

Valor nutritivo del ryegrass (*Lolium* sp.) y trébol blanco (*Trifolium repens*) cv. 'Ladino', en diferentes estados de crecimiento^{*1/}

DANILO PEZO**, WILLIAM L. JOHNSON***, JOSE VIGO, ROSA HIGAONA****

ABSTRACT

Total yield, chemical composition and in vitro dry matter digestibility were determined in samples of ryegrass and white clover, cut at 7 day intervals from 14 to 105 days of age, in two seasons (rainy and dry), from associated pastures, under irrigation, in the highland tropics

Yield was defined by the following equations: $Y_1 = 181.4 + 16.7 X - 0.08 X^2$ ($r^2 = 0.95$) and $Y_2 = -120.5 + 14.3 X - 0.06 X^2$ ($r^2 = 0.91$); where Y_1 and Y_2 = yield (g DM/m²), for rainy and dry season, respectively; X = days of growth. There were no significant differences due to seasons. The average proportions in the mixture were 62.2 and 32.5%, for ryegrass and clover, respectively.

In both species, crude protein content and DM digestibility decreased with age, while the fibrous fractions were increased. The diminishing quality rate due to age was higher in the dry season, being higher in ryegrass than in clover.

From the equations used to predict digestibility based on chemical parameters, that considering cell wall constituents had the highest reliability ($r^2 = 0.81$, for both species at the same time).

Based on these results, it can be concluded: 1) Grazing frequency for ryegrass-white clover pastures, under irrigation, in the highland tropics should range from 35 to 42 days. 2) The diminishing quality rate of these pastures in the highland tropics seems to be smaller than in the temperate zone. 3) Cell wall constituents can be considered as a valuable criteria for evaluating the nutritive value of these two species.

Introducción

LA GANADERIA en el trópico de altura está basada fundamentalmente en el uso de forrajes propios de la zona templada. Entre la zona templada y el trópico de altura hay diferencias acentuadas en intensidad de radiación, cambios diurnos y estacionales de temperatura, largo del día, etc. (19); las que generan

diferencias importantes en la fenología, rendimiento y calidad nutritiva de las especies forrajeras.

Entre las especies más comunes en el trópico de altura están el ryegrass (*Lolium* sp.) y el trébol blanco (*Trifolium repens*), probablemente debido a la gran difusión de estas especies en la zona templada, además de que en dicha zona existe mucha información con relación al rendimiento y calidad de estas especies (4, 12, 14, 15, 17, 20). Sin embargo, bajo condiciones de trópico de altura es prácticamente inexistente la información con relación a factores tan importantes como el estado de madurez y la época del año y su efecto sobre el rendimiento y valor nutritivo de estas especies, cuando se manejan en asociación. Por este motivo, el presente trabajo considera estos aspectos, como base para el desarrollo de sistemas de utilización de estas pasturas.

* Recibido para publicación el 17 de enero de 1978.

^{1/} Trabajo basado en parte de la tesis de J. Vigo para optar el título de Ingeniero Zootecnista en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

** Dirección Actual: CATIE, Turrialba, Costa Rica.

*** Department of Animal Science, NCSU Raleigh, N. C. 27607, U.S.A.

**** Ministerio de Alimentación, Zona II, Cajamarca, Perú.

Materiales y métodos

Las muestras de ryegrass y trébol blanco fueron obtenidas de un potrero con 23 años de establecido en el valle de Cajamarca (Perú), situado a 7°09' lat. Sur y 80°49' long. Oeste, a una altitud de 2700 m.s.n.m. La zona tiene una temperatura media anual de 14,1°C, con fuertes variaciones entre el día y la noche. La precipitación media anual es de 759 mm, siendo mayor entre octubre y abril. Los detalles de variación mensual de precipitación y temperatura se presentan en la Figura 1.

El suelo donde se encontraba la pastura en estudio es de textura arcillosa, con pH 7,4, con altos contenidos de materia orgánica (8,9%) y nitrógeno total (0,36%) y con bajos contenidos de fósforo y potasio. No habían registros de fertilización, pero las pasturas recibían abonamiento anual con guano de corral y aplicaciones esporádicas de superfosfato simple, en pequeñas dosis. El terreno estaba bajo riego, aplicándose cuando era necesario.

Se considera que la gramínea muestreada es ryegrass común, pues en el campo se encontró ryegrass italiano (*L. multiflorum*) en mayor proporción, además de plantas de ryegrass inglés (*L. perenne*), e incluso híbridos de ambas especies.

Evaluación Agronómica

La fase agronómica del experimento fue conducida usando un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, con un arreglo factorial de 14 edades de corte x 2 épocas. Las edades consideradas fueron: 14, 21, hasta 105 días, y las épocas: lluviosa (enero - mayo) y seca (junio - octubre).

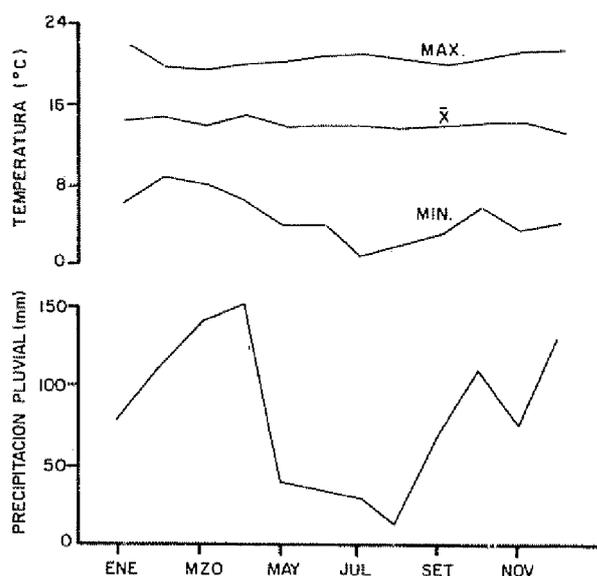


Fig. 1 —Promedios mensuales de temperatura y precipitación en el Valle de Cajamarca, Perú

En ambos muestreos, en cada parcela (edad) dentro de cada bloque se procedió de la siguiente manera:

1. Determinación del estado vegetativo del ryegrass y trébol, usando la Nomenclatura Internacional de Alimentos (11)
2. Determinación del rendimiento de forraje verde, cosechando una muestra de 1 m², a una altura de 5 cm
3. En las muestras colectadas se separó el ryegrass, trébol y otros, pesándose independientemente para estimar el porcentaje de las diferentes especies en cada parcela.
4. Del total de forraje cosechado en los cuatro bloques para cada edad, se tomó una muestra compuesta para la determinación de materia seca en la mezcla ryegrass-trébol.
5. Asimismo, se tomaron muestras independientes de ryegrass y trébol para la evaluación nutritiva. Todas las muestras fueron transportadas al laboratorio, a 800 km de distancia, en tanque de nitrógeno líquido (a -196°C).

Evaluación nutritiva

Las determinaciones de materia seca fueron hechas por el método de destilación con tolueno. Por otro lado, las muestras individualizadas de ryegrass y trébol fueron secadas a 60°C por 48 horas y luego de molidas se procedió a hacer la determinación de proteína por el método microkjeldahl. Se hicieron los análisis de los cons-

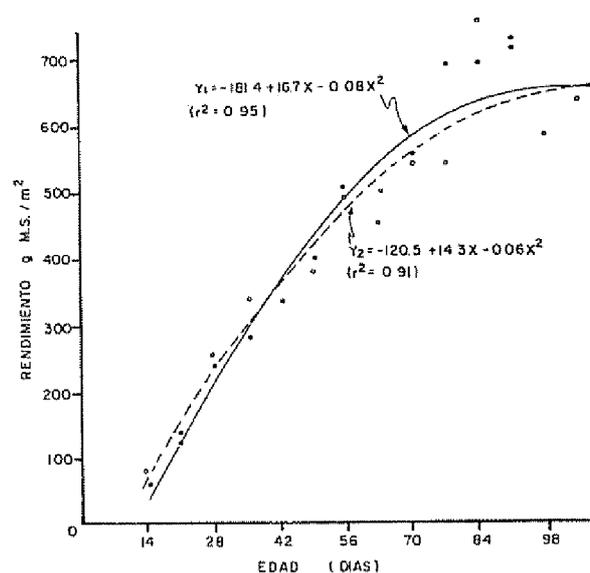


Fig. 2 —Rendimiento (g M.S./m²) de la mezcla ryegrass-trébol blanco, cosechada a diferentes edades, para la época lluviosa (Y1) y seca (Y2) en el Valle Cajamarca, Perú

tituyentes de pared celular (agrupados e individualizados) por el sistema de fibra detergente (6) y la determinación de digestibilidad *in vitro* de la materia seca por el método de dos fases (18)

Análisis estadístico

Se hicieron análisis de variancia de los rendimientos, de regresión del rendimiento en función de la edad del pasto y análisis de correlación y de regresión entre los diferentes parámetros de calidad nutritiva. Asimismo se probaron varios modelos de regresión múltiple para predecir la digestibilidad con base en las fracciones químicas.

Resultados y discusión

Evaluación Agronómica

En la Figura 2, se presenta la variación en el rendimiento de materia seca en función de la edad, para las dos épocas, lluviosa (enero - mayo) y seca (junio - octubre). No se encontraron diferencias en los rendimientos entre ambos muestreos, lo que era de esperarse pues las diferencias en precipitación fueron compensadas por el riego.

En cuanto a la temperatura, otro factor climático que puede influir sobre el rendimiento, ésta fue en promedio bastante constante ($14,2 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$), lo que explicaría también el que no se observaran diferencias entre

Cuadro 2 — Composición química y digestibilidad *in vitro* en muestras de trébol blanco cosechadas con intervalos de 7 días en dos períodos del año. Cajamarca, Perú. (Base 100% MS)

Edad (días)	Estado de Crecimiento	Proteína cruda	CPC	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	DAMS
Lluvioso								
14	Inmaduro	—	26,1	—	—	—	—	86,9
21	Crecimiento avanzado	16,0	35,5	22,3	13,2	14,1	7,8	83,2
28	Crecimiento avanzado	17,7	30,6	20,7	9,8	14,1	6,3	84,1
35	Inicio de floración	14,1	31,4	22,0	9,4	14,5	7,3	84,3
42	Mitad de floración	13,3	35,4	22,9	12,5	15,6	7,1	85,0
49	Mitad de floración	9,6	27,8	22,8	5,0	15,0	7,7	82,9
56	Floración completa	11,2	30,8	23,7	7,1	16,7	7,0	82,4
63	Floración completa	13,7	31,5	24,6	7,0	17,7	6,8	82,4
70	Floración completa	13,6	29,9	26,6	2,7	18,0	7,6	84,6
77	Pasada floración	13,4	33,1	25,0	10,0	16,9	6,2	81,3
84	Estado de leche	7,2	33,0	25,0	8,0	18,3	6,7	83,0
91	Estado de leche	8,6	30,7	20,5	10,2	17,2	6,9	84,0
Seco								
14	Crecimiento avanzado	21,0	32,6	21,3	11,3	14,1	6,6	85,5
21	Inicio de floración	15,5	34,5	21,4	13,1	13,1	7,8	82,5
28	Mitad de floración	20,6	33,6	23,3	10,4	15,8	7,0	81,5
35	Mitad de floración	15,0	34,9	23,5	11,5	15,0	7,9	82,0
42	Mitad de floración	18,5	33,7	26,1	5,8	17,0	8,2	81,5
49	Mitad de floración	15,2	33,7	26,9	6,7	19,0	7,7	80,5
56	Floración completa	15,4	32,4	26,5	6,0	18,2	7,5	81,0
63	Floración completa	12,7	33,9	26,3	7,6	18,3	7,1	79,0
70	Floración completa	16,6	35,7	26,9	8,7	18,3	7,1	79,0
77	Floración completa	15,5	34,4	27,4	8,0	19,2	7,3	77,5
84	Floración completa	17,4	33,0	25,2	7,8	16,4	8,4	79,0
91	Pasada floración	17,1	32,4	26,3	6,7	17,7	8,3	80,0
98	Estado de leche	17,0	35,2	27,6	7,5	17,8	9,1	81,0
105	Estado de masa	7,3	35,6	27,9	7,7	18,4	9,1	79,0

épocas. Cabe anotar, sin embargo, que en varios períodos entre junio y octubre la temperatura estuvo por debajo de 4,4°C, la cual es la mínima para que haya crecimiento en gramíneas y leguminosas de zona templada (5). Aparentemente, estas bajas temperaturas nocturnas no afectan la producción total de forraje (2), sino por el contrario favorecen el macollamiento (21)

A los datos de producción de materia seca se ajustaron funciones cuadráticas ($r^2 = 0,95$ y $0,91$, para los crecimientos de época lluviosa y seca, respectivamente). Los máximos rendimientos corresponderían según las funciones de la Figura 2, a los 104 y 199 días de crecimiento, para los muestreos de las épocas lluviosa y seca, respectivamente.

Sin embargo, las tasas más altas de producción de materia seca ($g/m^2/día$) se alcanzaron entre los 35 y

56 días, lo cual coincidía con el inicio de floración. Además de la natural reducción en la tasa de crecimiento, como consecuencia del inicio de la fase de reproducción de la planta, aparentemente en el período comprendido entre los 35 y 56 días se produjo una disminución en la eficiencia fotosintética total como consecuencia de la sombra de hojas viejas, fotosintéticamente menos eficientes, sobre las hojas jóvenes (10). Este es un aspecto de importancia, puesto que con la utilización tardía, cada 90 días, que se hace de la mezcla ryegrass-visión de nitrógeno a la gramínea, como por el que a tencial de la misma.

La asociación presentó una composición promedio de $62,2 \pm 10,9\%$ de ryegrass, $32,4 \pm 12,2\%$ de trébol blanco y $5,5 \pm 6,8\%$ de otras especies. El por ciento

Cuadro 1 — Composición Química y Digestibilidad *in vitro* en muestras de ryegrass cosechadas con intervalos de 7 días en dos períodos del año. Cajamarca, Perú (Base 100% M S)

Edad (días)	Estado de Crecimiento	Proteína cruda	CPC ^a	FDA ^b	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	Sílice	DAMS ^c
Lluvioso									
28	Crecimiento avanzado	10,3	41,4	25,8	15,6	20,4	2,5	3,1	80,3
35	Inicio de floración	8,5	42,4	25,1	17,3	20,3	2,9	1,5	77,7
42	Mitad de floración	1,5	43,1	26,3	16,8	21,2	3,2	2,0	76,7
49	Floración completa	6,5	49,7	31,3	18,4	24,1	4,7	2,8	73,7
56	Floración completa	6,7	48,4	31,7	16,8	24,5	4,3	2,9	78,2
63	Floración completa	6,4	47,5	32,1	15,1	24,3	4,3	3,2	72,6
70	Floración completa	6,4	49,5	32,8	16,8	25,3	4,9	2,9	77,6
77	Pasada floración	5,9	49,5	31,8	17,7	24,1	4,3	3,2	72,3
84	Estado de leche	5,8	51,0	32,3	18,7	24,3	5,8	2,8	72,7
91	Estado de leche	6,4	48,3	30,9	17,6	23,8	4,4	2,9	73,9
Seco									
14	Inmaduro	—	48,7	29,3	19,4	22,1	3,8	3,2	68,1
21	Crecimiento avanzado	13,0	47,6	27,9	19,7	21,1	2,9	3,8	76,3
28	Inicio de floración	9,6	49,5	28,7	20,8	21,1	4,3	3,1	76,2
35	Floración completa	10,6	47,6	28,1	19,5	21,9	3,6	2,8	75,8
42	Estado de leche	8,2	44,8	29,0	15,8	21,8	4,4	3,1	74,0
49	Estado de leche	5,3	47,7	29,2	18,5	21,6	4,5	2,9	75,1
56	Estado de masa	9,1	51,5	29,9	21,5	22,2	4,3	2,7	73,5
63	Estado de masa	8,4	48,1	29,3	18,8	21,1	5,1	3,0	70,8
70	Estado de masa	4,0	51,4	30,8	20,6	23,2	4,4	2,8	72,6
77	Semilla madura	3,0	54,6	33,1	21,5	24,8	4,4	3,7	71,8
84	Semilla madura	6,9	51,8	30,8	21,1	22,6	5,0	2,9	73,9
91	Semilla madura	7,4	54,3	32,5	22,0	25,6	4,1	2,8	71,9
98	Semilla madura	7,5	52,7	33,2	22,5	26,1	4,8	3,2	67,0
105	Semilla madura	7,7	53,7	34,4	19,3	26,0	4,8	3,6	72,2

^a Constituyentes de pared celular

^b Fibra detergente ácido (ligno-celulosa)

Digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca

de leguminosas encontrado en la mezcla puede considerarse adecuado, tanto desde el punto de vista de provisión de nitrógeno a la gramínea, como por el que a estas proporciones gramínea: leguminosa no deben presentarse problemas de timpanismo.

Evaluación Nutritiva

En los Cuadros 1 y 2 se presenta la variación con la edad en las diferentes fracciones químicas y en la digestibilidad *in vitro*, para ryegrass y trébol blanco, respectivamente. Asimismo, se incluye información referente al estado fisiológico de las especies al momento del muestreo.

En cuanto al ryegrass (Cuadro 1), la proteína y la digestibilidad de la materia seca tendieron a disminuir con la edad, mientras que las fracciones fibrosas (constituyentes de pared celular, fibra detergente ácido, hemicelulosa, celulosa y lignina) tendieron a incrementar. La sílice no manifestó una tendencia de variación definida. Estas observaciones son coincidentes con las de otros investigadores de zona templada (15, 20, 22).

En el presente trabajo no se han estimado las tasas de variación de las diferentes fracciones, puesto que la pérdida de calidad nutritiva no fue lineal. Aparentemente la mayor disminución en valor nutritivo se presentó después de los 35 días de la época lluviosa y de los 42 días en la seca. Estas edades coinciden con el inicio de la floración, en que la disminución de la calidad nutritiva de las gramíneas de zona templada es más notoria (12). Sin embargo, la magnitud de variación de la composición química y digestibilidad del ryegrass observada en el presente estudio no es tan clara como la de otros trabajos realizados en la zona templada (4, 15), probablemente debido a que en el trópico de altura se presentan constantemente nuevos brotes.

En el caso del trébol blanco (Cuadro 2), la pérdida de calidad nutritiva con la edad fue menos marcada que la observada en ryegrass, lo que probablemente sea debido a que en el trébol se observaron hasta tres crecimientos en el período de muestreo.

Al comparar los datos presentados en los Cuadros 1 y 2 puede notarse un mayor contenido de proteína y de lignina, así como una mayor digestibilidad en trébol blanco que en ryegrass. Por otro lado, la relación hemicelulosa/celulosa es cercana a la unidad en ryegrass y menor de 1,0 en el trébol. Todo esto es coincidente con lo señalado como características diferenciales de gramíneas y leguminosas (14).

En cuanto a las probables diferencias entre épocas de muestreo, se puede observar en los Cuadros 1 y 2 que el efecto de la edad sobre la digestibilidad fue mayor en el período seco que en el de lluvias. Esta diferencia no puede atribuirse a la precipitación, en cuanto las parcelas estuvieron bajo riego, sino que pueden ser debidas a las más bajas temperaturas nocturnas del período seco (junio-octubre), las que probablemente hayan favorecido el macollamiento, antes que la formación de hojas (2, 21), y es sabido que es el tallo la porción de la planta que presenta una mayor tasa de disminución de la digestibilidad con la edad (9, 17).

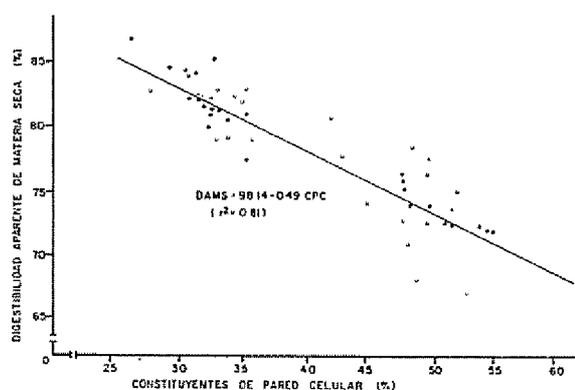


Fig. 3.—Relación entre constituyentes de pared celular y la digestibilidad aparente de materia seca para ryegrass (○) y trébol blanco (△).

Relaciones entre Composición Química y Digestibilidad

En la Figura 3 se presenta la relación existente entre los constituyentes de pared celular y la digestibilidad aparente de la materia seca. Se han calculado regresiones para las especies individualmente y combinadas. Las predicciones hechas para especies individuales son de baja confiabilidad ($r^2 = 0,32$ y $0,36$, para ryegrass y trébol, respectivamente). Paradójicamente, cuando se trabajó con los datos de ambas especies al mismo tiempo, la predicción resultó de alta confiabilidad ($r^2 = 0,81$).

El que se haya obtenido un valor de r^2 para la predicción tan alto como 0,81 confirma el que la fracción constituyentes de pared celular se considere un parámetro de importancia en la evaluación de la calidad nutritiva de los forrajes, a nivel de laboratorio (13). Un aspecto adicional por resaltar es que el valor de b_0 (98,14%), de la ecuación presentada en la Figura 3, representaría la digestibilidad del contenido celular, y éste es coincidente al presentado en la ecuación sumativa desarrollada por Van Soest con varios forrajes de zona templada (6).

En cuanto a la relación entre la lignina y la digestibilidad (Figura 4), los valores de correlación observados al nivel de especies individuales ($r = -0,49$ y $-0,41$, para ryegrass y trébol, respectivamente) son muy bajos, lo que haría poco confiable cualquier predicción de la digestibilidad basada en la lignina ácido detergente. Incluso si se pretendiera relacionar ambas fracciones al nivel de especies combinadas, el valor de correlación habría resultado positivo, lo cual sería ilógico. Estos resultados confirman el hecho de que existen diferencias cualitativas en los complejos de lignina-celulosa-hemicelulosa, tanto entre, como dentro, de especies (1), por lo que no resultan confiables las predicciones de digestibilidad hechas con base en el contenido total de lignina ácido detergente.

Las matrices de correlación entre varios criterios de calidad nutritiva se presentan en los Cuadros 3 y 4 para ryegrass y trébol, respectivamente. Debe anotarse

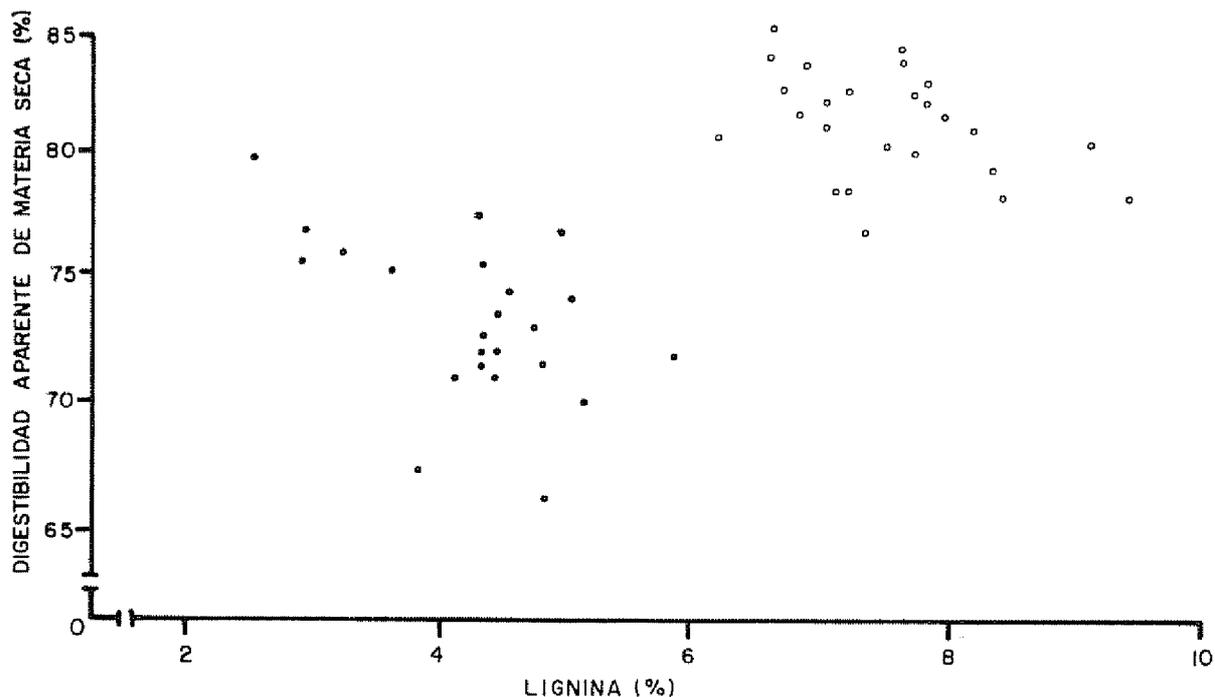


Fig. 4.—Relación entre lignina ácido detergente y la digestibilidad aparente de materia seca, para ryegrass (•) y trébol blanco (o)

que para las correlaciones ha sido considerado el valor de digestibilidad verdadera de materia seca (DVMS), el cual fue estimado a partir de la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) con base en la ecuación: $DVMS = 1,134 DAMS - 4,2$, la que fue desarrollada con 9 muestras de ryegrass del mismo estudio. La

razón que se haya usado este procedimiento y no la determinación directa de la DVMS, fue que, particularmente en trébol blanco, hubo muchas dificultades en el filtrado luego de la digestión con detergente neutro, como segunda fase de la determinación de la DVMS (6)

Cuadro 3.—Matriz de correlación entre varios criterios de calidad nutritiva en Ryegrass común

Criterio	CPC	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	DVMS ^a
Proteína	r -0,55** n 25	-0,13 35	-0,38 25	-0,38 34	-0,20 34	0,56** 35
Constituyentes de pared celular (CPC)		0,85** 26	0,82** 26	0,76** 26	0,59** 26	-0,64** 26
Fibra detergente ácido (FDA)			0,48* 26	0,81** 35	0,73** 35	-0,17 36
Hemicelulosa				0,37 26	0,24 26	-0,39* 26
Celulosa					0,63** 35	-0,10 35
Lignina						-0,20 35

* Valor de "r" significativamente diferente de cero ($P < 0,05$)

** Valor de "r" significativamente diferente de cero ($P < 0,01$)

a Digestibilidad verdadera de materia seca

r = Coeficiente de correlación

n = Número de observaciones

Cuadro 4—Matriz de correlación entre varios criterios de calidad nutritiva en Trébol blanco var, Ladino^a

Criterio	CPC	FDA	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina	DVMS ^b
Proteína	0,19	-0,01	0,20	-0,29	-0,02	0,02
Constituyentes de pared celular (CPC)		0,55	0,51**	0,11	0,30	-0,52**
Fibra detergente ácido (FDA)			-0,64**	0,85**	0,54**	-0,74**
Hemicelulosa				-0,64**	-0,24	0,22
Celulosa					0,16	-0,62**
Lignina						-0,41*

^a n= 25 observaciones

^b digestibilidad verdadera de materia seca

* Valor de "r" significativamente diferente de cero (P<0.05)

** Valor de "r" significativamente diferente de cero (P<0.01)

Para la estimación de la correlación existente entre los diferentes criterios de calidad nutritiva en ryegrass (Cuadro 3), se han incluido datos de análisis realizados en otras muestras colectadas en diferentes fincas de Cajamarca (datos inéditos), además de las del presente ensayo.

El valor más alto de correlación con la digestibilidad correspondió a la fracción constituyentes de pared celular ($r = -0,64$). Esta estuvo, a su vez, altamente correlacionada con las fracciones que la componen: hemicelulosa (0,82), celulosa (0,76) y lignina (0,59). Cabe anotar que el valor de correlación entre digestibilidad y constituyentes de pared celular ($r = -0,64$) es menor que el encontrado cuando se consideraron sólo las muestras del presente estudio ($r = -0,90$), lo que indicaría que el valor de estas relaciones es limitado, ya que la magnitud de r disminuyó cuando se incluyeron muestras provenientes de potreros con diferente manejo.

Considerando la facilidad y rapidez de determinación de los constituyentes de pared celular (fibra detergente neutro), y el grado de asociación con la digestibilidad observado en éste y en otros trabajos (8, 13), puede señalarse que para el análisis rutinario de gramíneas, la fracción constituyente de pared celular es un parámetro útil, no habiendo necesidad de llegar a individualizar sus fracciones componentes.

En cuanto a la relación entre el contenido de proteína y la DVMS, puede notarse que en trébol blanco se obtuvo un valor muy bajo ($r = 0,02$), mientras en ryegrass r fue 0,56. Estos valores son explicables en función de los datos de composición química presentados en los Cuadros 1 y 2, pues sólo en ryegrass la mayoría de las muestras contenían menos de 8 por ciento de proteína, nivel que ha sido considerado limitante de la actividad microbiana y por consiguiente de la digestibilidad y consumo (3).

En el caso del trébol (Cuadro 4), la digestibilidad estuvo más altamente correlacionada con la fibra detergente ácido ($r = -0,74$) que con los constituyentes de pared celular ($r = -0,57$). Analíticamente, la única diferencia entre los constituyentes de pared celular y la

fibra detergente ácido está en que la primera incluye a la hemicelulosa, y ésta, paradójicamente, mostró correlación positiva con la digestibilidad. Esto probablemente sea debido a diferencias importantes en la naturaleza química de la hemicelulosa y de sus complejos con lignina entre ryegrass y trébol, las que requieren de mayor estudio.

Ha habido intentos de predecir la digestibilidad con base en las fracciones químicas (7, 16). En ellos, los mejores resultados han sido conseguidos al nivel de especies individuales. Por esta razón, se probaron separadamente para ryegrass y trébol blanco varios modelos de regresión múltiple, en los que se incluyeron las diferentes fracciones químicas analizadas.

Cuando se usaron las fracciones componentes de los constituyentes de pared celular: celulosa, hemicelulosa y lignina, al mismo tiempo, se alcanzaron los valores más altos de confiabilidad en la predicción de la digestibilidad ($R^2 = 0,67$ y $0,65$, para ryegrass y trébol, respectivamente). Coincidentemente, la predicción hecha con las mismas variables fue la mejor en otro trabajo en el que se incluyeron 213 muestras de forrajes, tanto de zona tropical como templada (8).

Sin embargo, cuando se piensa en usar cualquiera de las ecuaciones desarrolladas para predecir digestibilidad con base en las fracciones químicas, no pueden considerarse estas confiables. Esto puede ser debido a que en los sistemas de análisis de forrajes usados corrientemente, se determina sólo la concentración total de las fracciones y no aspectos cualitativos de las mismas, las que aparentemente son determinantes de la digestibilidad (1).

Resumen

Se determinó el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de materia seca en muestras de ryegrass y trébol blanco, cosechadas cada 7 días desde los 14 hasta 105 días de edad, en dos épocas del año (lluviosa y seca), en pasturas asociadas, bajo riego, en condiciones de trópico de altura.

El rendimiento quedó definido por las funciones: $Y_1 = -181,4 + 16,7 X - 0,08 X^2$ ($r^2 = 0,95$) y $Y_2 = -120,5 + 14,3 X - 0,06 X^2$ ($r^2 = 0,91$), donde: Y_1 y Y_2 = rendimiento (g MS/m²) para las épocas lluviosas y seca, respectivamente; X = días de crecimiento. No hubieron diferencias debidas a épocas. La proporción promedio en la mezcla fue de 62,2% de ryegrass y 32,5% de trébol.

En ambas especies, el contenido de proteína y la digestibilidad tendieron a disminuir con la edad, mientras que las fracciones fibrosas se incrementaron. La tasa de disminución de la calidad nutritiva con la edad fue mayor en el período seco, siendo mayor para ryegrass que para trébol.

De las ecuaciones probadas para predecir digestibilidad con base en parámetros químicos, se obtuvo mayor confiabilidad ($r^2 = 0,81$, para ambas especies al mismo tiempo) cuando se consideró la fracción constituyentes de pared celular,

De los resultados del presente trabajo se puede concluir: 1) La frecuencia de uno de estas pasturas en el trópico de altura, bajo riego, debería ser cada 35 a 42 días. 2) La tasa de disminución de la calidad nutritiva de estas especies parece ser menos marcada en el trópico de altura que en zonas templadas. 3) La fibra detergente neutro (constituyentes de pared celular) puede considerarse un parámetro valioso como criterio para evaluar nutritivamente estas especies.

Literatura citada

- 1 ALLISON, D. W. y OSBOURN, D. F. The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *Journal of Agricultural Science* 74: 23-36. 1970.
- 2 BEEVERS, I. y COOPER, J. P. Influence of temperature on growth and metabolism of ryegrass seedlings. 1. Seedling growth and yield components. *Crop Science* 4: 139-143. 1964.
- 3 CAMPLING, R. C. Factors affecting the voluntary intake of grass. *Journal of the British Grassland Society* 19: 110-118. 1964.
- 4 CUBILLOS, G. F.; BARNES, R. F.; NOLLER, C. H.; CERVIÑO, D. y ORTIZ, F. Efecto de la edad de la planta sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de ballica perenne. *Agricultura Técnica (Chile)* 30: 1-6. 1970.
- 5 FITZPATRICK, E. A. y NIX, H. A. The climatic factor in Australian grassland ecology. In Moore, R. M., ed. *Australian Grasslands*. Canberra: Australian National University Press, 1970. pp. 3-26.
- 6 GOERING, H. K. y VAN SOEST, P. J. Análisis de fibra de forraje. Lima, Universidad Nacional Agraria. Programa de Forrajes. Bol. N° 10. 1972. 41 p.
- 7 JOHNSON, R. R. y DEHORITY, B. A. A comparison of several laboratory techniques to predict digestibility and intake of forages. *Journal of Animal Science* 27: 1738-1742. 1968.
- 8 JOHNSON, W. I. y PEZO, D. Cell-wall fractions and *in vitro* digestibility of Peruvian feedstuffs. *Journal of Animal Science* 41: 185-197. 1975.
- 9 JOHNSTON, M. J. y WAITE, R. Studies in the lignification of grasses. 1. Perennial ryegrass (S 24) and cocksfoot (S 37). *Journal of Agricultural Science* 61: 211-219. 1965.
- 10 LEAFE, E. I.; STILES, W. y DICKINSON, S. E. Physiological processes influencing the pattern of productivity of the intensively managed grass sward. In *International Grassland Congress, 12th, Moscow, USSR, 1974. Proceedings*. Moscow 1974. pp. 191-205.
- 11 McDOWELL, I. R.; CONRAD, J. H.; THOMAS, J. E. y HARRIS, I. E. Latin American Tables of feed composition. Gainesville: University of Florida, 1974. 528 p.
- 12 MINSON, D. J.; HARRIS, C. E.; RAYMOND, W. F. y MILFORD, R. The digestibility and voluntary intake of S 22 and H 1 ryegrass, S 170 tall fescue, S 148 timothy, S 215 meadow fescue and germinal cocksfoot. *Journal of the British Grassland Society* 19: 298-305. 1964.
- 13 OSBOURN, D. F.; TERRY, R. A.; OUIEN, G. E. y CAMMELL, S. B. The significance of a determination of cell walls as the rational basis for the nutritive evaluation of forages. In *International Grassland Congress, 12th, Moscow, USSR, 1974. Proceedings*. Moscow, 1974. pp. 514-519.
- 14 RIEWE, M. E. y LIPPKE, H. Considerations in determining the digestibility of harvested forages. In *National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings*. Nebraska, Nebraska Center for Continuing Education, 1970. pp. F 1-17.
- 15 SHEEHAN, W. Yield, chemical composition, *in vitro* digestibility and voluntary intake of Irish perennial and H 1 ryegrass and of S 143 cocksfoot at progressive stages of maturity. *Irish Journal of Agricultural Research* 8: 337-342. 1969.
- 16 SOEST, P. J. van Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24: 834-843. 1965.
- 17 TERRY, R. A. y TILLEY, J. M. A. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin as measured by an *in vitro* procedure. *Journal of the British Grassland Society* 19: 363-372. 1964.
- 18 TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111. 1963.
- 19 TREWARIHA, G. I. An introduction to climate. New York, MacGraw Hill, 1954. 402 p.
- 20 WAITE, R.; JOHNSTON, M. J. y ARMSTRONG, P. The evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep. 1. The effect of stage of maturity on the apparent digestibility of ryegrass, cocksfoot and timothy. *Journal of Agricultural Science* 62: 391-398. 1964.
- 21 WILLIAMS, R. D. Tilling in grasses cut for conservation, with special reference to perennial ryegrass. *Herbage Abstracts* 40: 383-388. 1970.
- 22 WILSON, R. K. y McCARRICK, R. B. A nutritional study of grass swards at progressive stages of maturity. 1. The digestibility, intake, yield and chemical composition of dried grass harvested from swards of Irish perennial ryegrass, timothy and a mixed sward at nine progressive stages of growth. *Irish Journal of Agricultural Research* 6: 267-279. 1967.