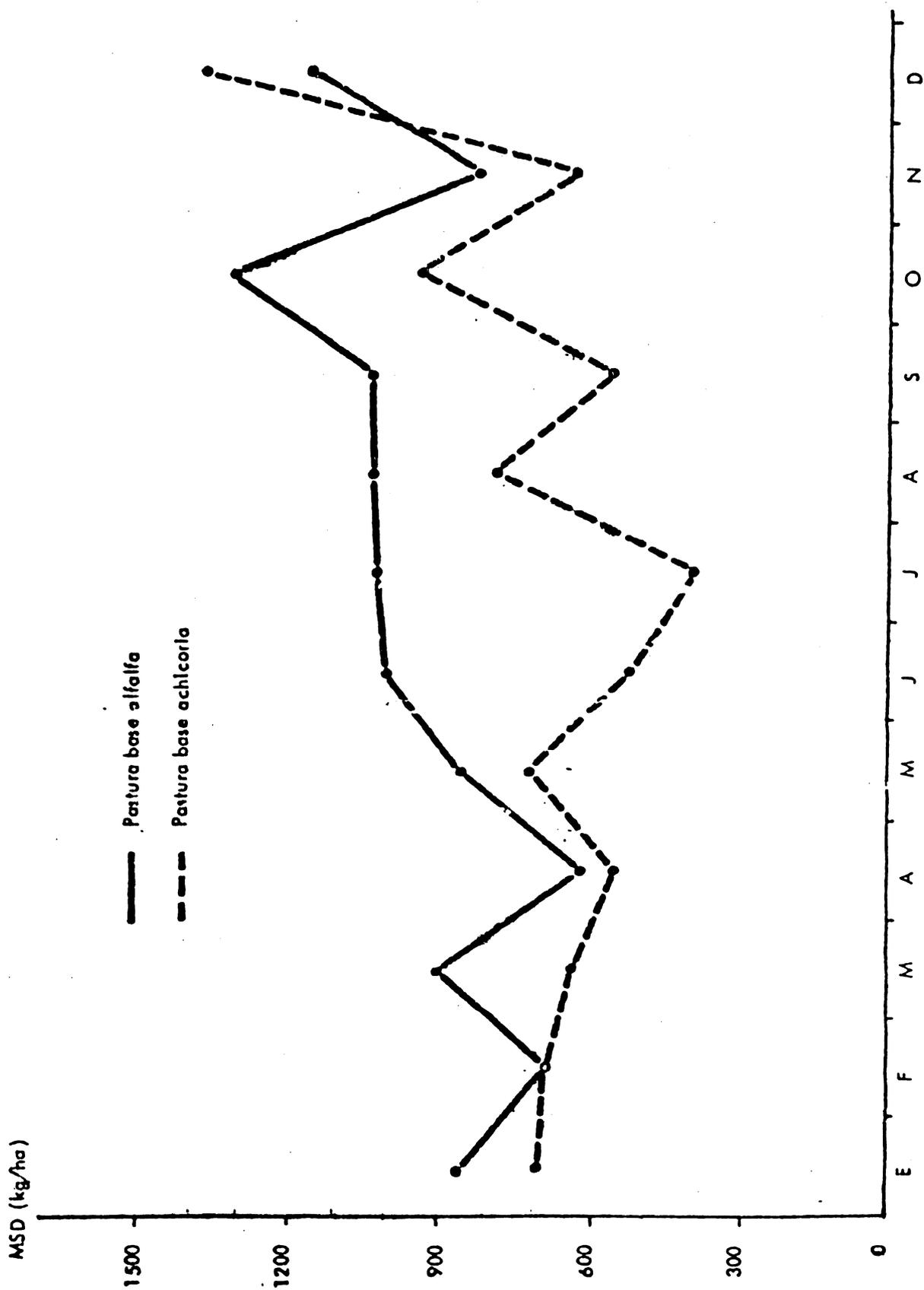


Figura 2. Evolución de la oferta de forraje durante el año 1983.

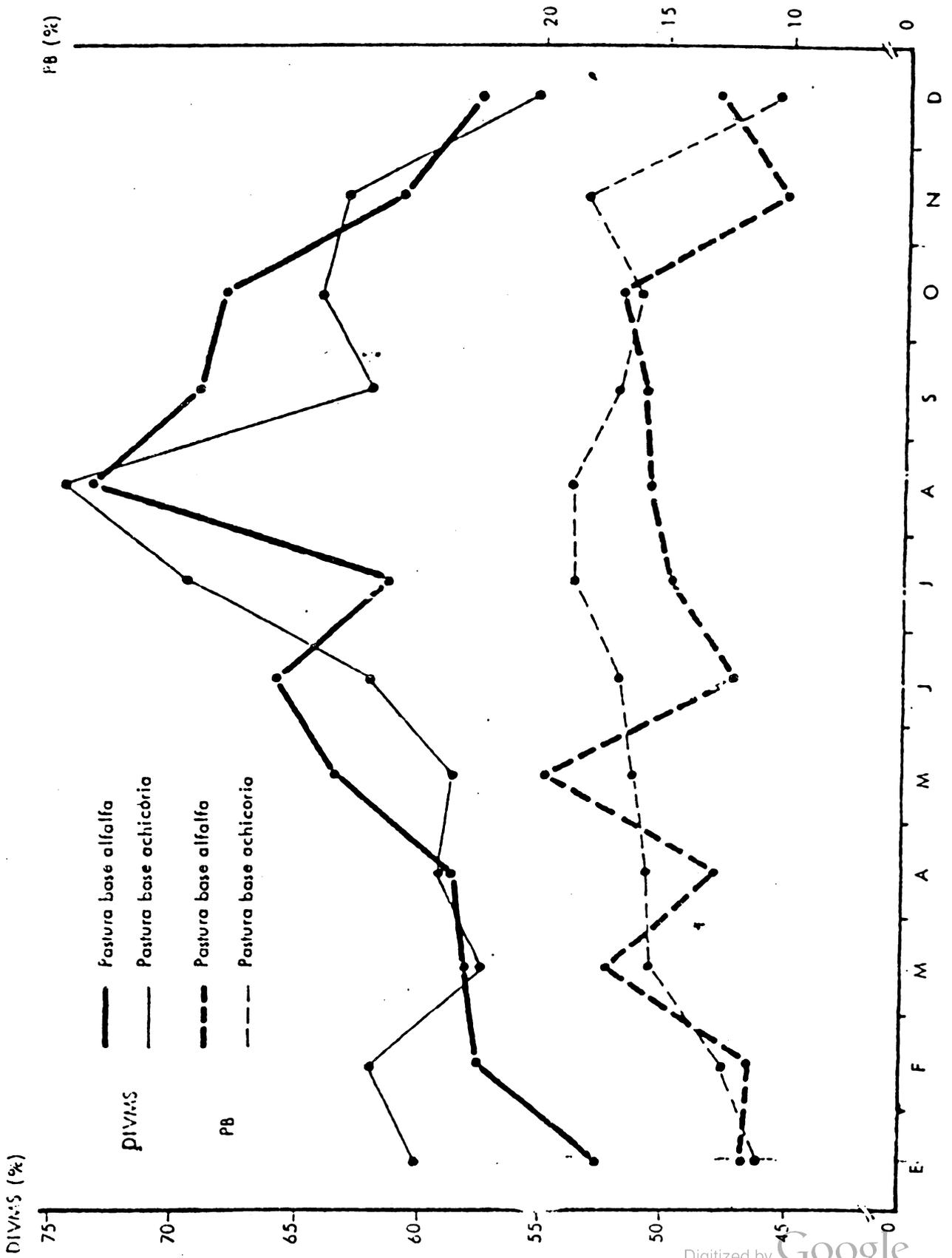


Figura 4. Evolución de la calidad de las pasturas durante el año 1983.

Cuadro 2. Peso vivo de los animales en diferentes etapas y diferencias respectivas expresadas en kilogramos

Año	Tratamiento	45 días antes del parto (1)	Post-parto (2)	120 días de lactancia (3)	Final de la lactancia (4)	P. V. post-parto-P. V. 45 días (2) - (1)	P. V. 120 días post-parto (3) - (2)	P. V. 120 días-P. V. 45 días (3) - (1) *	P. V. Final -P. V. 120 días (4) - (3) *
1982	1	596,71	566,96	511,14	631,00	- 29,86	- 55,71	- 85,57b	119,86a
	2	590,86	563,28	492,83	573,17	- 27,57	- 70,45	- 98,02a	80,33a
	3	576,66	568,33	499,33	587,83	- 8,33	- 69	- 77,33b	88,50a
1983	1	582,14	574,43	530,57	621,14	- 7,71	- 43,86	- 51,57a	90,57a
	2	596,71	562,40	544,29	628,71	- 34,31	- 18,11	- 52,43a	84,43a
	3	597,86	589,86	561,57	622,71	- 8,00	- 28,29	- 36,29b	61,14a

(*) Tratamientos con letras diferentes mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

Dado que el P. V. al parto fue registrado, tal como se detalla anteriormente, dentro de las 24 horas posteriores al mismo sin cuidar que el número de horas transcurridas entre el parto y la pesada fuera el mismo para todos los animales, los valores de P. V. al parto y de los cambios de peso que lo toman como referencia se presentan solamente como datos complementarios.

El análisis estadístico de los cambios de P. V. entre 45 días antes del parto y 120 días de lactancia detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre años, lo que sería explicado por la disparidad de las pasturas entre los períodos 1982 y 1983. Entre tratamientos, las pérdidas de peso observadas en los Tratamientos 1 y 3 resultaron significativamente menores ($P < 0,05$) que en el 2 en 1982 y en el tratamiento 3 respecto a los restantes en 1983.

Con relación a los cambios de P. V. entre los 120 días y el final de la lactancia, las diferencias no fueron significativas estadísticamente, dado que las pasturas afectadas durante 1982 tendieron a normalizar su producción y que el régimen de alimentación a partir de los 120 días de lactancia fue idéntico para los tres tratamientos.

Las producciones promedio de leche y GB para cada tratamiento en ambos años durante los primeros 120 días y total de la lactancia se muestran en el Cuadro 3, así como los resultados del test de Tuckey efectuado en cada oportunidad.

Cuadro 3. Producción promedio de leche y de grasa butirosa en kg. Años 1982 y 1983

Tratamiento	Período 0 - 120 días		Producción total de la Lactancia	
	Leche	GB	Leche	GB
Año 1982				
1	1.783,24a	53.111a	4.099,26a	127.918a
2	1.836,39a	55.365a	4.266,26a	130.116a
3	2.041,84b	55.808a	4.312,81a	126.609a
Año 1983				
1	2.206,4 a	65.246a	5.013,99a	153.708a
2	2.223,29a	68.734a	5.087,13a	153.061a
3	2.622,59b	73.347a	5.458,01a	167.268a

Nota: los tratamientos con letras iguales no difirieron significativamente.

Como puede observarse en el Cuadro 3 sólo se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en producción de leche para el período 0 - 120 días de lactancia, donde el Tratamiento 3 superó a los dos restantes.

Estos resultados se aproximan a lo expresado por Reid, J. T. (1977, citado por Waldo y Jorgensen, 1980) quien estimó que forrajes del 60 - 65 por ciento de digestibilidad son adecuados para alcanzar producciones de cerca de 5.000 kg de leche por año utilizando vacas Holstein. También concuerdan con Hutton y Parker (1967) y Holmes y Curran (1967) en lo que respecta a la escasa respuesta al suplemento, quienes sostienen que la suplementación de vacas lecheras en pastoreo sólo se justifica si el consumo de nutrimentos se ve limitado.

Con respecto a la falta de respuesta productiva a la suplementación preparto (T2) es probable que el estado de los animales al comenzar la experiencia haya sido adecuado y que el consumo de pasturas solamente fuera suficiente para alcanzar un peso vivo no limitante.

Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran el elevado potencial para la producción de leche de las pasturas utilizadas.

Además, la escasa respuesta al suplemento pone de manifiesto la importancia de una correcta valorización de los recursos forrajeros cuando se planifica el régimen de alimentación del rodeo lechero.

Literatura citada

1. BLAXTER, K. L., WAINMAN, F. W. and DAVIDSON, J. L. The voluntary intake of food by sheep and cattle in relation to their energy requirements for maintenance. *Animal Production* 8(1): 75 - 83. 1966.
2. BRUNO, O. A., FOSSATI, J. L. y FENOGLIO, H. F. Manejo otoño invernal de una pastura de achicoria y trébol blanco. INTA. EERA Rafaela. Publicación Técnica No. 27. 15 p. 1983.
3. CAMPLING, R. C. Physical regulation of voluntary intake. In *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminants*. 636 p. 1970.
4. CONRAD, A. R., PRATT, A. D. and HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science* 47(1): 54 - 62. 1964.
5. HOLMES, W. and CURRAN, M. X. Feed intake of grazing cattle. *Animal Production* 9(3): 313 - 324. 1967.
6. HUTTON, J. B. and PARKER, O. F. Meal feeding for milk production. *Proceedings Ruakura Farmer's Conference Week*: 194 - 204. 1967.
7. TILLEY, J. N. and TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society* 18: 104. 1963.
8. WALDO, D. R. and JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. *Journal of Dairy Science*: 64(6): 1207 - 1229. 1980.

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DE LECHE EN VACAS HOLANDO PRIMERIZAS MANTENIDAS SOBRE PASTURAS DE *Setaria italica* Y SUPLEMENTADAS CON DOS TIPOS DE CONCENTRADOS

por R. Blanco y A. Bernis *

Introducción

Es sabido que en áreas tropicales y sub-tropicales, existen diversos factores climáticos que afectan la productividad del ganado lechero y que se agravan, según sea el grado y la intensidad en que concurren estos factores, con las condiciones deficientes de manejo y explotación del animal.

Una de las influencias o manifestaciones negativas del efecto climático se observa sobre el hábito de pastoreo de los animales y la calidad de las pasturas.

El primer aspecto es conocido (Vieira de Sa), pues cuando los animales están sometidos a un régimen de pastoreo libre y con una temperatura superior a los 25° C, empiezan a manifestar incomodidades. En estas condiciones, el animal reduce la ingestión de alimentos por lo menos a la mitad de lo que debiera ingerir, agravándose según se acentúe la temperatura.

El otro aspecto es la calidad de la pastura. Algunos autores (Mc Cullough) afirman que con el calor, si es seco, la digestibilidad se reduce diariamente en uno por ciento y por tal razón ubica al pasto en un plano secundario para un programa de alimentación en ganado lechero.

Por estas consideraciones, se deduce que el nivel productivo de nuestros animales lecheros aun es relativamente bajo, siendo el factor nutricional uno de los aspectos que influye decididamente en ello.

Esta situación conduce a que el productor recurra muchas veces al uso indiscriminado de los alimentos concentrados para satisfacer las necesidades de sus animales.

El incremento permanente del costo de los alimentos concentrados obliga a que los productores busquen alternativas de alimentación que permitan reducir sus costos.

El suplemento concentrado comercial utilizado como fuente proteica por lo general no mantiene una calidad estable y por tanto está por debajo de las composiciones que deben poseer.

* *Médico Veterinario y Técnico del Programa Nacional de Investigación y Experimentación Ganadera (PRONIEGA), Ministerio de Agricultura, Asunción, Paraguay.*

La utilización de la urea en las raciones de vacas en ordeño es una alternativa interesante, en razón de que los rumiantes pueden utilizar el Nitrógeno de la urea para sintetizar proteínas a partir de sustancias no proteicas que se encuentran en su dieta, siempre y cuando exista una buena fuente de energía. Además, ello permite reducir el costo de utilización de los concentrados.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto en la producción de leche y la evolución en peso vivo de las vacas de dos tipos de alimentos concentrados; uno compuesto por balanceado comercial y otro por una mezcla de Expeller de maní, urea y melaza, preparado en el momento previo al suministro.

Materiales y métodos

Animales. Fueron utilizadas 10 vacas Holando importadas, primerizas, entre 180 y 300 días de lactación, con un nivel promedio de producción inicial de leche de 5,56 kg y pesos entre 323 y 469 kg al inicio del ensayo.

Manejo aplicado. Las vacas eran ordeñadas a mano dos veces por día, recibiendo sus raciones suplementarias durante el ordeño. Luego del ordeño, las vacas eran enviadas al pastoreo sobre Pasto *Setaria*, donde permanecían durante el día.

Alimentación. El alimento básico de volumen consistía en un sistema de pastoreo alternado sobre Pasto *Setaria*, disponiéndose para el efecto de dos piquetes de tres hectáreas cada uno, teniendo acceso libre permanente a los bebederos.

Como ración suplementaria del alimento de volumen se utilizó ensilaje de sorgo: 8 kg diarios por animal distribuidos a todo el lote.

Los alimentos concentrados evaluados fueron: a) un balanceado comercial adquirido de un comercio local, del que se suministraba 2.5 kg diarios por animal; b) un concentrado que tenía esta mezcla: Expeller de maní 1 kg, Urea 0.080 kg y melaza 1 kg. Estos concentrados se suministraban en forma fraccionada dos veces al día durante el ordeño.

La dieta prevista para cada tratamiento contemplaba las necesidades de mantenimiento y crecimiento, medidos por peso, y la producción medida por el rendimiento de la leche.

Minerales. Se distribuyó *ad libitum* y su formulación aportaba todos los macro y micro elementos necesarios.

Tratamientos. Fueron establecidos dos tratamientos y los componentes de cada ración se indican en el Cuadro 1.

El Cuadro 2 muestra los valores nutricionales de los diversos alimentos utilizados en los dos tratamientos.

El Cuadro 3 describe los requerimientos nutricionales para vacas de 400 kg con 6 kg de leche diarios y 3.5 por ciento de grasa, según N. R. C.

Cuadro 1. Composición de las dos raciones en estudio

Alimentos	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Ensilaje de sorgo	8 kg/día/animal	8 kg/día/animal
Alimento balanceado	2.5 kg/día/animal	---
Pasto <i>Setaria</i>	Pastoreo libre	Pastoreo libre
Expeller de Maní	---	1 kg/día/animal
Urea	---	0.080 kg/día/animal
Melaza	---	1 kg/día/animal

Cuadro 2. Valores nutricionales de las dos raciones en estudio

Tipo de alimento	MS (‰)	NDT (‰)	Proteína total (‰)
Ensilaje de sorgo	24	18	2.5
Alimento balanceado	90	75	18
Expeller de Maní	90	70	36
Urea	100	--	280
Melaza	---	36	--

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales de vacas de 400 kg en ordeño

Peso (kg)	Prod. diaria (kg)	MS (kg)	NDT (kg)	Proteína total (kg)
400	6.0	9.0	4.9	0.865

El Cuadro 4 corresponde al valor nutricional de los tratamientos y costos respectivos

Cuadro 4. Valor nutricional de las dos raciones y costos

Tipo de alimento		MS	NDT	Prot.	Costo Grs.
Tratamiento 1					
Ensilaje de sorgo	8.0 kg	1.920	1.440	.200	8
Alim. balanceado	2.5 kg	2.250	1.875	.450	49.80
Pastoreo libre	---	---	---	---	---
		4.170	3.315	.650	57.80
Tratamiento 2					
Ensilaje de sorgo	8.0 kg	1.920	1.440	.200	8
Exp. de Maní	1.8 kg	.900	.700	.360	26
Urea	.080 kg	.800	---	.224	8
Melaza	1.0 kg	---	.360	---	8
Pastoreo libre		---	---	---	---
		3.620	2.500	.784	50

El déficit observado en cuanto al aporte de materia seca y de energía por los dos tratamientos, se estima que puede ser cubierto por el pastoreo que realizan los animales libremente sobre el Pasto *Setaria*.

Diseño Experimental. Se utilizó el de "Bloques al azar" formándose cinco parejas de dos vacas cada una, a efectos de que cada pareja agrupe las vacas que tengan una producción similar. Los datos fueron analizados por ANOVA.

Criterios de evaluación. Se ha registrado la producción mediante pesadas diarias de los ordeños, como también el peso mensual de las vacas. El ensayo se realizó durante 80 días.

Resultados y discusión

El Cuadro 5 indica la producción individual de leche por tratamiento y por pareja al final del ensayo.

Cuadro 5. Producción de leche por efecto de las dos raciones (kg)

	1	2	Parejas 3	4	5	\bar{X}
Tratam. 1	4.19	3.55	4.89	4.6	4.17	4.28
Tratam. 2	5.91	5.63	5.57	5.65	5.39	5.63

El análisis estadístico reveló una diferencia entre los tratamientos ($P < 0.01$) no así entre las parejas.

El tratamiento que ha dado mejor resultado fue el No. 2 (Expeller de maní + Urea) que produjo 31.5 por ciento más de leche por día que el tratamiento 1 (Balanceado). Esta diferencia en la producción también implica diferencias en el costo de las suplementaciones utilizadas, así el tratamiento 2 fue 27 por ciento más económico que el tratamiento 1.

En cuanto a la eficiencia de conversión, el tratamiento 2 fue 35 por ciento más eficiente que el tratamiento 1, es decir que aquel produjo un promedio de 0.650 kg de leche por cada kg de alimento suplementario, mientras que el tratamiento 1, produjo 0.407 kg de leche por cada kg de alimento suplementario consumido.

En lo que respecta a la evolución de peso de las vacas, sin embargo, se nota que el tratamiento 1 (balanceado) presentó mayor aumento de peso promedio diario con relación a las vacas del tratamiento 2: 0.335 kg contra 0.167 kg ($P < 0.05$). El Cuadro 6 (página siguiente) describe la evolución individual de los pesos.

El período de adaptación para los animales importados siempre significa, al principio, una disminución de rendimiento en su vida productiva, debido a que deben soportar los factores ambientales propios del lugar.

Igualmente, cuando las vacas están sometidas a un régimen de pastoreo permanente y disponen de extensas áreas de pastura, es difícil controlar el consumo completo de los alimentos. Si bien los animales tenían una edad similar, siendo todas de primera lactación, sin embargo, los días de lactancia, cuando se inició la prueba, eran dispares entre sí y muy prolongados.

Cuadro 6. Evolución de pesos de dos lotes de vacas Holando sometidas a dos raciones suplementarias diferentes

Peso inicial	Tratamiento 1		Peso inicial	Tratamiento 2	
	Peso final	Aumento		Peso final	Aumento
437	466	29	384	398	14
469	489	20	355	370	15
343	372	30	375	378	3
323	344	21	370	390	20
378	415	37	349	364	15
	\bar{X}	27.4		\bar{X}	13.4
Ganancia diaria de peso		.342			.167

TASA DE SUSTITUCION DE FORRAJES POR CONCENTRADOS EN VACAS LECHERAS BAJO CONFINAMIENTO

por Claudio Wernli *

Resumen **

La tasa de sustitución de forrajes por concentrados en raciones de vacas lactantes es variable, dependiendo de varios factores inherentes al animal y a las características de los alimentos ofrecidos. El conocimiento de la forma en que un ingrediente sustituye a otro permitiría determinar con precisión la proporción de concentrados que deben incluirse en dietas de vacas con distinta productividad y con ello incrementar la respuesta económica de la producción, dado el contraste usualmente existente entre el costo por unidad de nutrimentos entre forrajes y alimentos concentrados.

Se analizan los resultados de algunas experiencias nacionales y extranjeras sobre la tasa de sustitución de forrajes por concentrados en vacas Holstein y los factores que influyen en ello.

Se plantea como tema de discusión los postulados del Dr. John Owen (Bangor, Gales) basados en que la respuesta productiva de las vacas en lactancia no sería dependiente del aporte variable de concentrados a través del curso de la lactancia; tampoco influiría el suministro diferenciado de concentrados acorde con el rendimiento lechero de las vacas. Tal proposición es discutible, ya que su aplicación podría depender del nivel productivo de los animales del rebaño y de la relación de precios vigentes entre forrajes y concentrados.

* Ing. Ag., Ph. D. Estación Experimental Agropecuaria de La Platina, INIA, Santa Rosa 11610, C. C. 5427, Santiago, Chile.

** Se presenta el resumen del trabajo realizado por el autor; mayor información favor solicitarla a la dirección indicada.

BALANCES NUTRICIONALES DE RODEOS LECHEROS EN PASTOREO

por E. F. Viglizzo y M. G. de Castro *

Introducción

El pasto es un recurso de bajo costo que, convertido eficazmente en producto animal, puede garantizar una aceptable competitividad económica a nuestros países menos desarrollados en los mercados internacionales, a menudo dominados por productos ganaderos provenientes de países que subsidian fuertemente el rubro alimentación.

Sin embargo, pese a la importancia del pasto como principal fuente de nutrimentos para el ganado, la producción de leche sobre pasturas no ha recibido una valoración acorde a las necesidades. Es así que en muchas de nuestras cuencas lecheras más importantes, se ignora habitualmente cuánto pasto se produce, cómo varía esa producción entre años y dentro de años, qué porcentaje del mismo es "cosechado" por el animal y convertido en producto y qué proporción de los nutrimentos requeridos por los rodeos son efectivamente aportados por el pasto.

Nuestros actuales fundamentos teóricos para la alimentación del ganado lechero son herencia de los conocimientos creados en prestigiosos centros de investigación de países desarrollados, que ejercen un natural liderazgo en la materia. Sin embargo, es necesario tomar conciencia que los sistemas de producción que disponemos operan a menudo bajo condiciones productivas que poco se parecen a las que predominan en aquellos países. Ello provoca un inevitable desfasaje entre el conocimiento teórico disponible y la realidad que procura asimilar ese conocimiento bajo la forma de tecnologías definidas.

Es evidente que los criterios de alimentación basados en el empleo de los estándares más difundidos (ej., los americanos del N. R. C. o los ingleses del A. R. C.) se adaptan mejor a aquellos sistemas de producción de tipo intensivo que operan bajo condiciones más controladas que nuestros tradicionales sistemas pastoriles de tipo extensivo o semiextensivo. En éstos últimos, el ambiente exterior actúa como una poderosa fuente inductora de variabilidad. Esta variabilidad parece actuar a tres niveles principales: a) nivel de los requerimientos del rodeo; b) nivel de la disponibilidad forrajera, y c) nivel de la calidad forrajera. Estas fuentes de variación restringen las posibilidades de extrapolar como tal las normas y procedimientos establecidos por los mencionados estándares convencionales de alimentación.

* *Ingenieros Agrónomos de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, CONICET, Argentina.*

Este carácter particularmente variable y aleatorio de la alimentación del ganado en pastoreo, lleva a plantear la necesidad de imaginar otros criterios alternativos de cierta originalidad que se adecúen a las exigencias de sistemas de producción bajo condiciones de definida regionalidad.

Las evidencias indican que se carece, en la actualidad, de estrategias concretas que permitan administrar integralmente el recurso forrajero. La complejidad intrínseca de la producción de leche bajo pastoreo, impide basar la alimentación del ganado en la consideración de unas pocas variables aisladas sometidas a un grado bastante elevado de control como ocurre con los sistemas intensivos basados en el empleo de los estándares convencionales. Las numerosas interacciones que surgen al introducir al animal en la pastura, induce a pensar en soluciones basadas en un enfoque globalizador del problema. Este enfoque requeriría concentrar la atención, no ya en el balance nutricional individual del vientre lechero, sino en los balances nutricionales de los rodeos o categorías en pastoreo. Y, más aún, en el balance nutricional del sistema de producción en su conjunto.

Sobre la base de este enfoque pastoril, se ideó un plan de trabajo diseñado para operar a escala de sistema de producción, con vistas a estimar, a través del tiempo: a) el balance nutricional del rodeo, y b) el balance nutricional del sistema de producción lechera. Los fundamentos de estos dos objetivos surgen de considerar un conjunto de modelos hipotéticos que indican que no necesariamente un buen balance del rodeo equivale a un buen balance en el sistema de producción.

Tales balances son expresados en términos de energía (mcal EM/mes), y en términos de la relación proteína-energía (g PB/mcal EM/mes). Se ha considerado que la relación proteína-energía es un parámetro más realista que el valor proteico de la dieta en términos absolutos, ya que desde un punto de vista biológico, las sustancias nitrogenadas se metabolizan en cantidades proporcionales a la energía metabolizada.

Como derivación del balance estimado a esos dos niveles (rodeo y sistema), se procurará: 1) acotar normas y procedimientos que permitan adecuar la oferta de nutrimentos del forraje, a los requerimientos del rodeo (ello implica ajustar cargas, presiones de pastoreo, tamaño de la superficie por pastorear, etc.); 2) racionalizar las políticas de suplementación de pasturas; y 3) delinear estrategias de presupuestación y de transferencia forrajeras.

Materiales y métodos

Pese a encontrarse en una etapa primaria de desarrollo, el trabajo consta de dos fases más o menos bien definidas. En la primera, ya iniciada, se procura estimar el balance nutricional de rodeos lecheros en producción. En la segunda fase se intentará calcular el balance del sistema integral de producción.

La primera fase tuvo su inicio en cuatro tambos CREA de la zona pampeana subhúmeda y en un tambo experimental de la zona pampeana semiárida. La segunda fase por iniciarse próximamente, se realizará en esta última unidad experimental. El trabajo incluye: **Mediciones de campo:** a) producción media diaria de leche y de GB, b) peso vivo medio de las categorías en pastoreo, c) disponibilidad (k MS/ha) de pasto mediante cortes al azar con cuadrícula normalizada antes de

ingresar y después de salir los animales, con el propósito de tener una estimación grosera del consumo y de la eficiencia de utilización del forraje pastoreado, d) estimación de la producción forrajera en potreros no pastoreados con el objeto de valorar épocas y magnitud de los excedentes no pastoreados. Este será un dato clave para estimar el balance del sistema de producción. Dentro de las superficies sometidas a corte, se evaluará el rendimiento de MS de las malezas y su porcentaje de cobertura con el fin de medir su incidencia sobre la receptividad, y e) previo a cada corte, se medirá la altura promedio del pasto disponible y se hará una estimación visual del rendimiento de MS/ha. Se procura con ello correlacionar ambos parámetros con el rendimiento real de pasto y valorar la eficacia predictiva de los mismos.

Análisis de laboratorio: se determinarán a) porcentaje de MS, b) porcentaje de digestibilidad *in vitro* de las especies forrajeras, y suplementos utilizados, c) su valor energético (mcal EM/k MS), y d) su valor proteico (porcentaje de PB por el método de Kjeldahl).

Trabajos de gabinete: a) mediante el empleo de los estándares del ARC o NRC se estimarán los requerimientos —incrementados aproximadamente en 30 por ciento por actividad— de energía y de proteína-energía tomando como bases los promedios de rendimiento lechero y peso vivo de las distintas categorías, b) confrontando estos requerimientos con la oferta nutritiva de los pastos y forrajes utilizados, se efectuará un balance mensual para el rodeo y otro para el sistema de producción.

El principal problema por resolver en este estudio será la validación de los balances estimados. ¿Qué garantías existen de que la corrección de los desbalances detectados tendrá efectivamente un impacto mejorador sobre el rendimiento lechero del sistema? Quizás un procedimiento viable para validar la solidez de los cálculos, puede darse por medio del tipo de relaciones producidas entre las variables consideradas y su verificación mediante relaciones consignadas en experiencias y datos bibliográficos afines.

Resultados parciales

Los resultados hasta ahora obtenidos en los cinco sistemas analizados muestran que, en general, durante el período considerado no se habrían producido condiciones detectables de subnutrición. Antes bien, en ciertas épocas habría existido un relativo desequilibrio por exceso debido a una sobreoferta nutritiva no aprovechada en forma debida. La suplementación innecesaria habría conducido frecuentemente a un desperdicio ya sea de energía, ya sea de proteínas, o de ambas simultáneamente. Se pudo, asimismo, apreciar la importante contribución del pasto (entre 70 y 80 por ciento) a los requerimientos nutricionales del rodeo.

Dentro del balance nutricional están involucrados aspectos cuantitativos y cualitativos que van variando a lo largo del año y que debieran tener efectos medibles sobre el rendimiento lechero. Si esos efectos se manifiestan a través de una respuesta lógica que cae dentro de lo previsible de acuerdo a las evidencias experimentales previas, puede presumirse que los balances calculados tienen un grado de razonabilidad aceptable.

La razonabilidad buscada puede encontrarse en varias de las relaciones analizadas. En efecto, se ha detectado con claridad la acción depresora sobre el rendimiento de las vacas que han ejercido las presiones crecientes de pastoreo, aunque esta depresión ha sido notoriamente atenuada por los niveles más altos de suplementación con concentrados. Ambos efectos pueden ser validados por medio de evidencias bibliográficas.

Una lógica similar parecen tener ciertas relaciones coincidentes con evidencias experimentales y bibliográficas. Encontramos así la típica relación asintótica que se produce entre la densidad energética de la dieta consumida y la respuesta productiva del animal. Una esperable relación de tipo curvilíneo se halló, asimismo, al confrontar distintas relaciones proteína-energía con el rendimiento lechero de los vientres. En coincidencia con la bibliografía, la relación tendió a optimizarse dentro de un rango de 60 - 80 g PB/mcal de EM disponible.

Otras relaciones de interés se podrán ir dilucidando en la medida que se acumule un número mayor de datos cuantificables.

Conclusiones provisionarias

La principal limitación de este tipo de trabajos parece surgir del hecho de operar con variables no sometidas a un control experimental directo. La magnitud de la escala a que se trabaja impide adoptar un diseño experimental definido. Es ésta, por otra parte, una situación bastante común cuando se investiga a una escala tan grande como es la del sistema de producción en conjunto. El empleo de un enfoque de sistemas aplicado, en este caso, al diagnóstico y corrección de desbalances nutricionales en condiciones de pastoreo, puede contribuir con una alternativa válida a la solución de problemas concretos de producción.

Siendo aún limitada la cantidad de información generada en este trabajo, las evidencias preliminares parecerían indicar que este enfoque posee una sensibilidad suficiente para detectar el tipo y la magnitud de los desbalances producidos. La derivación práctica más inmediata que surge de este tipo de estimaciones, radicaría en la posibilidad de racionalizar la administración del recurso forrajero mediante la aplicación de técnicas definidas.

Es evidente que el productor lechero que produce bajo condiciones de pastoreo, debe aprender a manejar un conjunto de componentes de alta variabilidad como son la carga animal, las presiones de pastoreo, el tamaño de la superficie a pastorear, la calidad de sus pastos y suplementos, la transferencia de excedentes forrajeros y el estado fisiológico de sus animales, entre otros. La complejidad intrínseca de este universo de factores demanda una estandarización de ciertas prácticas que, una vez adoptadas, posibilitarían una administración más racional del recurso forrajero.

Nuestros resultados indicarían, hasta ahora:

- Que frecuentemente se estaría haciendo una incorrecta administración de los nutrimentos producidos dentro del sistema;

- Que a menudo se suplementa sin ser estrictamente necesario y que se lo hace con un criterio meramente cuantitativo;
- Que la sustitución innecesaria de pasto por suplemento puede ser un hecho de cierta frecuencia;
- Que aún siendo necesaria la suplementación, no siempre tendría un efecto correctivo sobre los desbalances cualitativos de la pastura;
- Que mediante una combinación de pasturas diferentes podrían lograrse los efectos correctores de calidad que a menudo se buscan mediante el uso de concentrados;
- Que no existen criterios ~~definidos de~~ presupuestación forrajera y de transferencia de excedentes.

No es el propósito de este plan de trabajo producir nuevos estándares o tablas de alimentación para rodeos lecheros en pastoreo, al estilo de los estándares convencionales mencionados. Pero sí podría derivarse de este tipo de trabajos la estandarización de ciertas técnicas, a menudo costosas intelectualmente, que permitirían optimizar las relaciones actual y futura entre oferta y demanda de nutrimentos para cada sistema particular de producción.

**ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE FORRAJE CONSUMIDA POR NOVILLOS
SUPLEMENTADOS EN CONDICIONES DE PASTOREO.
UTILIZACION DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO INDIGERIBLE (FDNI)
COMO INDICADOR INTERNO**

por C. C. Hofer, P. D. Gómez, J. P. Fay, M. R. Cocimano
E. Frutos y F. Ovejero *

Introducción

La mayoría de los trabajos referidos a suplementación con concentrados en condiciones de pastoreo, informa sobre la respuesta en términos de producto animal. Son escasos los que contemplan la estimación del efecto del suplemento suministrado sobre el consumo de forraje (Meijs, 1981). Lo anterior puede analizarse tanto en función de la relevancia de esta última variable, cuanto de los aspectos metodológicos involucrados en su determinación.

La información disponible, obtenida en la mayoría de los casos en condiciones de confinamiento, indica que la tasa de sustitución (decrecimiento del consumo de forraje por unidad de concentrado suministrado) presenta un rango apreciable, registrándose valores desde cercanos a cero hasta apreciablemente superiores a la unidad. Se menciona como determinantes de esta variación a factores asociados a la calidad y cantidad del forraje disponible (Vadiveloo y Holmes, 1979; Holmes y Zoby, 1981; Meijs y Hoekstra, 1984); al tipo y nivel del concentrado suministrado (Allden, 1981; Hijink, Le Du, Meijs y Meijer, 1981) y a los requerimientos del animal (Donker y Mac Clure, 1982).

Parte de la variabilidad de la respuesta al suplemento en producto animal, puede explicarse en términos de la tasa de sustitución; su medida y el estudio de los factores causales, aportarían elementos para mejorar la eficiencia de utilización del concentrado (Gulbransen, 1974). La extrapolación a condiciones de pastoreo de las estimaciones del consumo de forraje de animales suplementados ofrece reparos, principalmente en situación de disponibilidad restringida de forraje. Esta se obtiene en confinamiento mediante la reducción del período con acceso al forraje, pudiendo generar situaciones nutricionales y de comportamiento diferenciales a las derivadas de una alta presión de pastoreo (Meijs y Hoekstra, 1984). Queda planteada la conveniencia que los estudios, sobre la interacción en términos de consumo entre forraje y concentrado, sean conducidos en pastoreo.

* *Ingenieros Agrónomos de la Estación Experimental Agropecuaria de Concepción del Uruguay, INTA, Argentina.*
Los autores agradecen al Ing. Agrónomo A. D. Garciarena el aporte de información y material suministrado.

Uno de los métodos más utilizados para determinar el consumo en condiciones de pastoreo se basa en la estimación de la cantidad de heces producidas (recolección total o técnica de dilución) y de la digestibilidad del forraje seleccionado (análisis de extrusas según técnica *in vitro*). Esta metodología ofrece limitaciones para ser aplicada en experiencias de suplementación, aún cuando la digestibilidad y la cantidad suministrada del suplemento sean conocidas, ya que no contempla los posibles efectos asociativos entre ambos componentes de la dieta (Langlands, 1975; Milne, Maxwell y Souter, 1981).

Entre las técnicas opcionales, se tiene la basada en la diferencia entre las disponibilidades de forraje pre y post pastoreo, determinada mediante cortes. Informe sobre el consumo promedio del grupo de animales, sin indicar la variabilidad individual y su precisión es dependiente de la intensidad de utilización y del tiempo de ocupación de la pastura (Meijs, 1981; Stockdale y King, 1983).

Con referencia a los métodos basados en medidas sobre el animal, las limitaciones mencionadas anteriormente pueden superarse mediante la conducción de una experiencia en confinamiento simultánea al ensayo en pastoreo, por la medida de variables de comportamiento o por la utilización de un indicador interno. El primero de los procedimientos consiste en la estimación de la digestibilidad *in vivo* de dietas compuestas por distintas proporciones de forraje y concentrado (similares a los utilizados en pastoreo), empleando técnicas de regresión para calcular el coeficiente de digestibilidad del suplemento y el factor de corrección por aplicar al correspondiente a las extrusas (Milne, Maxwell y Souter, 1981).

En el segundo método, el consumo de forraje se estima mediante la medida de sus componentes: número y tamaño de bocados (Chacon, Stobbs y Sandland, 1976; Cangiano, 1982). Permite el estudio del efecto del suministro de concentrados sobre aspectos del comportamiento animal, pero la precisión de la técnica comprometida por dificultad en la estimación del tamaño de bocados (Hodgson, 1982). Con respecto a la tercera de las opciones, la misma se fundamenta en la determinación de la concentración de un componente indigerible (indicador interno) en ambos componentes de la dieta y en las heces. Conociendo la producción de éstas últimas y la cantidad de concentrado suministrado, puede calcularse el consumo de forraje (Rittenhouse, Clanton y Stree-ter, 1970).

La utilización más frecuente de un indicador interno es para la estimación de digestibilidad. Las propiedades que debe cumplir un indicador ideal han sido caracterizadas (Kotb y Luckey, 1972), destacándose las referidas a que pueda ser determinado con precisión y que sea recuperado en su totalidad en las heces. En general, los antecedentes indican que los compuestos ensayados se apartan de la condición ideal, ya sea por problemas metodológicos en la determinación (cromógenos; Van Soest, 1982), recuperación incompleta (lignina; Muntifering, De Gregorio y Deetz, 1981) o interferencias derivadas de la contaminación con suelo en condiciones de pastoreo (sílice; Corbett, 1981).

Un grupo de indicadores internos se basa en el concepto de digestibilidad potencial de componentes de la pared celular, entendiéndose por tal a la máxima desaparición de la fracción obtenible cuando las condiciones y la duración de la fermentación no son limitantes (Wilkins, 1969). Se han evaluado, y han demostrado potencial para su utilización: celulosa potencialmente indigerible (Penning y Johnson, 1983 a); fibra detergente ácido indigerible (Waller, Merchen, Hanson, y

Klopfenstein, 1980; Penning y Johnson, 1983 b); fibra detergente neutro indigerible (Lippke, 1980; Lippke, Ellis y Jacobs, 1985).

Los métodos de fermentación utilizados en las experiencias citadas fueron *in vitro* e *in situ*, habiéndose además efectuado un tratamiento con celulosa, previo aislamiento del componente (Penning y Johnson, 1983 b). La utilización de la técnica *in vitro* en la estimación de una fracción indigerible, que requiere tiempos de fermentación prolongados, puede implicar que durante el proceso operen factores que comprometan la actividad microbiana (Clarke, 1977; Soofi, Fahey, Berger y Hinds, 1982).

En este trabajo, se presenta información sobre la evaluación de fibra detergente neutro indigerible (FDNI) como indicador interno y su aplicación, en una experiencia de suplementación con concentrados en condiciones de pastoreo, para estimar el consumo y la digestibilidad del forraje.

Materiales y métodos

Experimento I: Evaluación de FDNI.

Se trabajó con muestras de suministros y de heces provenientes de determinaciones de digestibilidad *in vivo*, efectuadas cada una con seis novillos. Los forrajes utilizados fueron seis estados de crecimiento diferenciales de AGROPIRO, suministrados a voluntad. La metodología empleada fue descrita por Garcarena (1982). Se contó, en forma individual para cada animal, con la información de la cantidad de forraje consumido, de heces producidas y el correspondiente coeficiente de digestibilidad *in vivo* (base M. O.).

Las muestras de forraje y de heces fueron sujetas a fermentación con licor ruminal, durante seis días. Excepto en lo referido a la longitud del período de fermentación, los demás aspectos metodológicos correspondieron a los de la primera etapa de la técnica de Tilley y Terry (1963). Al término de la fermentación, sobre la totalidad del material residual se determinó el contenido de fibra detergente neutro (Goering y Van Soest, 1970). La concentración de esta fracción (FDN), referida a la cantidad inicial de la muestra (base M. O.), fue considerada como la proporción del indicador (FDNI) en el material original.

Los tratamientos impuestos correspondieron a dos métodos de fermentación, designados como:

- a. Fermentación continua: el sustrato fue sometido a la acción de un único inóculo, permaneciendo en contacto con el mismo durante todo el período de fermentación.
- b. Fermentación con renovación de licor ruminal: al cumplirse el tercer día de fermentación, se procedió a centrifugación, extracción del sobrenadante mediante vacío e inoculación del residuo con licor ruminal recién extraído. Los procedimientos seguidos fueron los que corresponden a la técnica de Tilley y Terry (1963). Se cumplió un período total de seis días de fermentación.

Para ambos métodos de fermentación, dentro de cada forraje y en forma individual para cada animal, se calcularon el coeficiente de digestibilidad y la proporción de indicador recuperado en heces. El primero se estimó a partir de las concentraciones de FDNI en forraje y en heces, según:

$$D = 1 - \frac{F}{H}$$

donde: F: Concentración FDNI en el forraje suministrado (%)
H: Concentración FDNI en heces (%)

La recuperación del indicador (R) se calculó a partir de las cantidades (kg) de forraje consumido (f) y de heces producidas (h), ponderadas por las respectivas concentraciones de FDNI.

$$R = \frac{f \cdot F}{h \cdot H}$$

La información fue analizada según diseño en parcelas divididas (Parcela principal: forraje; Sub-parcela: método de fermentación).

Experimento II: Estimación del forraje consumido por novillos suplementados en condiciones de pastoreo.

Las estimaciones del consumo de forraje en condiciones de pastoreo se efectuaron en praderas de AGROPIRO. Se trabajó en tres condiciones diferenciales de pastura, obtenidas en forma sucesiva entre los meses de febrero y mayo. En cada una, el período experimental fue de cinco días, precedido de una fase de adaptación de 10 - 12 días. Las determinaciones correspondientes a las tres condiciones de pastura se realizaron con los mismos animales. Las praderas fueron caracterizadas mediante cortes y el forraje seleccionado por medio de análisis de extrusas obtenidas con cuatro novillos fistulados en el esófago. En el Cuadro 1 (página siguiente) se presenta información sobre disponibilidad de componentes del forraje y calidad de extrusas, para cada una de las pasturas (designadas, A, B, C).

La información referida a la respuesta a suplementación fue obtenida con 21 novillos de raza Hereford (331 ± 42 kg de peso a la iniciación de la experiencia). Fueron divididos en tres lotes de siete animales, asignándose a cada grupo un determinado nivel de suplementación con concentrado (0; 2; 4; kg MS/animal/día) durante todo el período experimental. El suplemento consistió en mezcla (base MS) de 90 por ciento de grano de maíz y 10 por ciento de pellets de girasol y fue suministrado en forma individual una vez por día. La composición química del concentrado se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Caracterización de las praderas y del forraje seleccionado

	A	Pastura B	C
I. Forraje disponible			
Disponibilidad total (kg MS/ha)	8970 ± 396	2453 ± 125	1501 ± 92
Disponibilidad de hoja (kg MS/ha)	1529 ± 66	744 ± 47	366 ± 34
Densidad de hoja (kg MS/cm.ha)	46 ± 1,6	74 ± 2,9	85 ± 2,8
II. Forraje seleccionado			
Digestibilidad in vitro * (%, base MO)	62,4 ± 4,4	65,5 ± 1,5	58,9 ± 2,2
Nitrógeno (%, base MO)	1,09 ± 0,09	2,73 ± 0,36	1,98 ± 0,25

* Valores corregidos por muestras estandar de digestibilidad in vivo conocida

Cuadro 2. Composición química del concentrado

Item	Concentración (%, base MS)
Fibra Detergente Neutro	12,7
Nitrógeno	2,02
Almidón	60,8

La digestibilidad del concentrado, calculada según ecuación aditiva (Goering y Van Soest, 1970), fue de 78,6 por ciento (base MS).

La cantidad de heces producidas se estimó por recolección total, mediante arneses y bolsas colectoras, según metodología descrita por Gándara (1981).

En las muestras de concentrado, extrusas y heces se determinó la concentración de FDNI, utilizándose la técnica de fermentación in vitro con renovación de licor ruminal detallada en el Experimento I.

La cantidad de forraje consumido y la digestibilidad de este componente, fueron estimados en forma individual para cada animal. La secuencia de cálculos para obtener la información correspondiente a los tratamientos suplementados, se adaptó a partir de la indicada por Rittenhouse, Clanton y Streeler (1970), siendo detallada a continuación.

I. Datos (Expresados con base en MO)

- Consumo de suplemento (g)
- Producción de heces (g)
- Concentración de FDNI en heces (o/o)
- Concentración de FDNI en el suplemento (o/o)
- Concentración de FDNI en el forraje (o/o)

II. Cálculos

- FDNI en heces (g):

$$F = \frac{B \cdot C}{100}$$

- FDNI en heces provenientes del suplemento (g):

$$G = \frac{A \cdot D}{100}$$

- FDNI en heces provenientes del forraje (g):

$$H = F - G \text{ (g)}$$

- Consumo de forraje (g):

$$I = \frac{H}{E} \times 100$$

- Digestibilidad de la dieta (o/o):

$$J = \frac{(A + I - B)}{(A + I)} \times 100$$

- Digestibilidad del forraje (o/o):

$$X = \frac{J - s \cdot S}{x}$$

donde: x; s: proporciones de forraje y suplemento en la dieta, respectivamente.
 S: digestibilidad (‰) del suplemento, estimada por ecuación aditiva.
 X: digestibilidad del forraje (‰).

La información fue analizada según diseño en parcelas divididas (parcela principal: nivel de suplementación; subparcela: condición de pastura). El coeficiente de sustitución de forraje por concentrado se calculó según modelo lineal (y: consumo de forraje, kg/animal . día; x: concentrado suministrado, kg/animal . día).

Resultados y discusión

Experimento I. En el Cuadro 3 se presenta la concentración de FDNI (en suministro y heces) y el coeficiente de recuperación del indicador para cada uno de los forrajes, obtenidos según ambos métodos de fermentación.

Cuadro 3. Concentración de FDNI en suministros y heces (‰). Recuperación del indicador en heces (‰)

Forraje	Concentración		Heces		Recuperación	
	Suministro C	R	C	R	C	R
1	15,71	14,69	44,65	42,57	91,24	92,98
2	17,30	15,94	42,68	40,21	97,16	98,72
3	17,09	15,55	41,30	39,24	84,70	88,70
4	20,20	17,96	45,25	41,70	92,70	96,05
5	23,04	21,02	46,47	44,50	95,14	99,79
6	29,85	28,68	58,57	56,82	88,90	89,78
Promedio	20,53	18,97	46,49	44,17	91,64	94,34

C: Fermentación continua. R: Fermentación con renovación de licor ruminal.

Los datos correspondientes a los suministros, cada uno proveniente de una muestra compuesta, fueron incluidos a modo de referencia y no sujetos a análisis estadístico. Con respecto al contenido de FDNI en heces, los resultados no indicaron interacción entre factores ($P > 0,05$). Se registraron diferencias entre forrajes ($P < 0,05$), excepto para los contrastes 1 vs 4; 1 vs 5 y 2 vs 3 ($P > 0,05$). Los métodos de fermentación difirieron entre sí; la concentración promedio de FDNI obtenida con renovación fue menor a la correspondiente a fermentación continua ($P < 0,01$).

El análisis de la información sobre recuperación del indicador en heces no mostró interacción entre factores ($P > 0,05$). Se registraron diferencias entre forrajes para los contrastes 3 vs 2 y 3 vs 5 ($P < 0,05$); las demás comparaciones no difirieron entre sí ($P > 0,05$). En lo referido al método de fermentación, la recuperación lograda con renovación fue mayor a la restante ($P < 0,01$).

Las dos variables analizadas indicaron un mejor comportamiento del método que incluyó renovación del licor ruminal. Con respecto a la primera, la menor concentración de FDNI obtenida en heces, señala la extracción adicional de un compuesto definido como indigerible. Además, el mayor valor logrado en la recuperación del indicador aumenta la confiabilidad de la técnica, ya que disminuyen las desviaciones con respecto a la situación ideal (recuperación total).

Con referencia a esta variable son de destacar, dentro de cada método de fermentación, las diferencias registradas entre forrajes. Un factor que puede haber intervenido, comprometiendo la precisión de las estimaciones, es la carencia de información sobre el contenido de FDNI del material no consumido en las determinaciones de digestibilidad *in vivo*. Puede considerarse que su incidencia no ha sido importante, ya que la cantidad de forraje ofrecida en exceso fue reducida (10 por ciento del consumo promedio en los 3 días previos; Garciarena, 1982).

Sin embargo, no pueden descartarse situaciones diferenciales entre los forrajes; en este sentido, uno de los menores valores de recuperación se obtuvo con el material en estado de madurez avanzado (forraje 6, espigado) y en consecuencia con mayor probabilidad de inducir a selectividad. Otro factor que recientemente ha sido asociado a la recuperación incompleta de FDNI, está referido al tamaño de partículas del material por analizar, en lo que hace a la variabilidad y a las diferencias entre los correspondientes a forrajes y a heces (Lippke, Ellis y Jacobs, 1985). Un aumento en el grado de molienda podría mejorar la precisión de la técnica.

La desaparición diferencial de fibra detergente neutro registrada entre ambos métodos evaluados, pudo deberse a factores que operan en situación de fermentación prolongada. Es factible que la actividad microbiana en el tratamiento sin renovación haya sido comparativamente deprimida tanto por la acumulación de productos de fermentación, cuanto por el agotamiento de nutrientes.

Con referencia al primero de los procesos, los ácidos grasos volátiles producidos durante la fermentación pueden deprimir el crecimiento bacteriano (Clarke, 1977); además los compuestos fenólicos del forraje, solubilizados al medio, mostraron capacidad de inhibir la degradación de celulosa (Jung y Fahey, 1983).

Con respecto a la disponibilidad de nutrientes (aportados por el forraje, la solución reguladora y el licor ruminal), los estudios sobre tasas de fermentación indican que la demanda es alta en las fases iniciales, pudiendo determinar en consecuencia situaciones carenciales en períodos prolongados (Soofi, Fahey, Berger y Hinds, 1982). Además, es conveniente considerar que al renovarse el licor ruminal, se aportan nuevamente factores de crecimiento contenidos en el mismo, que han demostrado ejercer un efecto estimulador sobre la actividad microbiana (Hungate y Stack, 1982).

En el Cuadro 4 se presentan los coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica, estimados *in vivo* y mediante el indicador interno, obtenido según ambos métodos de fermentación.

Cuadro 4. Digestibilidad de la materia orgánica (O/o)

Forraje	In vivo	Método	Indicador
		C	R
1	67,93	64,82	65,45
2	61,08	59,44	60,32
3	63,55	58,61	60,36
4	58,39	55,28	56,91
5	52,93	50,40	52,71
6	55,84	49,01	49,52
Promedio	59,95	56,26	57,55

Se registró interacción significativa entre los factores ($P < 0,05$), los resultados fueron analizados entre métodos, dentro de cada forraje. El intervalo de confianza ($\alpha = 0,05$), para las comparaciones fue de 2,5 unidades porcentuales.

En el Cuadro 5 (página siguiente), se resume la información respectiva.

Para cada uno de los forrajes, el valor mayor de digestibilidad (independientemente del nivel de significancia), correspondió a la determinación *in vivo*. El número de comparaciones con diferencias no significativas entre el método *in vivo* y los correspondientes al indicador, fue sensiblemente mayor en las respectivas a renovación que en las del método restante (4 vs 1). Los resultados referidos a esta variable son coincidentes con los ya analizados y sugieren un mejor comportamiento del método que incluye renovación del licor ruminal.

La magnitud de las diferencias registradas, puede examinarse en términos de significancia tanto biológica como metodológica. Relacionado al primer concepto, Van Soest (1982) adjudica un umbral mínimo de tres unidades porcentuales; sin embargo, en un marco metodológico, la relevancia de una diferencia dependerá del destino de la información, ya que si no es un dato terminal será mayor al requerimiento de exactitud (Le Du y Penning, 1982).

Experimento II. La información que se presenta fue obtenida en una experiencia donde se estudió el efecto de la suplementación con concentrados sobre el consumo de forraje, la absorción aparente de nutrimentos, el ambiente ruminal y el comportamiento animal (Hofer, datos inéditos). En este trabajo, ha sido incluida con la finalidad de ejemplificar la utilización de FDNI en condiciones de pastoreo.

Cuadro 5. Comparación de los coeficientes de digestibilidad (%), obtenidos mediante indicador (fermentación continua y con renovación) e in vivo

Forraje	Contraste					
	Continuo vs in vivo			Renovación vs in vivo		
	a	b		a	b	
1	- 3.12	P < 0,05		- 2.48		NS
2	- 1.64	NS		- 0.76		NS
3	- 4.94	P < 0,01		- 3.19		P < 0,05
4	- 3.11	P < 0,05		- 1.48		NS
5	- 2.54	P < 0,05		- 0.23		NS
6	- 5.84	P < 0,01		- 5.33		P < 0,01

a: diferencia (unidades porcentuales). El signo corresponde al orden de los términos del contraste.
b: nivel de significancia.

En el Cuadro 6, se presentan los valores referidos al consumo de forraje.

Cuadro 6. Consumo de forraje (g MO/PV^{0,75} . día)

Pastura	Nivel de suplementación			Promedio
	0	2	4	
A	79,86	68,28	50,02	66,06
B	71,05	53,61	42,78	55,81
C	68,41	52,28	40,34	53,68
Promedio	73,11	58,06	44,38	

No se detectó interacción significativa entre factores ($P > 0,05$). Los valores promedio fueron diferentes entre niveles de suplementación ($P < 0,01$). El consumo promedio de forraje en la condición de pastura A fue superior ($P < 0,01$) a los determinados en B y C, los cuales no mostraron diferencias entre sí ($P > 0,05$).

Los resultados presentados pueden complementarse con el examen de los coeficientes de sustitución (diferencia en consumo de forraje/unidad de concentrado suministrado), calculados dentro de cada condición de pastura y explicados según las siguientes ecuaciones:

$$\text{Pastura A: } y = 6150,6 - 532,7 x \quad r: -0,77 (P < 0,05)$$

$$\text{Pastura B: } y = 5527,9 - 503,6 x \quad r: -0,81 (P < 0,05)$$

$$\text{Pastura C: } y = 5052,7 - 417,7 x \quad r: -0,80 (P < 0,05)$$

donde: y : g MO forraje/animal . día.
 x : g MO concentrado/animal . día.

La comparación entre los coeficientes de regresión indicó que las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$).

La información indica que dentro del rango estudiado, tanto en lo referente a los atributos cuantitativos y cualitativos de las praderas, como a los niveles de concentrado suministrados, no se registró efecto diferencial de la suplementación sobre el consumo de forraje.

En el Cuadro 7, se resume la información sobre digestibilidad del componente forraje de la dieta, según condición de pastura y nivel de suplementación.

Cuadro 7. Digestibilidad del forraje (%o, base MO)

Pastura	Nivel de suplementación		
	0	2	4
A	63,44 a	58,96 a	48,15 b
B	65,82 a	60,97 b	52,24 c
C	56,12 a	52,25 a	46,66 b

a, b, c: Medias de una línea seguidas de la misma letra no difieren ($P > 0,05$).

Se registró interacción significativa entre factores ($P < 0,01$), analizándose la información dentro de cada condición de pastura. El efecto asociativo entre los componentes de la dieta,

resultante de la depresión en la digestibilidad del forraje, fue diferencial en función del nivel de suplementación. Además, pudo observarse una mayor sensibilidad en la segunda de las pasturas evaluadas (B), ya que el coeficiente de digestibilidad del primer nivel de suplementación difirió del correspondiente al control ($P < 0,05$).

Literatura citada

1. ALLDEN, W. G. Energy and protein supplements for grazing livestock. In Morley, F. H. W. ed. *Grazing Animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 289 - 307. 1981.
2. CANGIANO, C. A. Comportamiento de la ingestión de novillos a pastoreo. Tesis M. Sc. Balcarce, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. U. N. M. de P. 204 p. 1982.
3. CHACON, E., STOBBS, T. H. y SANDLAND, R. L. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour. *Journal of the British Grassland Society* 31: 81 - 87. 1976.
4. CLARKE, R. T. J. The gut and its micro-organisms. In Clarke, R. T. J. y Bauchop, T. ed. *Microbial Ecology of the Gut*. Londres, Academic Press. pp. 35 - 71. 1977.
5. CORBETT, J. L. Measurement of the forage intake of grazing animals. In Wheeler, J. L. y Mochrie, R. D. ed. *Forage evaluation: concepts and techniques*. Netley, S. Australia, American Forage and Grassland Council, CSIRO. pp. 287 - 297. 1981.
6. DONKER, J. D. y MAC CLURE, F. A. Responses of milking cows to amounts of concentrate in rations. *Journal of Dairy Science* 65 (7): 1189 - 1204. 1982.
7. GANDARA, F. R. Valor alimenticio invernal de dos pasturas de Agropiro alargado (*Agropyron elongatum*) diferidas de otoño. Tesis M. Sc. Balcarce, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias U. N. M. d. P. 194 p. 1981.
8. GARCARENNA, A. D. Digestibilidad *in vivo* del Agropiro. Predicción por Indices fecales. Tesis Ing. Agr. Balcarce, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. U. N. M. d. P. 51 p. 1982.
9. GOERING, H. K. y VAN SOEST, P. J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook No. 379*. Washington, D. C. ARS, USDA. 20 p. 1970.
10. GULBRANSEN, B. Utilization of grain supplements by roughage-fed cattle. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 10: 74 - 77. 1974.
11. HIJINK, W. F., LE DU, Y. L. P., MEIJS, J. A. C. y MEIJER, A. B. Supplementation of the dairy cow. 4th. *European Grazing Workshop*, Theix, Francia. 5 p. (macanografiado). 1981.

12. HODGSON, J. Ingestive behaviour. In Leaver, J. D. ed. *Herbage intake Handbook*. Hurley, Inglaterra. British Grassland Society pp. 113 - 138. 1982.
13. HOLMES, W. y ZOBY, J. L. F. Cereal supplements and quantity and quality of pasture. 4th. European grazing Workshop, Theix, Francia. 7 p. (mecnografiado). 1981.
14. HUNGATE, R. E. y STACK, R. J. Phenylpropanoic acid: Growth factor for *Ruminococcus albus*. *App. Environment Microbiology* 44 (1): 79 - 83. 1982.
15. JUNG, H. G. y FAHEY, G. C. Interactions among phenolic monomers and *in vitro* fermentation. *Journal of Dairy Science* 66: 1255 - 1263. 1983.
16. KOTB, A. R. y LUCKEY, T. O. Markers in nutrition. *Nutrition Abstracts and Reviews* 42: 813 - 845. 1972.
17. LANGLANDS, J. P. Techniques for estimating nutrient intake and its utilization. In McDonald, I. W. y Warner, A. C. I. ed. *Digestion and metabolism in the ruminant*. Armidale, Australia. University of New England. pp. 320 - 332. 1975.
18. LE DU, Y. L. P. y PENNING, P. D. Animal based techniques for estimating herbage intake. In Leaver, J. D. ed. *Herbage intake Handbook*. Hurley, Inglaterra. British Grassland Society pp. 37 - 75. 1982.
19. LIPPKE, H. Observations on the use of markers for estimating voluntary intake. *Proceedings 37th. Sou. Pasture Forage Crop Imp. Conference*: 103 - 104. 1980.
20. ———, ELLIS, W. C. y JACOBS, B. F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. *Journal of Dairy Science* (en prensa). 1985.
21. MEIJS, J. A. C. Herbage intake by grazing dairy cows. *Agricultural Research Reports*. No. 909. Wageningen, Pudoc. 204 p. 1981.
22. ——— y HOEKSTRA, J. S. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and Forage Science* 39: 59 - 66. 1984.
23. MILNE, J. A., MAXWELL, T. J. y SOUTER, W. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Animal Production* 32 (2): 185 - 195. 1981.
24. MUNTIFERING, R. B., DE GREGORIO, R. M. y DEETS, L. E. Ruminal and post ruminal lignin digestion in lambs. *Nutr. Reports Int.* 24 (3): 543 - 549. 1981.
25. PENNING, P. D. y JOHNSON, R. H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1. Potentially indigestible cellulose and acid insoluble ash. *Journal of Agricultural Sciences* 100 (1): 127 - 131. 1983.

ANALISIS DE UN PLAN DE SUPLEMENTACION SOBRE 200.000 VACAS

por M. Gingsins, J. Otero, E. Viglizzo *

Introducción

En el otoño de 1983, la entrega de leche presentó una caída muy superior a la que se esperaba, creando un problema complejo para la producción, la industria y los consumidores. La producción se veía perjudicada por disminuir su entrega de invierno, que reducía sus ingresos y el precio esperable en la próxima primavera, pues en Argentina la leche se comercializa por el sistema base-excedente. La industria no podía atender correctamente al consumo y este último iba a sufrir el desabastecimiento de lácteos.

Este panorama se presentó al conjugarse factores que influyen decisivamente sobre la producción de los tambos, entre ellos:

- a) Una relación de precios entre leche y alimentos concentrados para vacunos muy desfavorable para la primera.
- b) Un bajo nivel de reservas de forrajes.
- c) Una producción forrajera disminuída por causas climáticas y económicas.

Frente a esta situación la firma Mastellone Hnos. S. A. (La Serenísima), para revertir el progresivo deterioro de la producción, se propuso alterar la relación leche-concentrados, creando una subvención para estos últimos. Dicha subvención consistió en absorber, por parte de la empresa, el costo del 50 por ciento del alimento balanceado que consumieran sus 4.900 tambos remitentes con 200.000 vacas en ordeño, hasta un máximo de 200 gramos de ración por litro de leche entregada en el período junio-setiembre de 1983.

En los tambos se produjo la siguiente evolución en cuanto a suplementación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evolución de la suplementación (en %)

	Tambos	Usaron suplementación Vacas	Leche
Mayo 1983	43	58	70
Junio - Setiembre 1983	70	81	90

* *Equipo Técnico de La Serenísima, GINGINS y Asociados, Tucumán 540, 7o. F (10490), Buenos Aires, Argentina*

El presente trabajo se propone analizar los resultados del programa con base en la información acumulada.

Objetivos

- a) Evaluar la respuesta productiva obtenida al aplicar un programa de racionamiento con concentrados sobre una población numerosa, heterogénea y ubicada en distintas cuencas lecheras.
- b) Cuantificar las implicaciones económicas del desarrollo del programa de alimento balanceado subvencionado.
- c) Con la información obtenida realizar una aproximación a un primer modelo predictivo, que facilite la tarea de los técnicos asesores de los tambos.

Materiales y métodos

Se dispuso como base para la realización de este trabajo, en los 4.900 tambos remitentes, de la siguiente información:

- a) Identificación y superficie para cada tambo.
- b) Para mayo de 1983 y para el período junio-setiembre de 1983:

Cantidad de vacas en ordeño
Litros totales entregados en el período y kg G. B.
Tipo de suplemento consumido
Cantidad de suplemento consumido.

Luego de una depuración del archivo de datos, donde se eliminaron algunos tambos sin superficie, etc., quedaron para el estudio 3.488 establecimientos.

En cuanto a la metodología utilizada se emplearon:

- a) Análisis de varianza —ANOVA—. Se utilizó el método de Harvey, donde mediante un modelo matemático se relaciona la respuesta productiva a:
 - la producción media general
 - el efecto de la producción de los tambos
 - el efecto del período analizado
 - el efecto de la interacción nivel de producción de los tambos y la política nutricional adoptada
 - el error estadístico.

Se trabajó con un nivel de probabilidad del 1 por ciento, es decir, que cuando

hay diferencias estadísticas significativas hay sólo un 1 por ciento de probabilidad que sean debidas al azar.

- b) Regresiones simples: se trató de ajustar a una ecuación lineal $y = a + bx$ o cuadrática $y = a + bx + cx^2$ donde y es la variable dependiente, por ejemplo producción por vaca y x es la variable independiente, cantidad de suplemento, mientras que a , b y c son constantes.
- c) Regresiones múltiples: en este caso la ecuación explica el comportamiento de la variable dependiente por más de una variable independiente, para mejorar el ajuste. Por ejemplo producción por vaca en función de: cantidad de suplemento, cantidad de vacas y superficie del tambo.

Resultados y discusión

A partir del archivo de datos se realizó la estratificación de los tambos según distintos parámetros, obteniéndose los siguientes gráficos (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Se aprecia claramente que al aumentar la entrega por tampo, aumenta no sólo el consumo de concentrados, sino también la carga animal, la producción por hectárea y la producción por vaca. En cambio cuando se realiza la estratificación por superficie del tambo, la productividad por hectárea no presenta grandes variaciones, pero sí la producción por vaca. Esta última prácticamente se duplica en los estratos de mayor superficie con respecto a los de menor superficie.

Analizando las distintas políticas nutricionales se encuentra en todas una interesante respuesta al suplemento. Tres de ellas responden a una misma tendencia (nada-balanceado; balanceado-balanceado; y grano-balanceado) que es la de los rendimientos decrecientes; en cambio la política grano-grano se muestra atípica y no significativa y la cantidad de observaciones es menor.

La ecuación que resulta de analizar todas las políticas en conjunto es $y = 6,37 + 1,78x - 0,084x^2$, donde y es litros por vaca y por día y x es kg de suplemento por vaca y por día. En este caso como se detalla en el gráfico hay 6.807 observaciones y la respuesta es muy significativa ($P < 0,01$).

Analizando el retorno económico a la suplementación pero tomando en cuenta solo la respuesta productiva inmediata, sin considerar su efecto residual, ni el beneficio posterior de precios por aumento de la base invernal, ni el aumento de peso corporal de los vientres ni los beneficios en cuanto a reproducción, se obtienen las curvas de la figura. En las mismas se han considerado tres situaciones de tambero: al 10 por ciento, al 20 por ciento y al 30 por ciento y tres relaciones de precios leche-balanceado (1 litro de leche compra 0,8 kg, 1 kg y 1,2 kg de alimento balanceado).

Se observa que sólo conjugando situaciones extremas: tambero al 30 por ciento y relación leche-balanceado 1:0,8 no resulta económica la respuesta productiva inmediata. En todas las demás situaciones los retornos marginales se aproximan a cero con niveles de suplementación entre los 3

LA SERENISIMA 1983

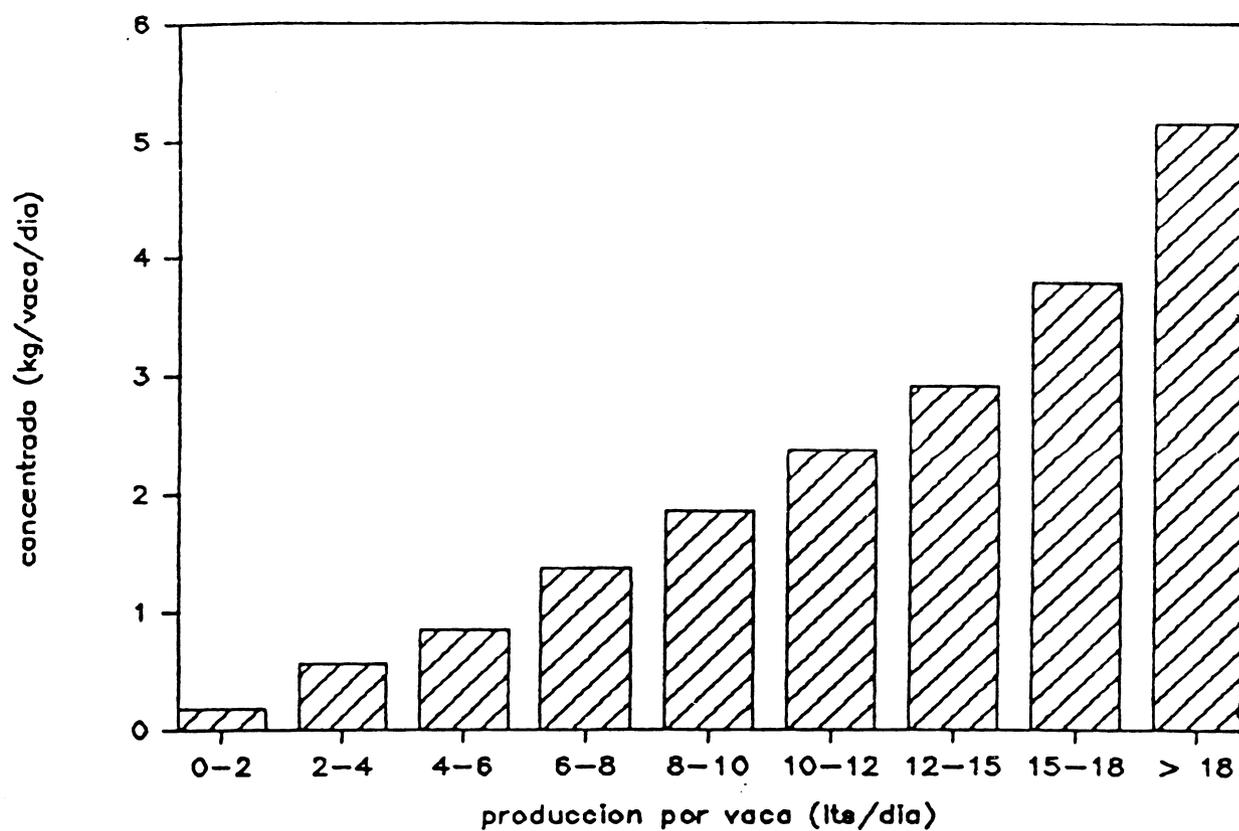


Figura 1. Producción por vaca en función de kilos de concentrado por día

LA SERENISIMA 1983 SUPERFICIE Y CARGA ANIMAL

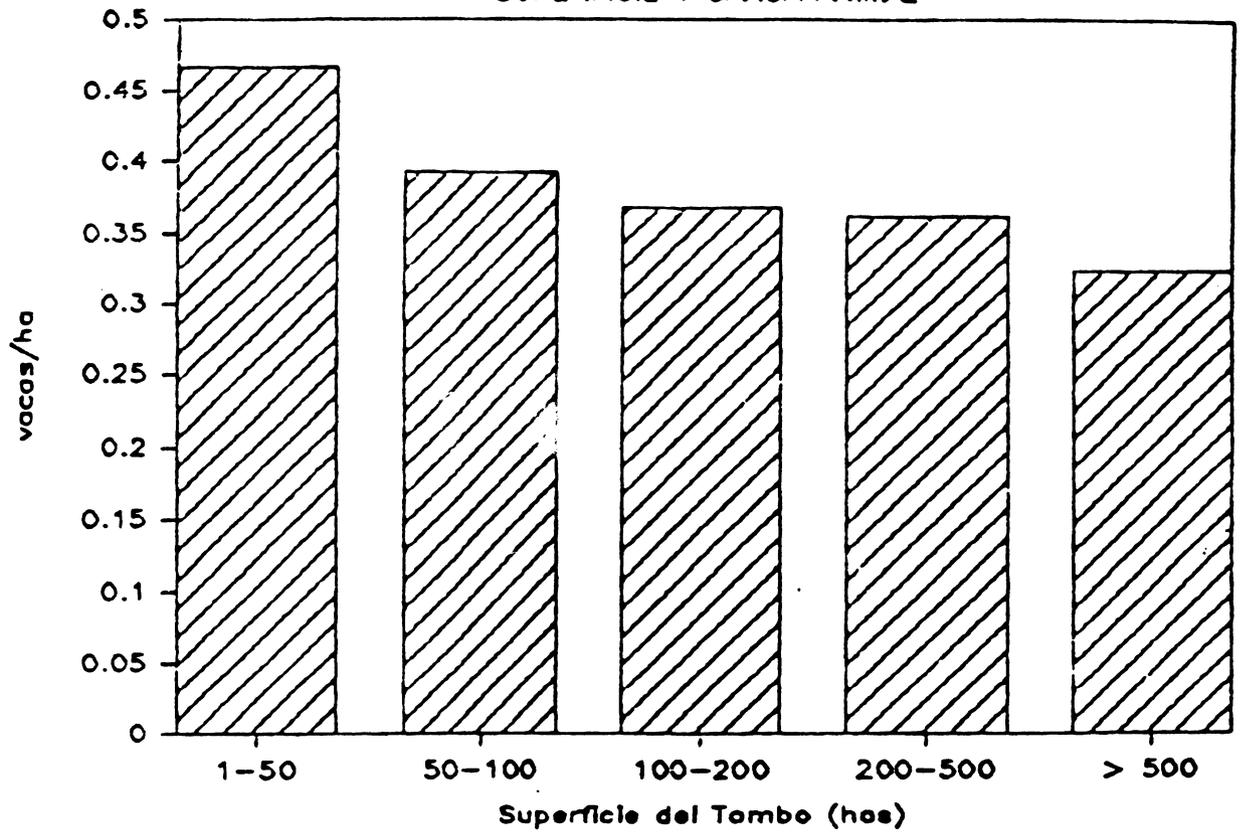


Figura 2. Carga animal por hectárea en función de la superficie del tambo

LA SERENISIMA 1983

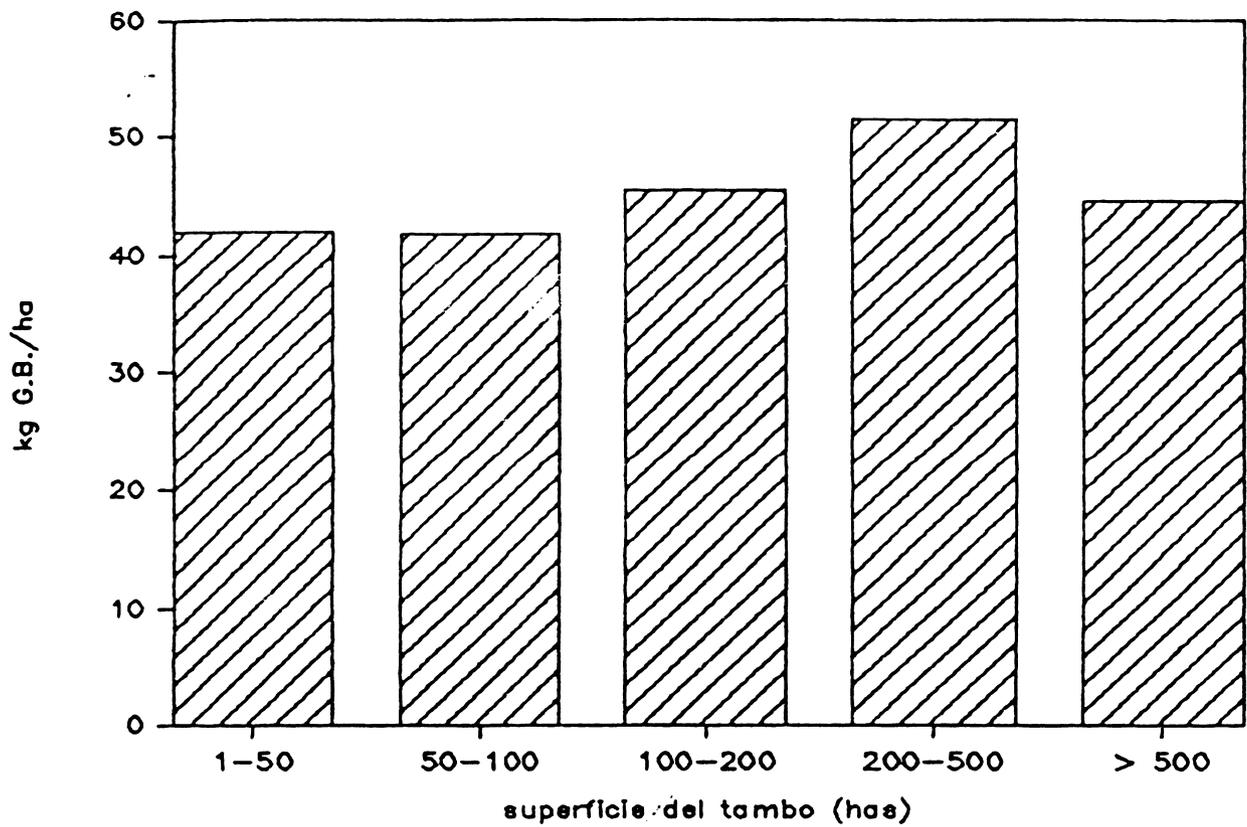


Figura 3. Kilos de grasa butirométrica por hectárea en función de la superficie del tambo

LA SERENISIMA 1983

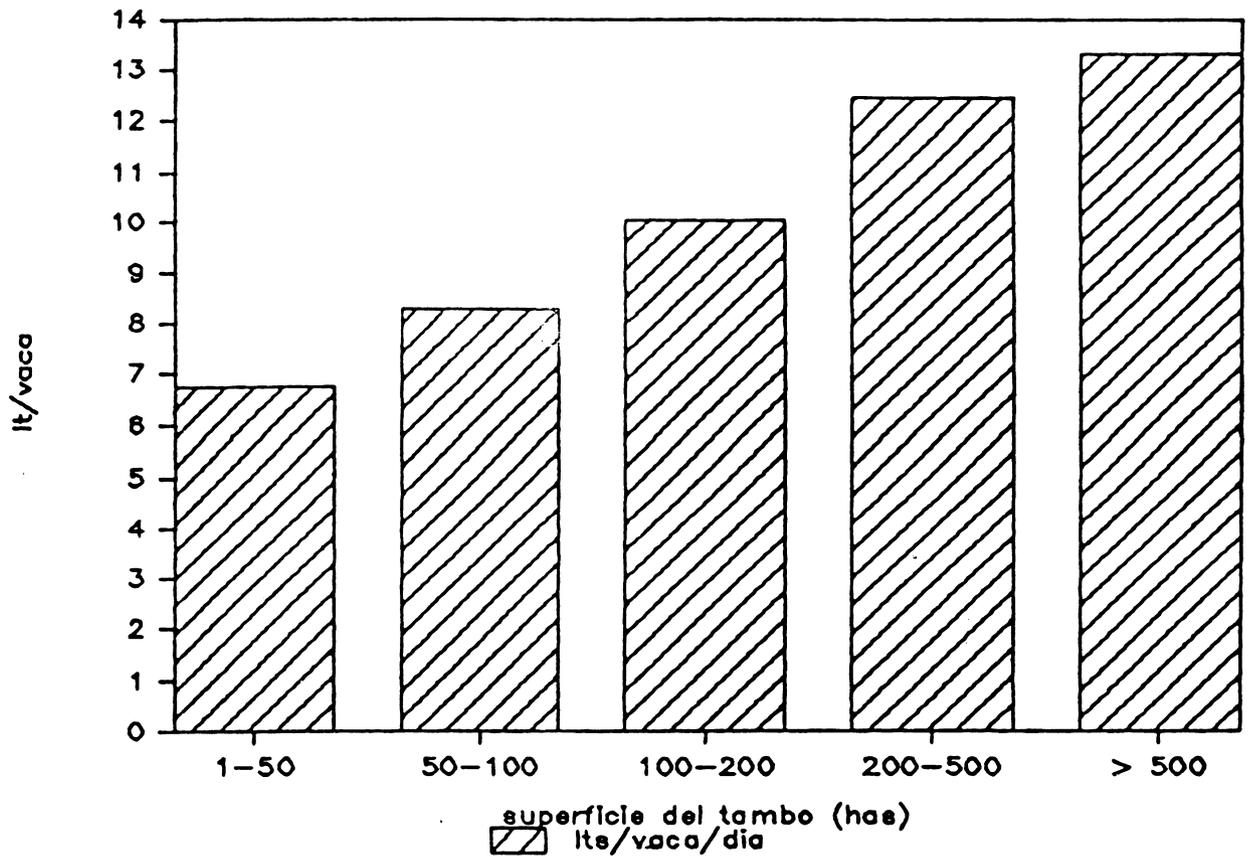


Figura 4. Litros por vaca por día, en función de la superficie del tambo

y los 6 kg/VO/día, pero es de reiterar que en los resultados económicos no están contemplados los efectos secundarios antes mencionados de la suplementación.

Dado que la producción por vaca es un problema complejo que responde a muchas variables y también a interacciones, se elaboró mediante el método "stepwise" (paso a paso) cuales son las variables que más influyen en el período analizado. Así se llegó a que el error estandar de la población es de 4,02 y disminuye a 2,40 incluyendo las siguientes variables según el orden de importancia:

	Variable	Coefficiente
0.	Constante	5,46
1.	Suplemento en kg/día	2,06
2.	Entrega en litros	0,005
3.	Vacas en ordeño	- 0,051
4.	Suplemento ²	- 0,149

El método "stepwise" indica que las variables que más influyen sobre la producción por vaca durante el período en estudio son, por orden de importancia:

- a) Consumo de suplemento
- b) Producción de G. B/ha (anual)
- c) Carga animal
- d) Suplemento²

Estas variables permiten predecir la producción de leche individual con un error estandar de 2.0 litros.

Es evidente que la inclusión de la variable producción anual por hectárea es discutible pues es el resultado directo de la producción por vaca y la carga animal, pero es quizás una medida del nivel de tecnología que se aplica y que distorsiona el análisis de la respuesta al suplemento.

La ecuación es la siguiente:

Variable	Coefficiente	Error estandar
Constante	5.36	
Suplemento	1,42	.087
Suplemento ²	- .106	.013
Carga	- 9.89	.388
Prod./ha	.114	.003

Estos coeficientes indican que por efecto del alimento balanceado que recibe una vaca la producción de leche aumenta (1.42 litros * suplemento - .106 litros * suplemento²); del mismo

modo la producción por vaca disminuirá en 0,989 litros por cada 0.1 unidades en que aumente la carga animal o aumentará .114 litros por cada kg en que aumente la producción anual de grasa butirosa por hectárea.

Es obvio que los resultados dependerán en gran medida del modelo que se utilice para analizar los datos disponibles, pues las interacciones entre eficiencia productiva y nivel de suplementación utilizado dificultan el análisis de los resultados.

Dada la importancia que podrían tener las interacciones entre las distintas variables que influyen sobre la respuesta productiva, se calculó una regresión múltiple incluyendo toda la información disponible, cuyos coeficientes son los siguientes:

VARIABLE	UNIDADES	COEF	ST ERR	T-VAL
Entrega	(litros/día)	3.54E-03	4.16E-04	8.51
Entrega ²		- 3.30E-07	5.00E-08	- 6.23
Superficie	(has)	- 3.04E-03	1.56E-03	- 1.94
Superficie ²		2.38E-06	5.70E-07	4.18
Suplemento	(kg/vaca/día)	1.71E+00	1.52E-01	11.21
Suplemento ²		- 6.46E-02	1.94E-02	- 3.33
Producción	(kg G. B./ha)	1.77E-01	9.68E-03	18.25
Producción ²		- 6.43E-04	6.30E-05	- 10.21
Carga	(vacas/ha)	- 1.51E+01	1.07E+00	- 14.10
Carga ²		5.41E+00	5.35E-01	10.11
Suple.*Sup.		- 2.68E-03	5.01E-04	- 5.35
Suple.*Prod.		1.53E-02	2.19E-03	6.96
Suple.*Carga		- 3.10E+00	3.30E-01	- 9.38
Intercepción		4.99E+00	3.23E-01	15.42

En este caso el error estandar es de solo 1,5 litros, pero si bien el gran número de variables consideradas permite una más exacta predicción de la respuesta, demuestra por otra parte la complejidad del problema y confirma la dificultad en obtener relaciones simples entre producción por vaca y consumo de suplemento en una población tan heterogénea como la estudiada.

Por otra parte en el análisis se incluyen las implicaciones globales que tuvo este programa. Así se sustituyó la exportación de 24.2 tn de granos que se convirtieron en leche para el consumo interno. Las cifras globales son las siguientes:

Producción plus pagada a los productores	U\$S	4.004.000
Valor agregado a la producción para llegar al consumidor	U\$S	8.000.000
Valor agregado a los granos para transformarlos en ración balanceada	U\$S	1.452.000
Importación que se evitó de 3.140 tn de leche en polvo	U\$S	3.768.000
Exportación no realizada de 24.200 tn granos	U\$S	- 2.904.000
Valor agregado a leche en polvo importada	U\$S	- 3.768.000
Movimiento plus generado por la campaña	U\$S	+ 10.552.000

Conclusiones

La respuesta productiva resultante de la aplicación de un programa masivo de suplementación ha representado un 20,3 por ciento en la entrega de leche en el período junio-setiembre de 1983. Este incremento correspondió al efecto de pasar de 0,920 kg/VO/día a 1,97 kg/VO/día de suplemento debido a la campaña.

Pero es de señalar que los 0,920 kg/VO/día que los productores estaban utilizando antes de la campaña representaba un incremento del 24,6 por ciento sobre la producción obtenible sin ración.

De esta manera el conjunto de la población analizada pasó de 6,37 lts/VO/día a 9,55 lts/VO/día debido a suplementar con 1,997 kg/VO/día de alimento balanceado y esto representa un incremento total de 49,9 por ciento sobre los niveles obtenibles sin racionamiento.

Se aprecia la importancia de la suplementación en la producción animal. Pero como no sólo de producción se trata sino de lograr retornos económicos las cifras ilustran las posibilidades económicas de uso de la suplementación con distinta participación del tambero y distintas relaciones de precios. Es de señalar que la campaña de La Serenísima lo que hizo fue alterar la relación, llevando la misma a 1 litro de leche contra 1,63 kg de alimento balanceado y con esta relación y cualquier porcentaje de tambero los resultados económicos son sumamente positivos.

Así para un consumo promedio de 1,97 kg/VO/día el retorno fue con tambero promedio al 20 por ciento de 2.10 \$a por cada peso invertido en ración.

Es necesario reiterar que sólo se mide la respuesta productiva directa sin considerar:

- a) mayor producción en lactancia
- b) más base de invierno y en consecuencia mejor precio durante el resto del año
- c) mayor peso corporal
- d) mejor actuación reproductiva

Pero la evaluación económica no sólo se consideró a nivel tambo sino también a nivel movimiento económico global generado y el valor alcanzó a 10.000.000 US\$, partiendo de la hipótesis de mínima en respuesta productiva.

NOTA DEL EDITOR

Este documento, que incluye los trabajos presentados durante la "Reunión sobre manejo de pasturas cultivadas y suplementación para producción de leche", celebrada en Rafaela, Provincia de Santa Fe, en Argentina, en los primeros días del mes de julio de 1985, reinicia, en esta segunda etapa del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR), la Serie de publicaciones denominada DIALOGO.

En esta oportunidad, se ha tratado de ofrecer, dentro del marco proporcionado por los trabajos presentados, una uniformidad editorial que será la tónica de las próximas publicaciones del Programa, dentro de estándares aceptados de comunicación técnico-científica.

Al mismo tiempo, se ha producido un incremento en el tiraje de la publicación, con la finalidad de llegar a un público cada vez más amplio e interesado en el intercambio de conocimientos y de resultados del trabajo de investigación y experimentación en el área.

La publicación, al dividirse en los cuatro temas centrales de la Reunión, presenta un conjunto especializado de trabajos que van desde la descripción técnica de la producción lechera, a nivel de país, hasta la modificación de procedimientos y técnicas de laboratorio, pasando por áreas tales como la evaluación de pasturas, los métodos de conservación de forrajes, la dinámica de la digestión y diversos aspectos y enfoques sobre los efectos de la suplementación en la producción de leche, que incluye los aspectos de manejo así como los económicos.

Si a esto le añadimos que en muchos de los trabajos incluidos en esta publicación se presenta una muy amplia y actualizada bibliografía, no podemos tener dudas acerca de la importancia y el valor técnico de la misma.

Carlos J. Molestina Escudero I. A. M. S.
Especialista en Comunicación

Esta publicación constituye el número X de la Serie Diálogo del PROCISUR, tiene un tiraje de 400 ejemplares y se terminó de imprimir en la ciudad de Montevideo, Uruguay, en el mes de noviembre de 1985.

**Editor: Ing. Carlos J. Molestina E.
Levantamiento y composición de textos: Psic. Nicole Hornblas.
Impresión: Sr. Héctor Ponce.
Encuadernación y portadas: Impresora Maker S. R. L.**

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR - PROCISUR

Este Programa consiste en el esfuerzo conjunto de los Gobiernos de los Países del Cono Sur, en el sentido de dar continuidad al trabajo iniciado por el Programa IICA-Cono Sur/BID y consolidar un sistema permanente de coordinación y soporte científico del apoyo recíproco, del intercambio de conocimientos y de acciones conjuntas y cooperativas.

La cooperación interinstitucional busca principalmente, consolidar acciones de tipo cooperativo entre los Países en la investigación de Maíz, Trigo, Soja y Bovinos para Carne y, al mismo tiempo, a través del intercambio y apoyo recíproco, estimular acciones para un mejor conocimiento de la situación e inicio de trabajos cooperativos en algunos otros productos. Para esto las actividades en Cooperación Recíproca, Asesoramiento Internacional y Adiestramiento se distribuyen en Cereales de Verano, Cereales de Invierno, Oleaginosas y Bovinos. Los instrumentos principales de apoyo son: Sistemas de Producción, Información y Documentación, Transferencia de Tecnología y Capacitación, Comunicación y Administración.

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur PROCISUR, es financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y por los propios Países participantes. La administración ha sido encargada al IICA y la ejecución, a nivel de los Países, a las siguientes Instituciones: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ARGENTINA; Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), BOLIVIA; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), BRASIL; Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), CHILE; Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal (DIEAF), PARAGUAY; Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB), URUGUAY.

