

Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 101 (1), Año 1996: 15-23

Anatomía cuantitativa en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum* (Poiret) C. E. Hubbard (*Poaceae*) para inferir su valor forrajero ⁽¹⁾

JC TIVANO Y FA HEINZEN

Cátedra de Botánica I. Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNL
R P Kreder 2805, 3080 Esperanza, Santa Fe, Argentina.

RESUMEN

Ha sido bien demostrada la influencia de los componentes anatómicos sobre la digestibilidad de las gramíneas forrajeras. Por ello, se estudia la anatomía cuantitativa foliar y caulinar de tres cultivares de *Dichanthium aristatum*, *rastrero*, *el formoseño* y *col. 821*. Las plantas fueron cultivadas en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Reconquista, Provincia de Santa Fe, Argentina. Para determinar las diferencias anatómicas se realizaron cortes transversales de hoja y tallo, calculándose el área de cada tejido con un planímetro digital electrónico, expresándose los resultados como porcentaje del total de la sección transversal. Los parámetros analizados fueron los distintos tejidos foliares y caulinares, el número de haces vasculares y el peso específico foliar. Además, se calculó el porcentaje de TLND (tejidos lentamente y no digestibles). En los cultivares bajo estudio se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de esclerenquima y parénquima. El peso específico foliar y el número de haces vasculares fue mayor en el cv *el formoseño*. Se halló una relación positiva entre TLND y los tejidos de paredes engrosadas, y negativa entre el TLND y los tejidos parénquima incoloro y clorénquima.

Palabras clave. *Dichanthium*, *Poaceae*, anatomía, digestibilidad.

⁽¹⁾ Subsidado por CAI + D, UNL.

Recibido el 20 de setiembre de 1994. Aceptado, en versión modificada, el 7 de febrero de 1996

Quantitative anatomy in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum* (Poiret) C. E. Hubbard (*Poaceae*) to infer its forage value

SUMMARY

The influence of anatomic components on digestibility has been already demonstrated in forage grasses. For this purpose the quantitative anatomy of leaf and stem of three cv of *Dichanthium aristatum*, *rastrero*, *el formoseño* and *col. 821*) have been studied. Plants were cultivated in the experimental field of EEA INTA Reconquista, Santa Fe Province, Argentine. To determine anatomic differences standard transverse sections of leaves and stems were made and the area of each tissue was obtained by means of an electronic digital planimeter, expressing the results as percentage of the whole cross section. The parameters studied were the different leaf and stem tissues, the number of vascular bundles and the specific leaf weight. The percentage occupied by SNDT (slowly and no digestibles tissues) was calculated. The results were evaluated with the variance methods, and the means compared by the Scheffe Test. In the cultivars under study significant differences in the sclerenchyma and parenchyma percentage were observed. The specific leaf weight and the number of vascular bundles were greater in cv *el formoseño*. A positive relation between SNDT and thick-walled tissues, and an inverse relation between SNDT and colorless parenchyma and chlorenchyma were observed.

Key words. *Dichanthium*, *Poaceae*, anatomy, digestibility.

INTRODUCCIÓN

Dichanthium aristatum (Poiret) C. E. Hubbard es una gramínea perenne subtropical (Mackenzie *et al.*, 1982) originaria del viejo mundo y Australia. En la Argentina se la ha cultivado en las provincias de Chaco y Corrientes, habiéndose naturalizado en esta última, en la de Formosa y en el norte de Santa Fe (Nicora y R. de Agrasar, 1987). En Corrientes, en parcelas de prueba, se destacó en los primeros 2 años por ser una forrajera de rápida implantación y de gran productividad (Perego y Cruzate, 1986), resistente al corte y a la sequía (Rajwar *et al.*, 1980). Es una especie K-MS-NADP, con anatomía kranz (C4), simple vaina kranz homóloga a la mestomática con enzima descarboxilante NADPme (Elliis, 1977) y posee una baja tasa de transpiración (Singh y Misra, 1985). La EEA INTA

Reconquista está llevando a cabo evaluaciones de sus cultivares desde hace varios años con el fin de introducirlos al cultivo de sus praderas permanentes (Blanchoud, 1993).

La anatomía foliar de las gramíneas presenta variaciones (Clayton y Renvoize, 1986), tanto en lo que respecta a los tipos de tejidos como al porcentaje relativo de los mismos (Frecentese y Stritzler, 1985; Akin *et al.*, 1991).

El estudio de los tejidos presentes y del porcentaje que ocupa cada uno de ellos ha mostrado considerable variación entre las especies de gramíneas forrajeras (Wilson, 1991), y entre cultivares o genotipos de la misma especie (Akin, 1984; Ehke y Casler, 1985; Masaoka *et al.*, 1991, Tivano *et al.*, 1990). Los tejidos foliares, están asociados a una mayor o menor degradación microbiana en el rumen (Schank, 1973) y a la ingesta voluntaria, componentes de la calidad forrajera

de los pastos (Wilson, 1991).

Si bien, la mayor parte de los trabajos estudian cuantitativamente la lámina foliar de las gramíneas, se demostró también, variación en el porcentaje de los diferentes tejidos del tallo y en su comportamiento diferencial frente a los microorganismos del rumen (Akin, 1984).

Por ello, el estudio de la anatomía cuantitativa foliar y caulinar se constituye en una herramienta útil para el mejoramiento de las especies forrajeras (Akin, 1984; Tivano *et al.*, 1990; Wilson, 1991). Es de destacar que los trabajos sobre anatomía cuantitativa en gramíneas forrajeras (Schank, 1973; Wilson *et al.*, 1989), no abarcan las especies de *Dichanthium*.

Partiendo de la hipótesis, que la proporción relativa de los distintos tejidos constituyentes de cada órgano está asociada a la digestibilidad, este trabajo tiene por objetivo analizar la anatomía cuantitativa en tallo y lámina foliar de los cultivares *el formoseño*, *rastrero* y *col. 821* de *Dichanthium aristatum*, a los efectos de obtener parámetros que ayuden a inferir su valor forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivares col. 821, rastrero y el formoseño de *Dichanthium aristatum* fueron cultivados en un suelo Argiudol ácuico, franco limoso y con un contenido de materia orgánica del 2,15 % (Blanchoud, 1993) en el campo experimental de la EEA INTA (Estación Experimental Agropecuaria INTA Reconquista, Provincia de Santa Fe) en condiciones ambientales homogéneas.

Se extrajeron muestras de 3 plantas por cultivar en estado vegetativo, tomadas al azar de parcelas de 2 x 5m, en marzo de 1991, después de un rebrote de 60 días, con el objeto de realizar:

(a) Estudios morfológicos: de cada plan-

ta se extrajo la lámina de la hoja ubicada entre el entrenudo 2º y 3º para determinar peso seco (g), área de la hoja (cm²) y peso específico foliar (Pef) (peso seco por unidad de área: g/cm²) (Wilson *et al.*, 1989).

(b) 1. Para los estudios anatómicos cuantitativos en los tallos se extrajeron de las 3 plantas por cultivar, 2 submuestras de 5 mm de largo fijándolas en FAA (formol-ácido acético-alcohol), cortadas con un micrótopo rotativo y coloreadas con safranina-fast green (Johansen, 1940). Los transcortes observados con un microscopio óptico se dibujaron, determinándose el área de los tejidos (parénquima, esclerénquima, xilema, floema, epidermis y vaina) (Ferrés Terra, 1982) con un planímetro digital electrónico PLANIX 7 y se contaron los haces vasculares en un cuarto de la sección transversal.

(b) 2. Para el estudio de la anatomía foliar se extrajeron segmentos de 5 mm de largo de la zona de la lámina cuando el ancho de ésta se hacía constante. Se procedió de la forma descrita anteriormente para obtener el transcorte, efectuándose una fotomicrografía en blanco y negro con una cámara fotográfica OLYMPUS 2 M y realizándose sobre ella su medición. Se determinó el área de cada tejido y el número de haces vasculares en la semi-lámina.

Tanto para el tallo como para la hoja se determinó el TLND (total de tejidos lentamente y no digestibles: xilema + epidermis + vaina kranz + vaina de esclerénquima + esclerénquima) para inferir su calidad forrajera (Ehike y Casler, 1985).

Con los atributos estudiados de lámina foliar y tallo se realizó el análisis de la variancia para detectar diferencias entre los distintos cultivares. Al observar la existencia de diferencias significativas se usó el Test de Scheffe (PL 0,05) para determinar cuales fueron los cultivares que diferían entre sí. Además, se realizó un análisis de regresión entre TLND y cada atributo estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anatomía foliar

La evaluación anatómica cuantitativa del porcentaje de tejidos presentes en la lámina de la hoja (Tabla 1) no mostró, para los tres cultivares, diferencias entre los distintos tipos de tejidos, a excepción del porcentaje de esclerénquima, que presenta en el cv *el formoseño* una proporción significativamente mayor respecto al cv *col. 821* ($p < 0,05\%$). Dicho valor mayor de esclerénquima no se manifiesta luego en diferencias significativas en el TLND entre cultivares. Respecto a este último parámetro es de hacer notar que, si bien las diferencias no son significativas, es el cv *rastrero* el que presenta el mayor porcentaje.

Respecto al número de haces (Tabla 2) no se presentaron diferencias significativas entre los 3 cultivares lo que está en concordancia con las diferencias no significativas halladas en el TLND.

Se hallaron diferencias significativas en

el Pef, el cual es mayor en el cv *el formoseño*; esta variación podría estar relacionada con el mayor porcentaje de esclerénquima que posee. Una alta proporción de tejidos con paredes gruesas en sección transversal de la hoja, se asoció significativamente con genotipos que tenían hojas más largas y alto peso específico foliar (Wilson *et al.*, 1989).

En la hoja se encontró relación entre TLND y epidermis adaxial ($r^2 = 0,65$), en tanto que la relación es baja con la epidermis abaxial ($r^2 = 0,46$), vaina kranz ($r^2 = 0,59$), clorénquima ($r^2 = 0,55$), parénquima incoloro ($r^2 = 0,24$) y Pef ($r^2 = 0,25$) (Fig. 1).

La vaina kranz, conspicua, ocupa en los tres cultivares un alto porcentaje de la sección transversal (entre 8,40-12,88 %). Dicha vaina, en gramíneas C_4 , frecuentemente es degradada más lentamente que otros tejidos (Akin, 1984).

También es importante el porcentaje de epidermis adaxial que presentan los tres cultivares. Es de destacar al respecto que la cutícula, químicamente compleja (Esau, 1976)

Tabla 1. Características anatómicas de la semilámina en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*. Todas las características son expresadas en porcentaje (\pm DS) del área total de la semilámina.

Anatomical characteristics of leaf semiblade in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*. All characteristics expressed as percentage (\pm SD) of total semiblade's area.

Tejidos Foliares	cv <i>rastrero</i>	cv <i>el formoseño</i>	cv <i>col. 821</i>
Epidermis adaxial	21,42 \pm 2,81 a*	20,37 \pm 2,71 a	21,86 \pm 1,18 a
Epidermis abaxial	10,50 \pm 0,48 a	9,06 \pm 1,35 a	10,04 \pm 1,16 a
Esclerénquima	5,04 \pm 0,62 ab	7,11 \pm 0,82 b	4,18 \pm 0,65 a
Xilema	4,59 \pm 0,22 a	5,17 \pm 0,66 a	5,93 \pm 0,19 a
Floema	3,64 \pm 0,34 a	3,56 \pm 0,48 a	3,71 \pm 0,15 a
Vaina de haz	12,88 \pm 4,58 a	8,40 \pm 0,71 a	9,66 \pm 0,12 a
Parénquima incoloro	12,63 \pm 1,47 a	15,59 \pm 3,53 a	11,11 \pm 1,42 a
Clorénquima	29,39 \pm 7,57 a	30,50 \pm 3,60 a	33,50 \pm 1,04 a
TLND	54,43 \pm 8,69 a	50,34 \pm 3,60 a	51,67 \pm 1,90 a

* Medias en la misma fila seguidas por distintas letras son significativamente diferentes (Scheffe $P < 0,05$).

* Means in the same row followed by the different letter are statistically different (Scheffe $P < 0,05$).

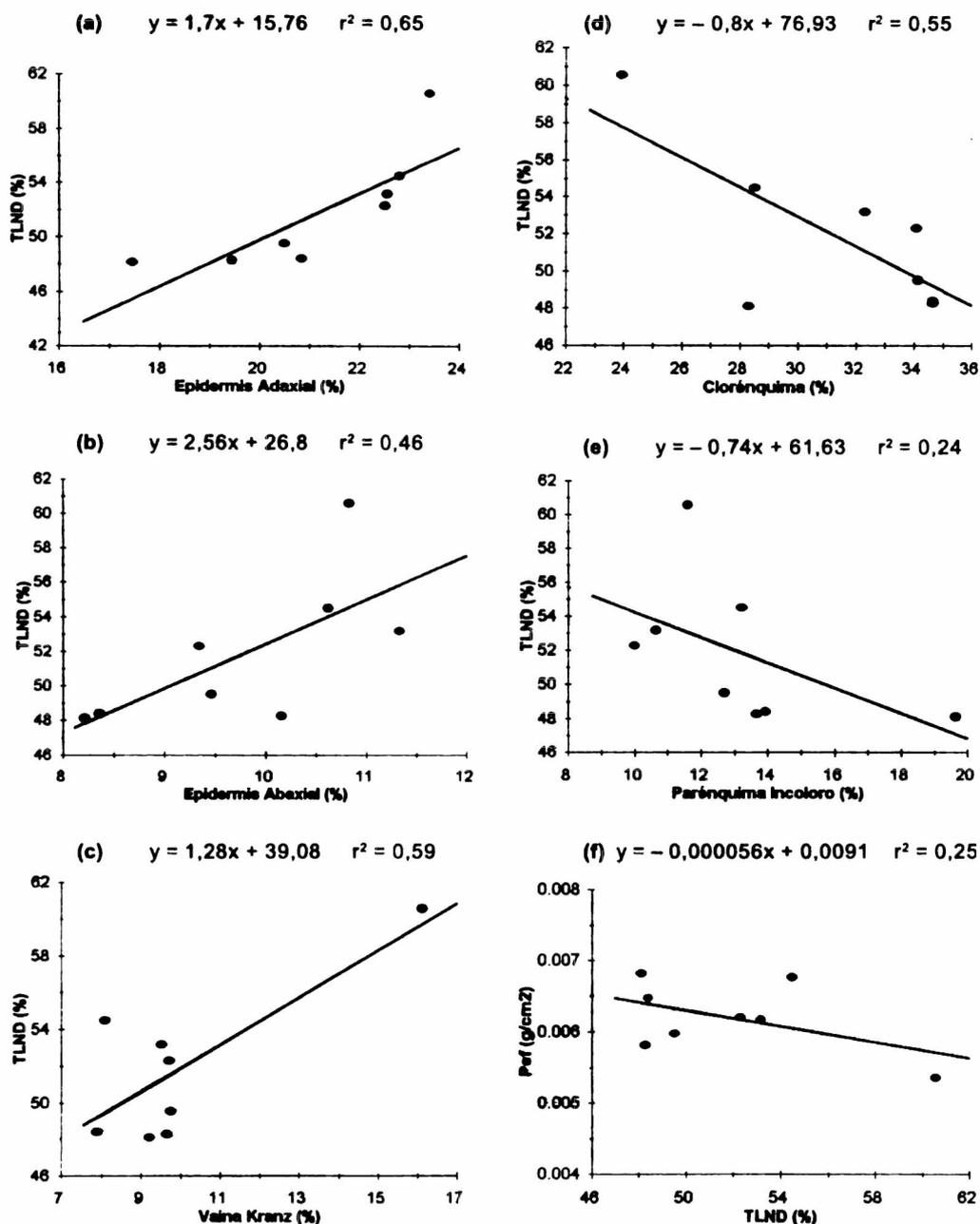


Figura 1. Regresión entre TLND y atributos foliares de 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*. (A) TLND y epidermis adaxial, (B) TLND y epidermis abaxial, (C) TLND y vaina del haz, (D) TLND y clorénquima, (E) TLND y parénquima incoloro, (F) Pef y TLND.

Regression between TLND and leaf attributes in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*. (A) TLND and adaxial epidermis. (B) TLND and abaxial epidermis. (C) TLND and bundle sheath. (D) TLND and chlorenquima. (E) TLND and colorless parenchyma. (F) Pef and TLND.

Tabla 2. Número de haces en la semilámina foliar y peso específico foliar ($g.cm^{-2}$) (\pm DS) en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*.

Number of vascular bundles in the leaf semiblade and specific leaf weight ($g.cm^{-2}$) (\pm SD) in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*.

	cv rastrero	cv el formoseño	cv col. 821
Número de haces	38,00 \pm 0 a*	39,33 \pm 4,04 a	45,33 \pm 2,31 a
Peso específico foliar	0,00559 \pm 3,28.10 ⁻⁴ a	0,00668 \pm 1,84.10 ⁻⁴ b	0,00612 \pm 1,23.10 ⁻⁴ a

* Medias en la misma fila seguidas por distintas letras son significativamente diferentes (Scheffe $P < 0,05$).

* Means in the same row followed by the different letter are statistically different (Scheffe $P < 0,05$).

es una barrera para la penetración de los microorganismos del rumen a la lámina foliar (Akin, 1984).

Anatomía de Tallo

La evaluación anatómica cuantitativa (Tabla 3) no mostro diferencias significativas ($p > 0,05\%$) para los distintos porcentajes de tejidos estudiados, a excepción de los valores de parénquima, esclerénquima y xilema. Entre los cultivares estudiados el porcentaje de parénquima fue significativamente mayor

en el cv *el formoseño* y el de esclerénquima en el cv *col. 821*; en tanto el porcentaje de xilema es significativamente mayor en el cv *col. 821* respecto del cv *el formoseño*. Dichas variaciones no se manifiestan luego en diferencias significativas en el TLND entre cultivares. El cv *col. 821* presenta mayor porcentaje de TLND que el resto; a dicho porcentaje, contribuirían los valores mayores de xilema y esclerénquima, y también aportaría, la vaina de esclerénquima presente (aunque estadísticamente no es significativa).

Se observan diferencias significativas en

Tabla 3. Características anatómicas del tallo en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*. Todas las características son expresadas en porcentaje (\pm DS) del área total de la sección transversal.

Anatomical characteristics of stem in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*. All characteristics expressed as percentage (\pm SD) of total cross-sectional area.

Tejidos caulinares	cv rastrero	cv el formoseño	cv col. 821
Epidermis	3,01 \pm 0,54 a*	2,55 \pm 0,44 a	2,48 \pm 0,23 a
Esclerénquima	3,18 \pm 0,60 a	2,97 \pm 0,35 a	3,94 \pm 0,41 b
Xilema	7,12 \pm 0,75 a b	6,54 \pm 0,46 a	7,87 \pm 1,07 b
Floema	2,84 \pm 0,26 a	2,50 \pm 0,25 a	2,43 \pm 0,64 a
Vaina de esclerénquima	7,33 \pm 4,58 a	8,47 \pm 2,68 a	10,10 \pm 2,60 a
Parénquima	72,75 \pm 0,74 a	76,95 \pm 3,53 b	73,19 \pm 1,85 a
Médula	4,52 \pm 7,57 a	—	—
TLND	20,65 \pm 2,79 a	20,54 \pm 3,33 a	24,39 \pm 1,94 a

* Medias en la misma fila seguidas por distintas letras son significativamente diferentes (Scheffe $P < 0,05$).

* Means in the same row followed by the different letter are statistically different (Scheffe $P < 0,05$).

Tabla 4. Número de haces vasculares (\pm DS) de tallo en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*.
 Number of vascular bundles on $\frac{1}{4}$ stem (\pm SD) in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*.

	cv rastreo	cv el formoseño	cv col. 821
Número de haces ^o	15,67 \pm 2,58 a b*	17,16 \pm 1,47 b	13,83 \pm 0,75 a

^o Medias en la misma fila seguidas por distintas letras son significativamente diferentes (Scheffe P<0,05).
^o en $\frac{1}{4}$ de la sección transversal.

^o Means in the same row followed by the different letter are statistically different (Scheffe P<0,05).
^o on $\frac{1}{4}$ of cross-sectional

el número de haces vasculares en tallo (Tabla 4), siendo mayor dicho atributo en el cv *el formoseño* respecto al cv *col. 821*, variación que no se manifiesta en diferencias significativas en el TLND entre cultivares.

El cv *rastreo* presenta claramente definido un parénquima central sin haces vasculares equivalente a la médula (Tabla 3), tal región no se observa en los cv *el formoseño* y *col. 821* en los que los haces vasculares se hallan dispersos.

En el tallo se halló relación directa entre TLND y la vaina de esclerénquima ($r^2= 0,61$), lo mismo ocurrió con el esclerénquima ($r^2=$

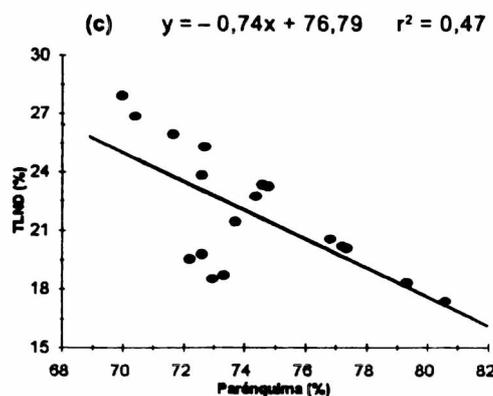
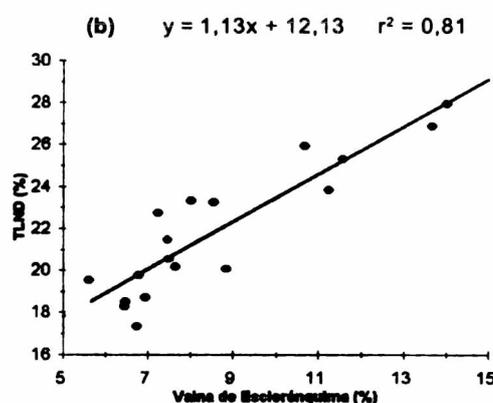
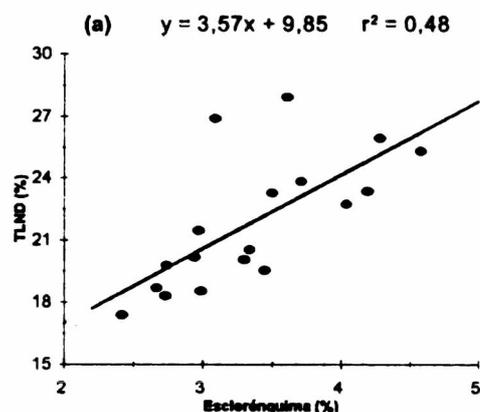


Figura 2. Regresión entre TLND y atributos del tallo en 3 cultivares de *Dichanthium aristatum*. (A) TLND y esclerénquima, (B) TLND y vaina de esclerénquima, (C) TLND y parénquima.

Regression between TLND and stem attributes in 3 cultivars of *Dichanthium aristatum*. (A) TLND and sclerenchyma. (B) TLND and sclerenchyma sheath. (C) TLND and parenchyma.

0,48), mientras que con el parénquima ($r^2=0,47$) la relación fué inversa (Fig. 2).

En los tres cultivares estudiados, tanto en lo que respecta a la hoja como al tallo, no se han observado diferencias significativas en el TLND, por lo que podría inferirse que los tres cultivares no presentarían variación en su comportamiento frente a los microorganismos del rumen.

En la hoja, se ha observado una diferencia significativa en el esclerénquima del cv *el formoseño*; también en el tallo se han observado diferencias significativas en los porcentajes de esclerénquima y xilema del cv *col. 821*.

Las diferencias significativas que se evidencian entre algunos tejidos y cultivares contribuirían a la similitud de los valores de TLND expuestos anteriormente.

Las evaluaciones llevadas a cabo en la EEA del INTA de Reconquista presentan para la digestibilidad de muestras de mezcla de tallo y hoja diferencias no ponderadas estadísticamente, entre los cv *rastrero* y *col. 821* con un 1,58% mayor de digestibilidad para este último, si bien, hubo diferencias muy marcadas entre los tres cultivares, cuando se evaluó en regiones de diferentes tipos de suelos y contenidos de nutrientes (Blanchoud, 1993).

Durante el desarrollo de los planes de selección de gramíneas forrajeras resultan de gran importancia los estudios anatómicos cuantitativos (Tivano *et al.*, 1990; Wilson, 1991) como los realizados en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios han sido posibles gracias al aporte económico de la Universidad Nacional del Litoral y al INTA (Reconquista) por las muestras vegetales. Al Ing. Agr. Abelardo C Vegetti por la revisión, sus valiosos comentarios y sugerencias. A la Prof. Daniela M de Maciel por la realización del análisis estadís-

tico y las figuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Akin DE (1984) Microbial breakdown of feed in the digestive tract. En: Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. C. A. B. London: 201-223.
- Akin DE, LL Rigsby, WW Hanna and RN Gates (1991) Structure and digestibility of tissues in normal and brown midrib pearl millet (*Penisetum glaucum*). Journal of Science Food Agriculture 56: 523-538.
- Blanchoud G (1993) Forrajeras subtropicales en ambientes del norte de Santa Fe. I. Producción de materia seca y valor nutritivo. Información para Extensión Estación Experimental Agropecuaria Reconquista, Santa Fe, INTA 45. 14pp.
- Clayton W and SA Renvoiz (1986) Genera Gramineum. Ed. H. M. S. O. Books. London. 389 pp.
- Ehike NJ and MD Casler (1985) Anatomical characteristic of smooth bromegrass clones selected for in vitro dry matter digestibility. Crop Science 25: 513-517.
- Éllis RP (1977) Distribution of the Kranz syndrome in the southern African Eragrostoideae and Panicoideae according to bundle sheath anatomy and cytology. Agroplantae 9: 73-110.
- Esau K (1976) Anatomía vegetal. Ed. Omega. Barcelona: 779 pp.
- Frecenese MA y NP Stitzler (1985) Ataque diferencial de la flora ruminal bovina sobre tejidos foliares de gramíneas estivales. Revista Argentina de Producción Animal 5: 531-540.
- Ferres Terra P (1982) Evaluación primaria de gramíneas forrajeras por el método de la transección foliar. Revista Técnica de la Facultad de Agronomía, Universidad Republica del Uruguay 52: 77-102.
- Johansen DA (1940) Plant microtechnique. Ed. Mc Graw Hill. New York: 523 pp.
- Mackenzie J, R Mayer and WS Bisset (1982) Productivity of five subtropical grasses on a black earth of the Eastern Darling Downs of Queensland. Tropical Grasslands 16(4): 170-180.
- Masaoka Y, JR Wilson and JB Hacker (1991) Selecting for nutritive value in *Digitaria milanjiana* 3. Relation of chemical composition and morphological and anatomical characteristics to the difference in digestibility of divergently selected full sibs, and comparison with *D. eriantha* ssp. *pentzii* (pangola grass). Australian Journal of Experimental Agriculture 31: 631-638.

- Nicora EG y Z Rugolo De Agrasar (1987)** Los géneros de gramíneas de América Austral. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 611pp.
- Perego JL y GA Cruzate (1986)** Comportamiento de especies forrajeras en áreas ecológicas de jurisdicción de la E.E.A. Mercedes (Corrientes).- 2.- "Monte de Ñandubay". Noticias Comentarios Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes, Corrientes, INTA 214. 10 pp.
- Rajwar GS, VK Tiwari and SK Gupta (1980)** Chemical investigation of some common fodder grasses of Garhwal Bhabar (Garhwal Himalaya). Philippine Journal of Science 109: 37-39.
- Schank SC, MA Klock and JE Moore (1973)** Laboratory evaluation of quality in subtropical grasses: II. Genetic variation among *Hemarthras* in in vitro digestion and stem morphology. Agronomy Journal 65: 256-258.
- Singh KP and G Misra (1985)** Water-use efficiency of one C₃ and two C₄ grasses in response to varying soil moisture and herbage-removal levels in a seasonally dry tropical region. Plant and Soil 88: 171-180.
- Tivano JC, AC Vegetti y ME Brollo (1990)** Utilización de los caracteres histofolares en la evaluación de la calidad forrajera de 7 líneas de *Paspalum dilatatum* Poir. (Poaceae). Revista Argentina de Producción Animal 10: 13-17.
- Wilson JR, KL Anderson and JB Hacker (1989)** Dry matter digestibility in vitro of leaf and stem of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) and related species and its relation to plant morphology and anatomy. Australian Journal of Agricultural Research 40: 281-291.
- Wilson JR (1991)** Plant structures: their digestive and physical breakdown. En: Recent Advances on the Nutrition of Herbivores. Ed. MSPA. Australia: 207-216.