



T.1365

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

PROPORCION DE TEJIDOS EN TRANSECCION  
FOLIAR DE GRAMINEAS INVERNALES, CON  
MUESTREOS DE PRIMAVERA

Por

GONZALO COMAS

Tesis presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola-Ganadera).

Montevideo  
URUGUAY  
1981

Tesis aprobada por:

Director: ING. GEN. PEARO FEMES

(Nombre completo y firma)

ING. GEN. BERNARDO ROSENBLATT

(Nombre completo y firma)

ING. GEN. DANIEL FORTOSO

(Nombre completo y firma)

Fecha:

21 DE AGOSTO DE 1981

Autor:

GONZALO COMAS

(Nombre completo y firma)

*Gonzalo Comas*

### AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Agrónomo Pedro Ferrés por su asesoramiento constante en el desarrollo del trabajo. Al señor Ren por su colaboración en el trabajo de laboratorio. Al señor Botero, por la cesión de material de laboratorio. A la profesora M. M. Beltrami, por su asesoramiento en el análisis estadístico de los datos.

---

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                          | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| PAGINA DE APROBACION . . . . .                                                           | II     |
| AGRADECIMIENTOS . . . . .                                                                | III    |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES . . . . .                                               | IV     |
| <br>                                                                                     |        |
| I. <u>INTRODUCCION</u> . . . . .                                                         | 1      |
| II. <u>ANTECEDENTES</u> . . . . .                                                        | 6      |
| III. <u>MATERIALES Y METODOS</u> . . . . .                                               | 11     |
| A) MATERIALES . . . . .                                                                  | 11     |
| B) METODOLOGIA . . . . .                                                                 | 11     |
| IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u> . . . . .                                            | 13     |
| A) RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TRANSECCION DE 15 GRAMINEAS<br>INVERNALES . . . . .        | 13     |
| B) ESTUDIO DE LA VARIACION DE PORCENTAJES DE TEJIDO A LO<br>LARGO DE LA LAMINA . . . . . | 28     |
| V. <u>RESUMEN</u> . . . . .                                                              | 39     |
| VI. <u>CONCLUSIONES</u> . . . . .                                                        | 40     |
| VII. <u>BIBLIOGRAFIA</u> . . . . .                                                       | 42     |

# LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

|                                                                                                                                       | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Cuadro no. 1 DIGESTIBILIDAD DE DISTINTOS TEJIDOS EN DIFERENTES ESPECIES . . . . .                                                     | 7      |
| Cuadro no. 2 PROPORCION DE TEJIDOS DE ACUERDO CON EL NIVEL DE INSERCIÓN DE HOJAS EN LA MACOLLA . . . . .                              | 8      |
| Cuadro no. 3 PROMEDIOS OBTENIDOS DE LOS TEJIDOS DE TRANSECCIONES FOLIARES . . . . .                                                   | 16     |
| Cuadro no. 4 BROMUS MOLLIS . . . . .                                                                                                  | 17     |
| Cuadro no. 5 STIPA SETIGERA . . . . .                                                                                                 | 17     |
| Cuadro no. 6 STIPA HYALINA . . . . .                                                                                                  | 18     |
| Cuadro no. 7 CALOTHECA BRIZOIDES . . . . .                                                                                            | 18     |
| Cuadro no. 8 FESTUCA ARUNDINACEA . . . . .                                                                                            | 19     |
| Cuadro no. 9 DACTYLIS GLOMERATA . . . . .                                                                                             | 19     |
| Cuadro no. 10 STIPA MEGAPOTAMICA . . . . .                                                                                            | 20     |
| Cuadro no. 11 CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS . . . . .                                                                                   | 20     |
| Cuadro no. 12 LOLIUM MULTIFLORUM . . . . .                                                                                            | 21     |
| Cuadro no. 13 AVENA SATIVA . . . . .                                                                                                  | 21     |
| Cuadro no. 14 BROMUS UNIOLOIDES . . . . .                                                                                             | 22     |
| Cuadro no. 15 BROMUS AULETICUS . . . . .                                                                                              | 22     |
| Cuadro no. 16 CHASCOLYTRUM SUBARISTATA . . . . .                                                                                      | 23     |
| Cuadro no. 17 PIPTOCHAETIUM STIPOIDES . . . . .                                                                                       | 23     |
| Cuadro no. 18 COMPARACION DE PROMEDIOS TISULARES DE GRAMINEAS INVERNALES . . . . .                                                    | 26     |
| Cuadro no. 19 COMPARACION OTOÑO-PRIMAVERAL DE STIPA CHARRUANA                                                                         | 27     |
| Cuadro no. 20 COMPARACION OTOÑO-PRIMAVERAL DE ESPECIES INVERNALES . . . . .                                                           | 28     |
| Cuadro no. 21 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSECCIONES EFECTUADAS EN LA BASE DE LA LAMINA . . . . .             | 29     |
| Cuadro no. 22 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSECCIONES EFECTUADAS EN EL MEDIO DE LA LAMINA . . . . .            | 29     |
| Cuadro no. 23 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSECCIONES EFECTUADAS EN LA PORCIÓN SUPERIOR DE LA LAMINA . . . . . | 30     |

|                                                        | Página |
|--------------------------------------------------------|--------|
| Fotografía no. 1 DETALLE DE STIPA CHARRUANA . . . . .  | 13     |
| Fotografía no. 2 CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS . . . . . | 15     |
| Fotografía no. 3 SUPERIOR . . . . .                    | 36     |
| Fotografía no. 4 MEDIO . . . . .                       | 37     |
| Fotografía no. 5 INFERIOR . . . . .                    | 37     |
| <br>Dibujo no. 1 TEJIDOS DE STIPA CHARRUANA . . . . .  | <br>14 |

## I. INTRODUCCION

La producción bovina y ovina se apoya en la capacidad de los rumiantes de convertir la materia vegetal en nutrientes asimilables a su cuerpo. Así es posible su utilización en la satisfacción de requerimientos de energía específicos para el cumplimiento de las necesidades diversas que soportan los animales, mantenimiento, crecimiento, engorde, gestación, lactación, producción de lana, etc.

La diversidad de productos vegetales que son capaces de ser utilizados para satisfacer estos requerimientos se expresa, ya sea por la concentración de materia orgánica, donde vemos variaciones desde 14-16 por ciento en pasturas consumidas en estado vegetativo como Lolium multiflorum o Avena sativa, hasta 90 por ciento en granos de cereales tales como maíz, trigo o sorgo, así como por las distintas propiedades de sus componentes como digestibilidad (porcentaje de lo consumido que no es excretado), palatabilidad (aceptación que muestran los animales por lo ofrecido), etc.

Las necesidades de los animales para el cumplimiento de sus actividades son variables a lo largo del año, tanto en cantidad como en calidad de los productos consumidos, de ahí que un alimento que es adecuado para satisfacer necesidades de mantenimiento, puede no serlo para otras funciones que requieran un mayor aporte de energía (lactación, engorde, etc.). Esto nos lleva a considerar que se hace imprescindible el conocimiento de las distintas características de los alimentos, con el objeto de adecuar el suministro de éstos a las necesidades variables de aquéllos.

Una de las características más importantes del alimento que es ofrecido es su digestibilidad, o sea la propiedad de un alimento de ser absorbido. "La digestibilidad de un alimento se define con mayor exactitud

como la porción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbida" (Mc Donald, Edwards y Greenhalgh, 1973).

En la búsqueda del conocimiento de esta característica encontramos varios métodos que difieren tanto en su eficacia como en la facilidad de obtención de la información buscada.

A grandes rasgos podemos dividir los métodos en dos:

- A) IN VIVO
- B) IN VITRO

#### A) METODOS IN VIVO

La característica más importante de estos métodos es que se basan en la intervención directa de los animales.

##### 1) Colección total o convencional

Consiste en conocer la cantidad y concentración de alimento que el animal consume y la cantidad y concentración de heces excretadas. Es necesario un período de acostumbramiento de los animales a la dieta que será probada, un período en el que se calibra la cantidad consumida y un período de colección de heces y análisis químico de éstas.

##### 2) De indicadores

Hay circunstancias en las cuales es engorroso el cálculo de las cantidades consumidas por cada animal. Este método consiste en el suministro de alimento con una concentración de un elemento indigestible conocida, luego se calcula la concentración del mismo en las heces y de la relación de estas concentraciones surge la digestibilidad del alimento:



$$\text{Digestibilidad} = \frac{\% \text{ indicador en heces} - \% \text{ en el alimento}}{\% \text{ de indicador en heces}} \times 100$$

El indicador puede ser un constituyente natural del alimento o bien una sustancia que se añade a tal efecto. Como indicador natural se usa la lignina y como sustancia extraña suele emplearse el óxido crómico (Mc Donald, 1966-73).

### 3) De índice fecal

Un problema que surge con el método anterior es el conocimiento de la lignina que consumen los animales pues éstos consumen en forma selectiva, es decir prefieren las porciones menos maduras y las hojas a los tallos, por lo tanto la concentración de lignina de lo consumido es menor a la calculada en un corte del mismo pasto. Debemos entonces basarnos sencillamente en la concentración de algún producto en las heces

Afortunadamente existe una estrecha relación entre la digestibilidad del pasto y el contenido de nitrógeno en las heces, que permite valorar la digestibilidad determinando la concentración de N de pequeñas muestras de heces (Mc Donald, 1973).

## B) METODOS IN VITRO

Lo engorroso de los trabajos realizados en vivo han llevado a que se intenten reproducir en el laboratorio las condiciones por las cuales pasa el alimento al ser ingerido en el tracto digestivo. Como podrá suponerse los métodos de evaluación varían según se trate de mono o poligástricos.

### 1) Método de la pepsina

No es fácil reproducir en su totalidad la digestión de los animales no rumiantes, pero la digestibilidad de las proteínas puede medirse atacándolas in vitro con pepsina y ácido clorhídrico (Mc Donald, 1966-73).

### 2) Método de una fase

En este método se intenta la simulación del medio ruminal para lo cual el alimento es triturado y colocado en medio anaerobio durante 48 horas con líquido ruminal.

### 3) Método de dos fases

Este método conocido como Tilley y Terry, reúne los dos métodos antes descritos. Primeramente se realiza la fase ruminal y luego, acidificando el medio con ácido clorhídrico hasta pH 2, se matan las bacterias y se digieren después incubando con pepsina otras 48 horas. El insoluble restante sería lo que no se digirió.

El presente trabajo no tiene por objeto un análisis crítico de los defectos que adolecen cada uno de los métodos brevemente descritos, sino continuar con la obtención de información procedente de cortes transversales de gramíneas invernales. Se realiza a los efectos de investigar la relación que existe entre la proporción que ocupa cada uno de los tejidos foliares y las posibilidades forrajeras de las especies, o sea verificar la eficacia de esta nueva metodología en el conocimiento de los pastos.

Para ello, los datos que aquí se presentan, forman parte de una compilación de registros iniciados hace algunos años en la Cátedra de Botánica de la Facultad de Agronomía, por el Ingeniero Agrónomo Pedro Ferrés. Estos registros se consideran la base de la presente tesis.

Son un aporte al conocimiento de especies no analizadas aún y al estudio de la variación de la constitución foliar de gramíneas y causas de la misma.

Otro aporte de este trabajo es el de complementar la información acerca del valor nutritivo de las especies a los efectos de su consideración en la clasificación por tipo productivo de los pastos, como uno de los elementos que conforman el concepto de "efecto del forraje sobre el ganado" (B. Rosengurtt, 1979).

---

## II. ANTECEDENTES

En la búsqueda de métodos que nos aporten conocimientos acerca del valor nutritivo de los alimentos, nos encontramos que, según Regal (1960), ya en 1923 Schlinder indicó la posibilidad de evaluar microscópicamente los pastos.

Regal (1960) usando el microscopio de luz polarizada separó el tejido marcado y a éste le llamó indigestible, y estableció en base a los porcentajes de tejido marcado una clasificación de los pastos, los cultivados con menos de 15%, y los duros conteniendo entre 35 y 57%. Encontró que las células de esclerénquima, los haces vasculares, los pelos y espinas y porciones variables de epidermis según lo lignificada que se encuentre, son encontradas sin digerir en la excreta de los animales. Esto concuerda con otros autores que explican que al formarse una estructura de tipo ligno-celulosa, ésta va a oficiar de barrera impidiendo el íntimo contacto, entre bacterias y/o protozoarios y la fibra de celulosa, necesario para la liberación de energía de la celulosa. Esta es la razón fundamental por la cual se reduce la digestibilidad de la fracción fibra, a medida que avanza la madurez de las plantas. En adición ha encontrado considerables diferencias entre los individuos de la misma especie, de acuerdo al estado vegetativo y ambiente en que se desarrollan, variaciones de 25-45% de indigestible según el contenido hídrico del suelo, o con variación en el estatus de nutrientes. Encontró alta correlación entre la composición de la hoja y el contenido de indigestible y para una misma especie desarrollada en el mismo ambiente variación de 10%, lo cual nos indica variaciones genotípicas. Finalmente nos indica la conveniencia de tomar muestras de plantas que han finalizado su "rápido crecimiento" indicando escasa variación en esta etapa en el contenido de tejidos indigestibles.

Según Akin y Burdick (1975), Wilkins calculó el área transversal del esclerénquima, tejido vascular y tejido no vascular de algunas gramíneas de zona templada encontrando significativas correlaciones negativas entre la digestibilidad de la celulosa y el contenido de lignina. Estos investigadores mostraron en pruebas realizadas con Festuca arundinacea y Cynodon dactylon que la degradación de la lámina de la hoja fue más rápida para pastos de zona templada que para los de zona tropical, y que los tejidos lignificados como esclerénquima no son degradados a inversa de tejidos como mesófilo y floema que son muy digestibles. En pruebas in vitro se vio que después de seis horas el floema y mesófilo se habían degradado, mientras que la epidermis se encontraba degradando aún a las 72 horas de incubación.

Estos autores presentan un cuadro en el que muestran los porcentajes de tejidos degradados para un grupo de especies. Estos tejidos son agrupados en tres categorías: rápidamente degradados, lentamente degradados y los que no fueron degradados.

Cuadro no. 1 DIGESTIBILIDAD DE DISTINTOS TEJIDOS EN DIFERENTES ESPECIES

|                     | MESOFILO Y<br>FLOEMA | VAINA -<br>PARENQUIMATICA<br>Y EPIDERMIS | ESCLERENQUIMA,<br>XILEMA Y VAINA<br>MESTOMATICA |
|---------------------|----------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| CYNODON DACTYLON    | 31                   | 54,7                                     | 14,3                                            |
| PASPALUM NOTATUM    | 54,7                 | 36,4                                     | 8,9                                             |
| DIGITARIA DECUMBENS | 33,8                 | 57,9                                     | 8,2                                             |
| BROMUS INERMIS      | 55,6                 | 25,6                                     | 19,0                                            |
| DACTYLIS GLOMERATA  | 56,0                 | 29,4                                     | 15,7                                            |
| PHLEUM PRATENSE     | 56,2                 | 31,4                                     | 12,4                                            |
| POA PRATENSIS       | 66,0                 | 21,8                                     | 12,3                                            |
| FESTUCA ARUNDINACEA | 62,0                 | 27,0                                     | 11,0                                            |

Estos mismos autores han visto que las gramíneas tropicales presentan mayores obstáculos al ser degradadas por los microorganismos del rumen en haces vasculares y sugieren que el mejoramiento genético por eficiencia mayor de los cultivares  $C_4$  puede tener aquí desventajas en cuanto a digestibilidad, aunque sugieren un mayor estudio de microanatomía e investigación acerca de los factores que inciden en la variación del grosor de las paredes celulares.

Wilson (1976), estudió la variación en la proporción de tejidos que es capaz de originar el nivel de inserción de las hojas sobre la cual es realizado el corte, en condiciones controladas de nutrición, clima y edad de las hojas, y llegó a la conclusión de que a mayor nivel de inserción hay un aumento significativo en la proporción de tejidos indigestibles. A continuación ofrecemos un cuadro por él presentado

Cuadro no. 2 PROPORCION DE TEJIDOS DE ACUERDO CON EL NIVEL DE INSERCIÓN DE HOJAS EN LA MACOLLA

| NIVEL DE INSERCIÓN | MESOFILO | EPIDERMIS | ESCLERENQUIMA |
|--------------------|----------|-----------|---------------|
| 3                  | 28       | 43        | 0,8           |
| 5                  | 23,2     | 38,9      | 1,2           |
| 7                  | 21,6     | 39,5      | 1,6           |
| 10                 | 23,6     | 35,7      | 2,4           |
| 13                 | 22,6     | 37,5      | 2,1           |
|                    | ***      | **        | ***           |

\*  $P < 0.05$

\*\*  $P < 0.01$

\*\*\*  $P < 0.001$

Wilson (1976)

Dentro de las consideraciones efectuadas en su trabajo, nos muestra que la inserción de la hoja es un factor de consideración cuando intenta

mos clasificar o comparar especies o tratamientos. "El cambio con el nivel de inserción de la hoja, de la digestibilidad de la materia seca de las láminas al estado de máxima expansión muestra una alta correlación negativa ( $P < 0.001$ ) con el porcentaje de esclerénquima". Estos datos confirman la asociación tan cercana encontrada entre anatomía foliar y digestibilidad encontrada en otros trabajos (Regal, 1956; Wilkins, 1972; • Schak et al, 1973). Finalmente efectúa una importante consideración en lo referente a edad de las hojas y nos dice que el porcentaje de tejidos se mantiene incambiado a partir del momento de máxima expansión (aparición de la lígula), lo que nos lleva a considerar que el decremento en digestibilidad que ocurre es debido a factores de otro tipo como cambios en la estructura de las paredes celulares.

Hanna, Monson y Burton (1973) realizaron pruebas de digestibilidad in vitro, variando tiempos desde 12 a 96 horas de incubación, y luego efectuaron cortes del material colectado en heces, observándolo al microscopio electrónico. Las especies con las que se trabajaron fueron Lolium multiflorum, Avena sativa, Secale cereale, Poa pratensis, Dactylis glomera, Festuca elatior, en todas ellas fueron suficientes 24 horas para que se digirieran los tejidos que mostraron capacidad de degradación, luego Pennisetum typhoides que necesitó 48 horas y finalmente Cynodon dactylon que permaneció 96 horas a tales efectos. Todos los componentes de la hoja fueron degradados a excepción de cutícula, pelos y tricomas, haces vasculares y fibras. Efectuaron un análisis tejido a tejido intentando esclarecer el porqué de la mayor digestibilidad de algunos de ellos. Observando estructuralmente la degradación, vieron que el mesófilo fue el primero en degradarse y que, dentro de éste, en los sitios en los cuales hay mayor espacio intercelular es donde se inicia la digestión. La interpretación se orienta en el sentido de que, un mayor contacto microorganismo-tejido hace posible una mayor degradación. En pruebas con mijo (Pennisetum typhoides) observaron que el ordenamiento celular del mesófilo se

encuentra genéticamente determinado. Establecieron el segundo lugar de digestión, el floema, y atribuyeron a un tamaño menor de las células y arreglo más compacto de éstas, el hecho de que se demore el comienzo de la degradación. La epidermis caracterizada por su lenta degradación, posee las paredes celulares de un grosor mayor, y el ataque microbial se realizó fundamentalmente por los sitios de contacto con el mesófilo, por fuera, la cutinización y lignificación celular dificulta la degradación. Las células de haces vasculares parecen romperse luego de 48 horas en mijo y 96 horas en bermuda (Cynodon dactylon), las células internas se mantuvieron intactas. La cutícula, pelos, xilema y fibras no fueron degradadas en los tiempos estudiados. Finalmente consideran alentadoras las observaciones realizadas en el sentido de la posibilidad de un mejoramiénto genético del forraje.

---



### III. MATERIALES Y METODOS

#### A) MATERIALES

Se cuenta con los siguientes materiales a saber: fijador FAA (formol, alcohol, acético), micrótomo manual, microscopio de proyección Neo-Promar LEITZ y planímetro.

Se contó como material accesorio: microscopio OLYMPUS, cámara de fotografía adaptable OLYMPUS y película Plus X.

#### B) METODOLOGIA

- 1) Muestreo. Para la realización del presente trabajo se tomaron muestras a campo el día 10 de octubre de 1980, de 14 especies de gramíneas de ciclo invernal en el Departamento de Florida (Ruta 53, 5 a 10 km al este de la ciudad de Florida).

De cada especie se tomaron muestras de 3 cm, obtenidos de la parte media de la hoja que se encontrara madura (hoja cuya lígula ha emergido del interior de la vaina de la hoja anterior). Es excepción la especie Stipa charruana en la cual se tomaron 15 muestras de 3 cm, 5 del tercio superior de la lámina, 5 de su porción media y 5 de su tercio inferior, a los efectos de investigar la variación que ocurre en la proporción de sus tejidos en cortes realizados a distintos niveles de la lámina.

- 2) Laboratorio. Los trozos cortados son colocados en líquido fijador FAA durante un lapso de 24 horas y luego son conservados en alcohol 70%. Posteriormente en laboratorio, de cada muestra se efectúa un corte con micrótomo manual, utilizando como soporte médula seca de Phoeniculum vulgare, se monta en agua sobre portaobjeto y se lleva al microscopio de proyección. Se proyecta el corte a un aumento de 400 X sobre una lámina, en la cual se calca la mitad del corte, separando los distintos tejidos que conforman la transección.

- 3) Medición. Finalmente se trabaja sobre la lámina con planímetro y luego en base a la información obtenida se calculan los porcentajes que ocupan cada uno de los tejidos como se expresa:

$$\frac{\text{medida individual del tejido}}{\text{medida total del corte}} \times 100$$

El método original del cual el presente trabajo forma parte, fue descrito por el Ingeniero Agrónomo Pedro Ferrés \* (1978) y publicado en la 1a. Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía. Tomo 1.

El método actual presenta algunas modificaciones que simplifican la parte operativa del mismo. De cámara clara se pasó a utilizar el microscopio de pantalla y actualmente el de proyección, es excepción a esto el método utilizado para Stipa charruana el cual debido a sus dimensiones reducidas fue fotografiado y luego copiado utilizando proyector de diapositivas común. Es opinión del autor que este método presenta la ventaja de ser un documento de gran precisión y puede contribuir en intercambio de información con otros investigadores que trabajan el tema. Las fotografías fueron tomadas con cámara OLYMPUS y película plus X con una intensidad de luz 6 y una velocidad de 1/4 de segundo.

---

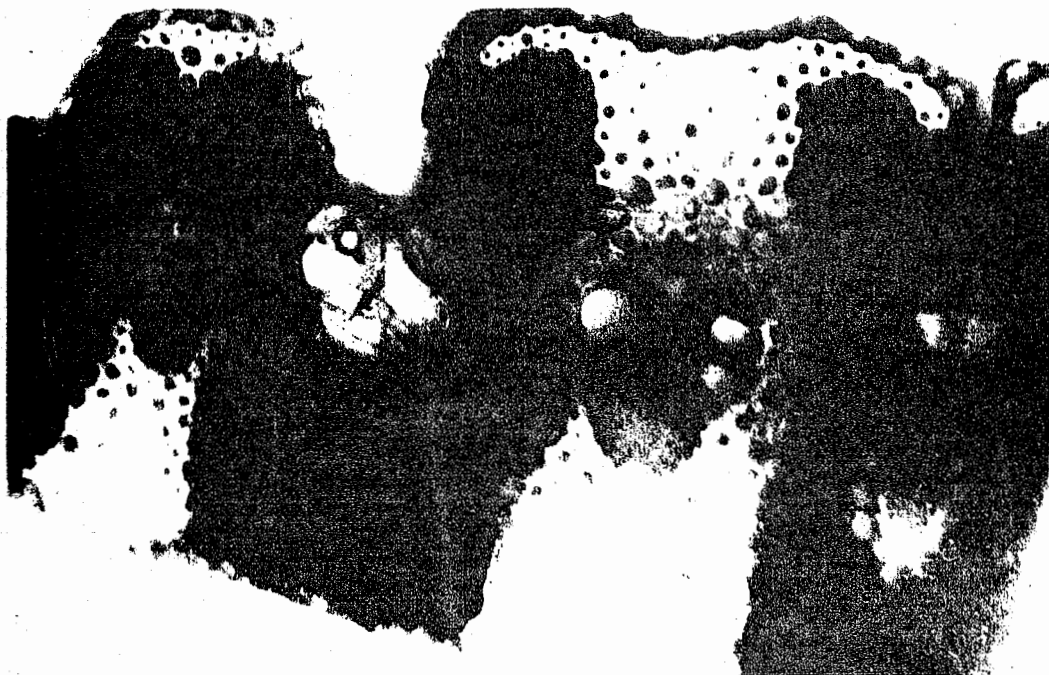
\* Una ampliación y completa descripción del método está por publicarse en la revista de la Facultad de Agronomía no. 51. Relación entre aptitud forrajera y proporción de tejido foliar de gramíneas. (com pers).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

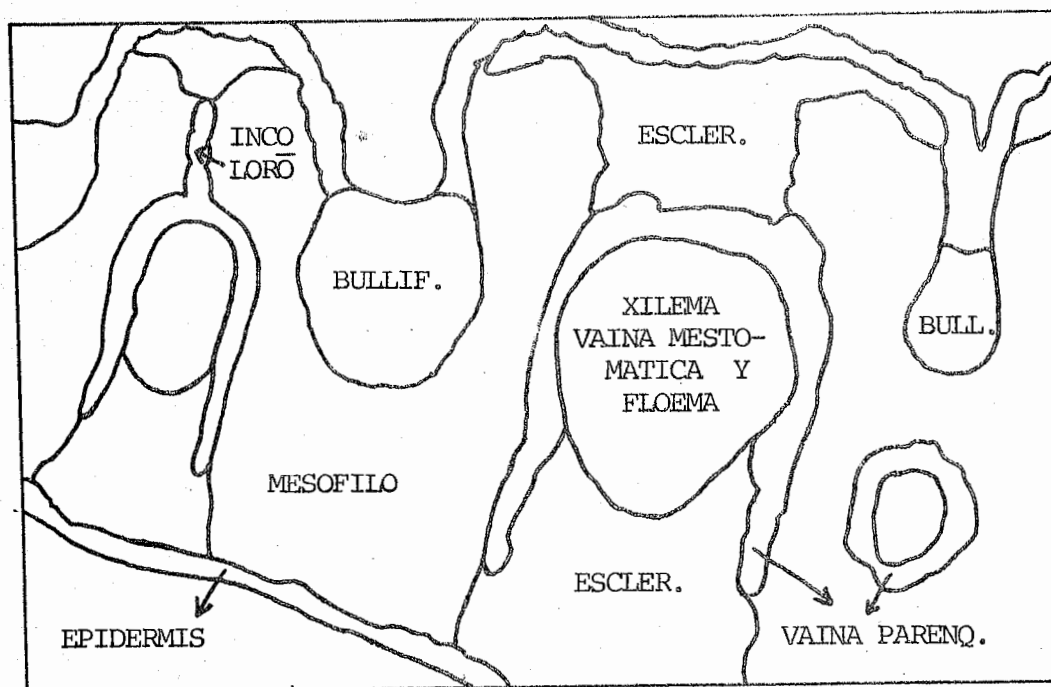
##### A) RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TRANSECCION DE QUINCE GRAMINEAS INVERNALES

Las especies estudiadas abarcan un amplio espectro en cuanto al valor forrajero que de ellas se estima, esperándose, por tanto, una gran variación en los porcentajes de los tejidos que conforma la transección, y que son en definitiva los que le confieren o no, buen valor nutritivo. Las fotografías que se presentan a continuación nos muestran la variación existente no sólo en lo que se refiere a proporción, sino en cuanto a diferente disposición y forma de los tejidos. Vemos por ejemplo en la foto no. 1 (detalle de Stipa charruana) haces vaculares "trabados", es decir rodeados desde la epidermis abaxial hasta la adaxial, de esclerénquima, y además haces rodeados completamente por mesófilo (no trabados). A la fotografía no. 1 le sigue un esquema en el cual se señalan los diferentes tejidos implicados en el corte (dibujo no. 1).

Fotografía no. 1 DETALLE DE STIPA CHARRUANA



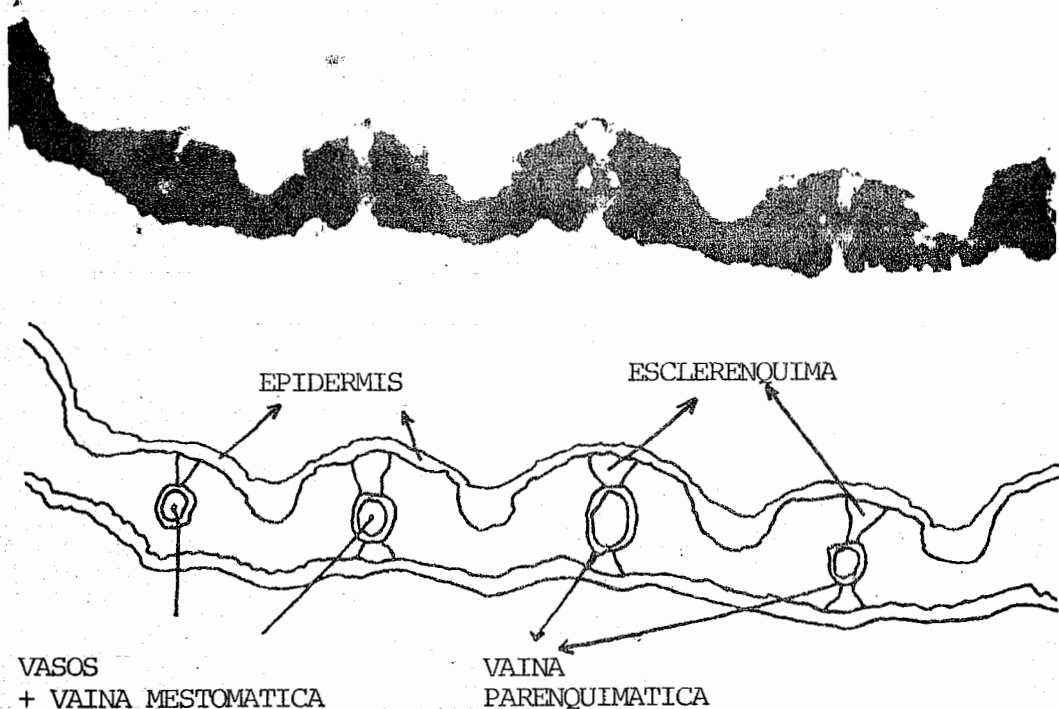
Dibujo no. 1 TEJIDOS DE STIPA CHARRUANA



Vemos en Stipa charruana, como la vaina parenquimática de los haces vasculares mayores no rodea completamente al haz vascular, en tanto que en los menores (foto no. 1, izq. abajo) sí lo hace.

Otras especies sólo presentan "trabados", por ejemplo Calamagrostis montevidensis (foto no. 2). Asimismo se observa el escaso porcentaje que ocupa el esclerénquima comparado con Stipa charruana.

Fotografía no. 2 CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS



Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos en las 15 especies estudiadas. Los resultados se obtuvieron efectuando la sumatoria de la superficie que ocupa cada tejido (dato aportado por la cifra que nos proporciona el planímetro), dividido por la superficie total de los cuatro cortes.

$$\text{cifra promedio} = \frac{\text{Sumatoria de la superficie del tejido}}{\text{Sumatoria de la superficie total}} \times 100$$

Los resultados de Stipa charruana, son los obtenidos en la porción media del ensayo que, en la presente tesis, se realiza sobre la citada especie. Para la especie Stipa hyalina no fue posible confirmar su identidad pues murió antes de florecer, es por esto que los datos deben utilizarse con cautela.

Cuadro no. 3. PROMEDIOS OBTENIDOS DE LOS TEJIDOS EN TRANSECCIONES FOLIARES

| ESPECIE                     | EPIDERMIS | VAINA<br>PARENQUIMATICA | TEJIDO<br>VASCULAR +<br>VAINA<br>MESEMOTOMICA | MESOFILO | INCOLORO | ESCLERENQUIMA |
|-----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------|---------------|
| AVENA SATIVA                | 22,25     | 4,34                    | 4,22                                          | 67,67    | 1,09     | 0,42          |
| CHASCOLYTRUM SUBARISTATA    | 29,17     | 4,57                    | 6,79                                          | 53,65    | 0        | 5,83          |
| PIPTOCHAETIUM STIPOIDES     | 16,58     | 4,94                    | 9,06                                          | 57,32    | 0        | 12,11         |
| STIPA MEGAPOTAMICA          | 22,72     | 4,54                    | 5,89                                          | 53,92    | 0        | 12,92         |
| CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS | 25,72     | 3,03                    | 4,86                                          | 59,28    | 0        | 7,10          |
| BROMUS UNIOLOIDES           | 27,11     | 4,13                    | 3,58                                          | 61,50    | 2,73     | 0,94          |
| BROMUS AULETICUS            | 24,24     | 3,84                    | 6,83                                          | 60,64    | 1,35     | 3,10          |
| CALONEICA BRIZOIDES         | 23,55     | 3,63                    | 4,92                                          | 58,82    | 0        | 9,09          |
| BROMUS MOLLIS               | 29,88     | 4,40                    | 3,55                                          | 60,18    | 0,31     | 1,68          |
| STIPA HYALINA               | 24,68     | 5,94                    | 8,11                                          | 49,28    | 0        | 11,99         |
| FESTUCA ARUNDINACEA         | 26,53     | 5,73                    | 6,98                                          | 53,77    | 3,19     | 3,80          |
| STIPA SETIGERA              | 24,75     | 5,09                    | 6,40                                          | 51,75    | 0        | 12,0          |
| DACTYLIS GLOMERATA          | 20,38     | 4,69                    | 4,54                                          | 64,98    | 1,2      | 4,20          |
| LOLIUM MULTIFLORUM          | 31,76     | 3,33                    | 3,38                                          | 60,12    | 0,62     | 0,79          |
| STIPA CHARRUANA             | 16,06     | 7,86                    | 10,94                                         | 41,45    | 1,3      | 22,38         |

Para poder conocer los resultados originales de los que se extrajeron los promedios presentados en el cuadro no. 3, a continuación se ofrecen los detalles para cada una de las especies.

**Cuadro no. 4 BROMUS MOLLIS (Datos expresados en porcentaje)**

| TEJIDO                                        | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1                                     | 26,28 | 4,95  | 4,00                                         | 2,14    | 62,63    | 0        |
| MUESTRA 2                                     | 29,57 | 3,1   | 2,59                                         | 0,97    | 63,77    | 0        |
| MUESTRA 3                                     | 41,54 | 5,08  | 3,1                                          | 1,68    | 48,0     | 0,59     |
| MUESTRA 4                                     | 30,95 | 4,44  | 3,8                                          | 1,63    | 58,34    | 0,84     |
| PROMEDIO TOTAL<br>PONDERADO POR<br>SUPERFICIE | 29,88 | 4,4   | 3,55                                         | 1,68    | 60,18    | 0,31     |

**Cuadro no. 5 STIPA SETIGERA (Datos expresados en porcentaje)**

| TEJIDO                                        | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1                                     | 24,02 | 5,78  | 6,0                                          | 13,86   | 50,35    | 0        |
| MUESTRA 2                                     | 24,08 | 4,85  | 6,04                                         | 11,38   | 53,65    | 0        |
| MUESTRA 3                                     | 27,32 | 5,35  | 6,52                                         | 11,0    | 49,8     | 0        |
| MUESTRA 4                                     | 24,13 | 4,25  | 7,22                                         | 11,13   | 53,28    | 0        |
| PROMEDIO TOTAL<br>PONDERADO POR<br>SUPERFICIE | 24,75 | 5,09  | 6,40                                         | 12,0    | 51,75    | 0        |

Cuadro no. 6 STIPA HYALINA

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 27,67 | 5,38  | 7,09                                         | 11,04   | 48,82    |          |
| MUESTRA 2 | 25,25 | 5,13  | 7,2                                          | 11,55   | 50,87    |          |
| MUESTRA 3 | 23,95 | 7,08  | 7,8                                          | 12,57   | 48,6     |          |
| MUESTRA 4 | 21,93 | 6,23  | 10,31                                        | 12,82   | 48,7     |          |
| PROMEDIO  | 24,68 | 5,94  | 8,11                                         | 11,99   | 49,28    |          |

Cuadro no. 7 CALOTHECA BRIZOIDES

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|
| MUESTRA 1 | 21,74 | 2,69  | 4,65                                         | 9,22    | 61,7     |
| MUESTRA 2 | 23,7  | 5,32  | 5,67                                         | 9,8     | 55,52    |
| MUESTRA 3 | 26,82 | 3,83  | 4,85                                         | 7,99    | 56,52    |
| MUESTRA 4 | 23,29 | 3,5   | 4,77                                         | 9,28    | 59,17    |
| PROMEDIO  | 23,55 | 3,63  | 4,92                                         | 9,09    | 58,82    |



Cuadro no. 8 FESTUCA ARUNDINACEA

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 26,87 | 4,12  | 5,52                                         | 1,97    | 58,49    | 3,02     |
| MUESTRA 2 | 27,16 | 6,56  | 7,59                                         | 4,62    | 50,89    | 3,19     |
| MUESTRA 3 | 24,4  | 5,61  | 7,83                                         | 4,59    | 53,67    | 3,89     |
| MUESTRA 4 | 27,15 | 6,98  | 7,48                                         | 4,55    | 51,02    | 2,82     |
| PROMEDIO  | 26,53 | 5,73  | 6,98                                         | 3,80    | 53,77    | 3,19     |

Cuadro no. 9 DACTYLIS GLOMERATA

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 17,83 | 3,92  | 4,55                                         | 3,83    | 66,46    | 3,42     |
| MUESTRA 2 | 22,97 | 5,40  | 5,70                                         | 4,30    | 61,62    | -        |
| MUESTRA 3 | 21,5  | 4,31  | 3,50                                         | 3,53    | 66,91    | 0,25     |
| MUESTRA 4 | 19,77 | 5,35  | 4,26                                         | 5,35    | 64,80    | 0,50     |
| PROMEDIO  | 20,38 | 4,69  | 4,54                                         | 4,20    | 64,98    | 1,20     |

Cuadro no. 10 STIPA MEGAPOTAMICA

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|
| MUESTRA 1 | 22,3  | 3,66  | 5,26                                         | 10,98   | 57,80    |
| MUESTRA 2 | 20,32 | 5,72  | 4,77                                         | 11,85   | 57,34    |
| MUESTRA 3 | 24,73 | 4,68  | 6,98                                         | 15,56   | 48,06    |
| MUESTRA 4 | 22,67 | 4,65  | 6,29                                         | 13,08   | 53,30    |
| PROMEDIO  | 22,72 | 4,54  | 5,89                                         | 12,92   | 53,92    |

Cuadro no. 11 CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|
| MUESTRA 1 | 28,99 | 2,53  | 3,33                                         | 5,68    | 59,47    |
| MUESTRA 2 | 24,28 | 3,37  | 5,72                                         | 6,93    | 59,70    |
| MUESTRA 3 | 24,14 | 3,19  | 5,69                                         | 9,04    | 57,94    |
| MUESTRA 4 | 27,49 | 2,70  | 3,58                                         | 5,40    | 60,83    |
|           | 25,72 | 3,03  | 4,86                                         | 7,10    | 59,28    |

Cuadro no. 12 *LOLIUM MULTIFLORUM* (Datos expresados en porcentaje)

| TEJIDO                                        | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1                                     | 31,49 | 3,07  | 3,75                                         | 0,64    | 60,17    | 0,97     |
| MUESTRA 2                                     | 29,75 | 4,2   | 3,03                                         | 0,74    | 62,27    | -        |
| MUESTRA 3                                     | 34,34 | 3,26  | 2,83                                         | 0,65    | 58,6     | 0,32     |
| MUESTRA 4                                     | 31,49 | 3,19  | 3,53                                         | 1,1     | 59,9     | 0,78     |
| PROMEDIO TOTAL<br>PONDERADO POR<br>SUPERFICIE | 31,76 | 3,33  | 3,38                                         | 0,79    | 60,12    | 0,62     |

Cuadro no. 13 *AVENA SATIVA*

| TEJIDO                                        | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1                                     | 23,34 | 3,49  | 3,94                                         | 0,86    | 67,35    | 1,02     |
| MUESTRA 2                                     | 20,52 | 4,34  | 4,08                                         | -       | 70,05    | 1,00     |
| MUESTRA 3                                     | 22,84 | 5,36  | 4,59                                         | 0,25    | 65,84    | 1,12     |
| MUESTRA 4                                     | 22,5  | 4,48  | 4,41                                         | 0,59    | 66,79    | 1,24     |
| PROMEDIO TOTAL<br>PONDERADO POR<br>SUPERFICIE | 22,25 | 4,34  | 4,22                                         | 0,42    | 67,67    | 1,09     |

Cuadro no. 14 BROMUS UNIOLOIDES

| TEJIDO                                        | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1                                     | 28,22 | 5,12  | 3,02                                         | 0,88    | 57,97    | 4,79     |
| MUESTRA 2                                     | 24,6  | 3,76  | 3,2                                          | 0,67    | 63,9     | 3,84     |
| MUESTRA 3                                     | 31,25 | 3,94  | 3,94                                         | 0,49    | 58,47    | 1,65     |
| MUESTRA 4                                     | 26,42 | 3,95  | 4,02                                         | 1,6     | 63,39    | 0,63     |
| PROMEDIO TOTAL<br>PONDERADO POR<br>SUPERFICIE | 27,11 | 4,13  | 3,58                                         | 0,94    | 61,5     | 2,73     |

Cuadro no. 15 BROMUS AULETICUS

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 22,63 | 3,18  | 3,6                                          | 3,02    | 62,66    | 2,22     |
| MUESTRA 2 | 25,72 | 4,05  | 7,51                                         | 2,2     | 58,83    | 1,68     |
| MUESTRA 3 | 21,57 | 3,47  | 8,22                                         | 4,93    | 61,08    | 0,73     |
| MUESTRA 4 | 28,84 | 4,48  | 5,97                                         | 1,94    | 58,54    | 0,22     |
| PROMEDIO  | 24,24 | 3,84  | 6,83                                         | 3,1     | 60,64    | 1,35     |

Cuadro no. 16 CHASCOLYTRUM SUBARISTATA

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO | INCOLORO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 34,57 | 3,94  | 5,62                                         | 4,8     | 51,07    | -        |
| MUESTRA 2 | 32,5  | 5,1   | 5,24                                         | 7,74    | 49,7     | -        |
| MUESTRA 3 | 25,27 | 4,69  | 8,51                                         | 6,56    | 54,97    | -        |
| MUESTRA 4 | 29,65 | 4,59  | 5,97                                         | 4,8     | 54,99    | -        |
| PROMEDIO  | 29,17 | 4,57  | 6,79                                         | 5,83    | 53,65    | -        |

Cuadro no. 17 PIPTOCHAETIUM STIPOIDES

| TEJIDO    | EPID. | VAINA | VAINA<br>MESTOMATICA<br>+ TEJIDO<br>VASCULAR | ESCLER. | MESOFILO |
|-----------|-------|-------|----------------------------------------------|---------|----------|
| MUESTRA 1 | 16,32 | 5,3   | 9,2                                          | 11,6    | 57,58    |
| MUESTRA 2 | 14,36 | 4,19  | 9,78                                         | 13,86   | 57,81    |
| MUESTRA 3 | 19,22 | 5,10  | 7,39                                         | 11,72   | 56,56    |
| MUESTRA 4 | 17,96 | 5,39  | 9,32                                         | 10,48   | 56,85    |
| PROMEDIO  | 16,58 | 4,94  | 9,06                                         | 12,11   | 57,32    |

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas por Regal (1960), Akin y Burdick (1975) y otros autores, en cuanto a los factores que inciden en la variación de los porcentajes de tejidos, el día de la extracción de las muestras fue seco y ventoso.

Avena sativa, fue obtenida de una pradera anual en cultivo puro. Dactylis glomerata y Festuca arundinácea, fueron obtenidas de praderas convencionales, sin pastoreo al momento de la extracción. Estas observaciones es necesario considerarlas, pues estando en cultivo hay diversos factores, nitrógeno en el suelo, aereación, fertilización fosfatada, que alteran los porcentajes tisulares.

Bromus auleticus, muestreado de un campo bruto muy pastoreado, en la parte alta de la ladera. Piptochaetium stipoides, de la ladera del mismo, en tanto que Bromus unioloides, Lolium multiflorum y Bromus mollis fueron obtenidos del costado de un camino no pastoreado. Las demás especies fueron obtenidas en campo bruto.

-----

La primera observación que hacemos, es la correspondencia general que existe entre los porcentajes de tejidos digestibles de las especies y el concepto que de ellos se tiene desde el punto de vista forrajero. La clasificación por "tipo productivo" de los pastos que el Ingeniero Agrónomo Bernardo Rosengurtt (1979) expone, es un claro ejemplo de esta asociación.

Los pastos "finos" presentan todos un alto porcentaje de mesófilo y a su vez, bajo porcentaje de esclerénquima. El que presenta menos mesófilo, Festuca arundinácea, tiene 53,77 pero posee muy escaso esclerénquima, 3,80 por ciento.

Es de resaltar los valores obtenidos en Avena sativa que es la que presentó un mayor porcentaje de mesófilo, 67,76 por ciento y menos de esclerénquima, 0,42 por ciento, datos que corroboran su reconocido valor como forrajera.

La especie que contrasta con el concepto antes enunciado es Bromus mollis, que presentó un mesófilo de 60,18 por ciento y 1,68 por ciento de esclerénquima. De acuerdo a estos datos parece ser buena desde el punto de vista estrictamente cualitativo. Sin embargo, su escasa producción la ubica entre las especies "ordinarias".

La no consideración en este trabajo de los pelos que presentan las especies puede contribuir a un decremento en la digestibilidad de éstas.

Se destaca la similitud entre las "flechillas", Stipa hyalina, Stipa megapotémica y Piptochaetium stipoides a saber: 11,99%, 12,92% y 12,11% de esclerénquima respectivamente y la ausencia de incoloro en las tres especies.

Los resultados obtenidos concuerdan en general con los presentados por el Ingeniero Agrónomo Pedro Ferrés (1978) en cuanto al ordenamiento de las especies. No obstante esto, varias especies caen fuera de los rangos por él propuestos en su "clasificación de los pastos según proporción de tejidos foliares", constituyendo un ejemplo el mesófilo de Calamagrostis montevidensis 59,28 por ciento, cuando en sus registros aparece en el rango 40-50 por ciento. Esto nos indica que deberán obtenerse nuevos registros a los efectos de clarificar las diferencias obtenidas, así como proporcionar nuevos elementos a los efectos de clarificar las causas de variación.

El cuadro no. 18 presenta los promedios generales obtenidos por el Ingeniero Agrónomo Pedro Ferrés y los que resultan de la presente tesis para las siguientes especies: Calamagrostis montevidensis, Bromus auleticus, Festuca arundinácea, Stipa setigera, Dactylis glomerata, Lolium multiflorum y Stipa charruana.

En la búsqueda de factores de variación, que expliquen la mayor proporción de mesófilo y menor de esclerénquima, se puede encontrar la

fecha de muestreo, que en nuestro trabajo correspondió a una primavera con buena pluviosidad y temperaturas que favorecieron un desarrollo activo, en tanto que, los otros promedios, son promedios de gramíneas muestreadas a través de todo el año.

Cuadro no. 18 COMPARACION DE PROMEDIOS TISULARES DE GRAMINEAS INVERNALES

|                    | EPID. VAINA | TEJ. VASC. +<br>VAINA MESTOM. | MESOFILO INCOL. ESCLER. |
|--------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------|
| TODO EL AÑO (P.F.) | 29,51 5,11  | 6,53                          | 50,79 0,73 10,81        |
| PRIMAVERA (G.C.)   | 24,21 4,80  | 6,28                          | 56,00 1,09 7,62         |

Las especies anuales contienen todas un bajísimo porcentaje de esclerénquima, que contrasta con todas las especies perennes, 0,96 y 9,5 por ciento respectivamente de promedio. Al ser el esclerénquima uno de los tejidos que da la debida rigidez a la hoja de gramínea, es factible que sea, entre otros factores como arquitectura de la planta, profundidad de la corona, etc., uno de los que inciden en la menor resistencia al pisoteo de las especies anuales, dado el bajo porcentaje del mismo en la anatomía foliar.

Entre las especies perennes, Bromus unioloides presenta una gran terneza que la asemeja a las anuales, y que posee tan solo 0,79% de esclerénquima.

Puede ser ésta una de las razones que contribuyan a que se le vea preferentemente en zonas no pastoreadas (amén de la selección que los animales hacen por especies finas como ésta).

Se presenta en el cuadro no. 19, para Stipa charruana, una comparación de cortes realizados, en junio de 1980 por el Bachiller Alfredo



Picerno (com. pers.) y los realizados por el autor en octubre del mismo año. La planta muestreada a campo en junio fue trasplantada a los jardines de la Facultad, de donde fueron extraídas las muestras primaverales.

Cuadro no. 19 COMPARACION OTOÑO-PRIMAVERAL DE STIPA CHARRUANA

|            | Mesófilo | Epiderm. | Incol. | Escler. | Vaina par. | Haz vasc. |
|------------|----------|----------|--------|---------|------------|-----------|
| A. Picerno | 40,40    | 10,40    | -      | 28,91   | 10,09      | 10,20     |
| G. Comas   | 41,45    | 16,06    | 1,3    | 22,38   | 7,86       | 10,94     |

La variación provocada por el grado de inserción de la hoja en la macolla (Wilson, 1976), se ve confundida con el cambio de ambiente (suelo y estación con sus variaciones). De acuerdo al trabajo antes mencionado, nuestro mesófilo debiera decrementarse y nuestro esclerénquima incrementarse, sin embargo acontece lo contrario. Podemos presumir que los factores ambientales implicados provocan cambios de mayor significación que el grado de inserción de la hoja.

Se presenta además una comparación entre especies muestreadas en la misma zona, en otoño por A. Picerno y en primavera por el autor. Las especies fueron obtenidas en campo bruto, a excepción de Festuca arundinácea que se encontraba en pradera permanente y Lolium multiflorum que crecía al margen de la ruta 53.

La observación de los resultados obtenidos en las diferentes especies es errática en cuanto a la variación estacional de los tejidos y, sólo permite apreciar que, siempre se cumple la relación inversa entre mesófilo y esclerénquima + "haz vascular + vaina mestomática", es to es, el incremento en mesófilo es a expensas del decremento en haz vascular + vaina mestomática y/o esclerénquima.

Cuadro no. 20 COMPARACION OTONO-PRIMAVERAL DE ESPECIES INVERNALES

|                                    | MESOFILO | ESCLERENQUIMA | HAZ VASCULAR +<br>VAÑA MESTOMATICA | EPIDERMIS | VAÑA<br>PARENQUIMATICA | INCLINADO |
|------------------------------------|----------|---------------|------------------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| <b>BROMUS AULETIQUS</b>            |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 55,7     | 10,5          | 10,9                               | 15,7      | 5,8                    | 1,4       |
| Primavera                          | 60,6     | 3,1           | 6,8                                | 24,2      | 3,0                    | 1,35      |
| <b>BROMUS UNICOLORIS</b>           |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 56,8     | 3,7           | 4,1                                | 27,1      | 3,8                    | 4,4       |
| Primavera                          | 61,5     | 0,94          | 3,59                               | 27,11     | 4,13                   | 2,73      |
| <b>CALAMAGROSTIS MONTEVIDENSIS</b> |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 57,9     | 8,0           | 6,4                                | 23,1      | 4,7                    | 0         |
| Primavera                          | 59,28    | 7,1           | 4,86                               | 25,7      | 3,0                    | 0         |
| <b>FESTUCA ARUNDINACEA</b>         |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 61,2     | 2,3           | 4,6                                | 22,6      | 5,3                    | 4,0       |
| Primavera                          | 53,77    | 3,8           | 6,98                               | 26,53     | 5,73                   | 3,19      |
| <b>LOLIUM MULTIFLORUM</b>          |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 59,2     | 1,5           | 3,3                                | 29,9      | 5,0                    | 1,1       |
| Primavera                          | 60,1     | 0,79          | 3,3                                | 31,76     | 3,33                   | 0,62      |
| <b>PIPTOCHAETUM STIPOIDES</b>      |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 64,2     | 7,3           | 10,8                               | 14,3      | 3,5                    | 0         |
| Primavera                          | 57,3     | 12,11         | 9,06                               | 16,58     | 4,94                   | 0         |
| <b>STIPA SETIGERA</b>              |          |               |                                    |           |                        |           |
| Otoño                              | 59,2     | 11,1          | 7,0                                | 15,3      | 6,0                    | 1,5       |
| Primavera                          | 51,7     | 12,0          | 6,40                               | 24,75     | 5,09                   | 0         |

## B) ESTUDIO DE LA VARIACION DE PORCENTAJES DE TEJIDO A LO LARGO DE LA LAMINA

A los efectos de analizar si existía variación y el grado o magnitud de diferencias entre las transecciones realizadas a distinto nivel de las láminas, fueron realizados en Stipa charruana, 15 cortes transversales, en 5 hojas muestreadas en el jardín de la Facultad de Agronomía. Cinco cortes se realizaron en la porción inferior de la lámina (un cuarto de su longitud desde la base), cinco de la parte media y cinco de la porción superior. Los cortes fueron realizados tal cual se describe en Metodología. La planta de la que se extrajeron las muestras fue traída al jardín de la Facultad del mismo paraje de donde se realizaron los muestreos de campo del presente trabajo. A continuación se ofrecen los resultados obtenidos luego de efectuarse el procesamiento de las muestras. La nume

ración de las muestras no correlaciona hojas entre las distintas longitudes en que se realizaron los cortes.

Cuadro no. 21 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSICCIONES EFECTUADAS EN LA BASE DE LA LAMINA

| Muestra | Epid.            | Vaina           | Vasos más V.<br>Metomática | Escler.          | Mesófilo         | Incoloro       |
|---------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1       | 17,09            | 7,91            | 10,96                      | 20,60            | 42,52            | 0,93           |
| 2       | 13,34            | 7,51            | 14,55                      | 25,05            | 36,83            | 2,72           |
| 3       | 17,24            | 3,48            | 11,49                      | 16,95            | 49,83            | 1,01           |
| 4       | 15,42            | 6,83            | 10,65                      | 25,64            | 39,83            | 1,64           |
| 5       | 12,84            | 8,14            | 11,86                      | 22,49            | 42,46            | 2,20           |
| <hr/>   |                  |                 |                            |                  |                  |                |
|         | $\bar{x}$ :15,19 | $\bar{x}$ :6,77 | $\bar{x}$ :11,902          | $\bar{x}$ :22,15 | $\bar{x}$ :42,29 | $\bar{x}$ :1,7 |

Cuadro no. 22 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSICCIONES EFECTUADAS EN EL MEDIO DE LA LAMINA

| Muestra | Epid.            | Vaina           | Vasos más V.<br>Metomática | Escler.          | Mesófilo         | Incoloro       |
|---------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1       | 14,00            | 6,74            | 11,37                      | 23,50            | 43,23            | 1,16           |
| 2       | 16,61            | 7,61            | 10,84                      | 21,08            | 42,41            | 1,46           |
| 3       | 15,32            | 8,70            | 10,95                      | 24,84            | 39,72            | 0,48           |
| 4       | 17,00            | 8,08            | 11,62                      | 22,88            | 39,50            | 0,91           |
| 5       | 17,39            | 8,19            | 9,93                       | 19,62            | 42,37            | 2,5            |
| <hr/>   |                  |                 |                            |                  |                  |                |
|         | $\bar{x}$ :16,06 | $\bar{x}$ :7,86 | $\bar{x}$ :10,94           | $\bar{x}$ :22,38 | $\bar{x}$ :41,45 | $\bar{x}$ :1,3 |

Cuadro no. 23 PORCENTAJE DE LOS DISTINTOS TEJIDOS OBTENIDOS EN TRANSICCIONES EFECTUADAS EN LA PORCION SUPERIOR DE LA LAMINA

| Muestra | Epid.            | Vaina           | Vasos más V.<br>Mestomática | Escler.          | Mesófilo         | Incoloro        |
|---------|------------------|-----------------|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1       | 19,70            | 7,10            | 9,30                        | 18,59            | 44,28            | 1,01            |
| 2       | 17,36            | 8,07            | 11,71                       | 19,41            | 42,59            | 0,86            |
| 3       | 18,59            | 7,27            | 9,64                        | 15,57            | 48,93            | 0,00            |
| 4       | 20,92            | 8,55            | 11,09                       | 15,56            | 43,88            | 0,00            |
| 5       | 17,85            | 8,46            | 10,19                       | 17,56            | 44,06            | 1,88            |
| <hr/>   |                  |                 |                             |                  |                  |                 |
|         | $\bar{x}$ :18,88 | $\bar{x}$ :7,89 | $\bar{x}$ :10,39            | $\bar{x}$ :17,34 | $\bar{x}$ :44,75 | $\bar{x}$ :0,75 |

Con lo observado y a los efectos de establecer estadísticamente si existen diferencias, fue realizado para cada tejido por separado un análisis de varianza. Para la construcción del análisis se trabajó con tres niveles considerados "tratamientos", y para cada uno se realizan cinco repeticiones. Fueron detectadas diferencias significativas para dos tejidos, epidermis y esclerénquima, al nivel del 5%. Se presentan resultados para todos los tejidos.

1) Análisis de varianza del esclerénquima

| REPETICIONES | TRATAMIENTO |        |          |        |
|--------------|-------------|--------|----------|--------|
|              | Inferior    | Medio  | Superior |        |
| 1            | 20,6        | 23,5   | 18,59    |        |
| 2            | 25,05       | 21,08  | 19,41    |        |
| 3            | 16,95       | 24,84  | 15,57    |        |
| 4            | 25,64       | 22,88  | 15,56    |        |
| 5            | 22,49       | 19,62  | 17,56    |        |
| TOTALES      | 110,73      | 111,92 | 86,69    | 309,34 |

S. Cuadrados =  $6.539,68 - C = 160,26$  //  $C = 6.379,42$

S. C. de tratamientos =  $6.460,48 - 6.379,42 = 81,06$

| F. de Var.   | SC     | GL | CM    | F            |
|--------------|--------|----|-------|--------------|
| TRATAMIENTOS | 81,06  | 2  | 40,53 | 6,14 #       |
| ERROR        | 79,2   | 12 | 6,6   | # $p < 0,05$ |
| TOTAL        | 160,26 | 14 |       |              |

A los efectos de identificar cuáles tratamientos eran los causantes de la significación, fue realizada la prueba de Tuckey de comparación de medias muestrales.

$$\text{Tuckey} = q \sqrt{\frac{\text{CME}}{n}}$$

$$0,01 = 5,05 \times 1,15 = 5,80$$

$$0,05 = 3,77 \times 1,15 = 4,34$$

$$\begin{array}{rcl} \frac{110,73}{5} & = & 22,15 \\ \frac{111,92}{5} & = & 22,38 \\ \frac{86,69}{5} & = & 17,34 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0,23 \\ 5,04 \# \end{array}$$

# Supera a la cifra calculada 4,34 y es aquí donde verificamos el origen de la significación del análisis de varianza.

## 2) Análisis de varianza del mesófilo

| REPETICIONES | TRATAMIENTO |        |          |
|--------------|-------------|--------|----------|
|              | Inferior    | Medio  | Superior |
| 1            | 42,52       | 43,23  | 44,28    |
| 2            | 36,83       | 42,41  | 42,59    |
| 3            | 49,83       | 39,72  | 48,93    |
| 4            | 39,83       | 39,50  | 43,88    |
| 5            | 42,46       | 42,37  | 44,06    |
| TOTALES      | 211,47      | 207,23 | 223,74   |
|              |             |        | 642,44   |

$$S. \text{ Cuadrados} = 27.672,80 - 27.515,28 = 157,52$$

$$S. C. \text{ de tratamientos} = 27.544,68 - 27.515,28 = 29,40$$

| F. de Var.   | SC     | GL | CM    | F        |
|--------------|--------|----|-------|----------|
| TRATAMIENTOS | 29,40  | 2  | 14,7  | 1,376 NS |
| ERROR        | 128,12 | 12 | 10,68 | -        |
| TOTAL        | 157,52 | 14 | -     | -        |

Podemos deducir de lo expuesto que las variaciones entre los tres tratamientos son debidas al azar, o sea que un corte a cual quiera de estos tres niveles representará adecuadamente al resto de la hoja.

### 3) Análisis de varianza de la epidermis

| REPETICIONES | TRATAMIENTO |       |          |        |
|--------------|-------------|-------|----------|--------|
|              | Inferior    | Medio | Superior |        |
| 1            | 17,09       | 14,0  | 19,7     |        |
| 2            | 13,34       | 16,61 | 17,36    |        |
| 3            | 17,24       | 15,32 | 18,59    |        |
| 4            | 15,42       | 17,00 | 20,92    |        |
| 5            | 12,84       | 17,39 | 17,95    |        |
| TOTALES      | 75,93       | 80,32 | 94,52    | 250,77 |

$$S. \text{ Cuadrados} = 4.262,79 - 4.192,37 = 70,42$$

$$S. C. \text{ de tratamientos} = 4.230,14 - 4.192,37 = 37,77$$

| F. de Var.   | SC    | GL | CM    | F        |
|--------------|-------|----|-------|----------|
| TRATAMIENTOS | 37,77 | 2  | 18,89 | 6,94 #   |
| ERROR        | 32,65 | 12 | 2,72  |          |
| TOTAL        | 70,42 | 14 |       | # P 0,05 |

Procediendo de igual forma que para el análisis de esclerénquima, se realiza la prueba de Tuckey.

$$0,05 = 3,77 \times 0,74 = 2,78$$

$$0,01 = 5,05 \times 0,74 = 3,73$$

$$\begin{array}{rcl} \frac{75,93}{5} = 15,19 & & \\ \frac{80,32}{5} = 16,06 & & \\ \frac{94,52}{5} = 18,90 & & \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0,87 \\ 2,84 \# \end{array}$$

# Al igual que para el esclerénquima la significación es debida al tercer tratamiento en su comparación con el "medio" e "inferior".

#### 4) Análisis de la varianza de la vaina

| REPETICIONES | TRATAMIENTO |       |          |        |
|--------------|-------------|-------|----------|--------|
|              | Inferior    | Medio | Superior |        |
| 1            | 7,91        | 6,74  | 7,1      |        |
| 2            | 7,51        | 7,61  | 8,07     |        |
| 3            | 3,48        | 8,7   | 7,27     |        |
| 4            | 6,83        | 8,08  | 8,55     |        |
| 5            | 8,14        | 8,19  | 8,46     |        |
| TOTALES      | 33,87       | 39,32 | 39,45    | 112,64 |



$$S. \text{ Cuadrados} = 868,44 - \frac{12.687,77}{15} = 22,59$$

$$S.C. \text{ de tratamientos} = \frac{4.249,54}{5} - \frac{12.687,77}{15} = 849,91 - 845,85 = 4,06$$

| F. de Var.   | SC    | GL | CM   | F       |
|--------------|-------|----|------|---------|
| TRATAMIENTOS | 4,06  | 2  | 2,03 | 1,32 NS |
| ERROR        | 18,53 | 12 | 1,54 |         |
| TOTAL        | 22,59 | 14 | 1,61 |         |

La falta de significación indica falta de efecto de los trata  
mientos, o sea igualdad de distribución de los porcentajes a lo lar  
go de la lámina.

5) Análisis de varianza de los vasos + vaina mestomática

| REPETICIONES | TRATAMIENTO |       |          |        |
|--------------|-------------|-------|----------|--------|
|              | Inferior    | Medio | Superior |        |
| 1            | 10,96       | 11,37 | 9,3      |        |
| 2            | 14,55       | 10,84 | 11,71    |        |
| 3            | 11,49       | 10,95 | 9,64     |        |
| 4            | 10,65       | 11,62 | 11,09    |        |
| 5            | 11,86       | 9,93  | 10,19    |        |
| TOTALES      | 59,51       | 54,71 | 51,93    | 166,15 |

$$S. \text{ de Cuadrados} = 1.861 - 1.840,39 = 21,22$$

$$S. \text{ de C. tratamientos} = \frac{9.231,35}{5} - 1.840,39 = 5,88$$

| F. de Var.   | SC    | GL | CM   | F       |
|--------------|-------|----|------|---------|
| TRATAMIENTOS | 5,88  | 2  | 2,94 | 2,30 NS |
| ERROR        | 15,34 | 12 | 1,28 |         |
| TOTAL        | 21,22 | 14 |      |         |

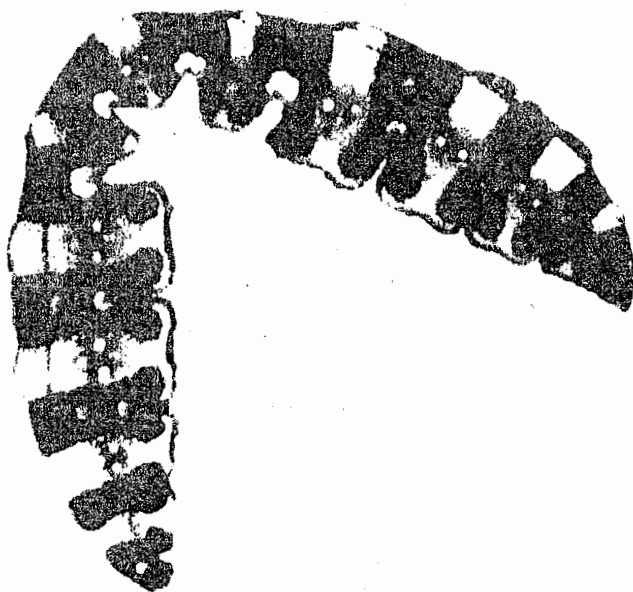
Idénticas apreciaciones a las realizadas para mesófilo y vai  
na.

#### 6) Incoloro

No fue efectuado el análisis de varianza, pues, calculado el coeficiente de variación de las repeticiones, se encontraron valores elevadísimos que invalidan la ejecución del mismo, vale decir, coeficientes del orden del 100%.

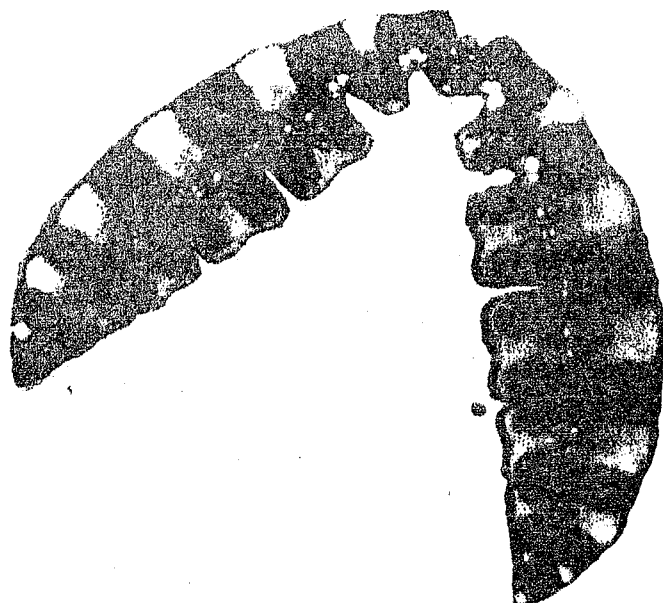
Fotografía no. 3

SUPERIOR

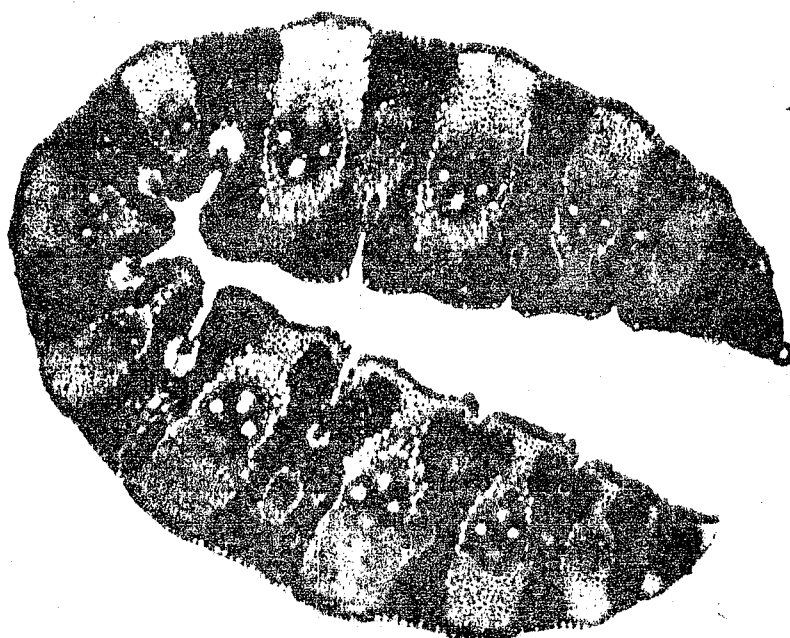


0,1 mm

Fotografia no. 4

MEDIO  
0,1 mm

Fotografia no. 5

INFERIOR  
0,1 mm

Ilustrando los tres "tratamientos", se presenta una fotografía de cada uno de ellos, en las cuales podemos observar la estructura característica de Stipa charruana y la gran variación que presenta. Se hace notar en la fotografía no. 5, la presencia de un doble grupo de haces vasculares en el esclerénquima, representando la variación antedicha.

De la realización del presente ensayo podemos concluir en las siguientes apreciaciones:

1. A lo largo de la lámina, el estudio de los porcentajes que ocupa cada tejido, nos indica que éstos presentan, para algunos tejidos, como esclerénquima y epidermis, variaciones que son consideradas estadísticamente significativas al 5 por ciento.
2. En ambos casos fue el tratamiento "superior" el que originó la significación, es decir, que las variaciones significativas se dan según nuestro ensayo, a lo largo de la mitad superior de la lámina de Stipa charruana.
3. En este tratamiento, el esclerénquima es significativamente menor y la epidermis es significativamente mayor que los tratamientos inferiores.
4. Hubiese sido de utilidad el estudio de la correlación entre el promedio de tres cortes de una misma lámina y los valores obtenidos en el tratamiento "medio", a los efectos de considerar la posible representatividad que éste pudiese hacer, del resto de la lámina. Ello no fue posible debido a problemas relacionados con el diseño experimental. Deberá ser tenido en cuenta para posteriores investigaciones que se realicen dentro del tema.

Hay entonces que considerar, cuando se realicen comparaciones entre diferentes especies, este factor de variabilidad especificando de qué zona de la lámina fue realizado el corte.

---

## V. RESUMEN

Se realiza la medición del porcentaje que ocupa cada uno de los tejidos en la transección foliar de gramíneas invernales. Se presentan resultados para 15 especies.

De acuerdo a trabajos similares, se establece una correlación entre el concepto forrajero que se tiene de las distintas especies y su contenido porcentual de tejidos considerados digestibles.

Se analiza la variación porcentual de los distintos tejidos a lo largo de la lámina, para la especie Stipa charruana, encontrándose diferencias estadísticamente significativas para esclerénquima y epidermis, originadas por la porción superior de la misma.

Se realizan comparaciones entre las mismas especies muestreadas en diferentes épocas del año, intentando esclarecer las causas de variación.

---

## VI. CONCLUSIONES

El método de la transección foliar y cálculo del porcentaje que ocupa cada tejido, como indicador de la digestibilidad de los pastos ha sido demostrado (Regal, 1960).

Este método es, por su facilidad de ejecución, bajo costo y rapidez, adecuado para la interpretación de la calidad de los pastos.

El método es aplicable tanto para la interpretación bromatológica, a los efectos del conocimiento del consumo de los animales, como para el mejoramiento genético de la digestibilidad de las pasturas (Hanna, Monson y Burton, 1973).

La información proporcionada a los efectos de la clasificación de los pastos según contenido porcentual de diferentes tejidos deberá ser acompañada de los datos que se ha demostrado provocan variación, clima, humedad, fertilidad, nivel de inserción de la hoja en la macolla, porción de la lámina en la cual fue efectuado el corte (cuya variación es demostrada en el presente trabajo), etc. A tales efectos parece conveniente la realización de comparación de especies extraídas de un mismo habitat, es decir con condiciones homogéneas de crecimiento.

Si bien el orden de las especies de acuerdo al contenido de tejidos digestibles concuerda con el concepto del valor forrajero que de ellas se tiene, parece adecuado realizar en forma paralela transecciones foliares y análisis de digestibilidad in vitro (Tilley y Terry), esto daría mayor confiabilidad a la tarea basada sobre la alta correlación que existe entre ambos métodos.

El método presenta gran facilidad de manejo y proporciona una información que, a la luz de investigaciones realizadas acerca de la digestibilidad y su mejoramiento genético, resulta alentadora. Cooper y

colab. (1962) citado por W. Raymond, encontró que "la progenie de cruzamientos realizados entre genotipos de alta digestibilidad mostraron un valor más alto que el de la población de padres ( $h^2=0,5$ ).

---

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALLEGRI y FORMOSO. Producción y calidad de forrajes. In: Segunda Reunión Técnica. Facultad de Agronomía. Montevideo. 1979.
2. AKIN D. and BURDICK D. Microanatomical differences of warm-season grasses revealed by light and electron microscopy. Agronomy Journal 65: 533-537. 1973.
3. ----- Percentaje of tissue types in tropical and temperate grasses leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. Crop Science 15: 661-668. 1975.
4. FERRES P. Relación entre aptitud forrajera y proporción de tejido foliar de gramíneas. Revista de la Facultad de Agronomía no. 51: 1-86. 1981. (En prensa).
5. HANNA W., MONSON W. and BURTON W.V. Histological examination of fresh forage leaves after in vitro digestion. Crop Science 13: 98-102. 1973.
6. MC DONALD, EDWARDS and GREENHALGH. Nutrición Animal. Ed. ACRIBIA. Zaragoza. 1973.
7. PICERNO A. Evaluación primaria de la aptitud forrajera de gramíneas invernales, según estudios de su anatomía foliar. Trabajo de tesis para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. 1981.
8. REGAL V. The evaluation of the quality of pasture grasses by the microscopic method. Eighth Grassland Congress. p. 522-524. 1960.
9. ----- Probleme des Grünlandes. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Tagungsberichte no. 16. 209-219. 1959.
10. ROSENGURIT B. Tablas de comportamiento de especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Universidad de la República. Depto. de Publicaciones. Montevideo. 86 p. 1979.
11. ----- Limpieza y afinamiento del campo. Curso de forrajeras. Facultad de Agronomía. Montevideo. 1977.
12. ----- ARRILLAGA DE MAFFEI B y IZAGUIRRE DE ARTUCIO P. Gramíneas Uruguayas. Universidad de la República. Depto. de Publicaciones. Montevideo. 489 p. 1970.
13. SCHANK S.C., VENTURA M. and MOORE J.E. Laboratory Evaluation of Quality in Subtropical Grasses. Agronomy Journal. 65 no. 2. 1973.



14. WILKINS R.J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relation-ship with chemical and anatomical parameters. Journal of Agriculture Science. 78: 457-464. 1972.
15. WILSON J.R. Quantitative estimation of tissue and cell areas transverse section of plant material. Laboratory Practice 25: 397-398.
16. ----- Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grasses tiller: II. Australian Journal of Agriculture Research. 27: 355-364. 1976.