

233
2es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIFERENCIAS Y DEGRADABILIDAD DE LOS TEJIDOS
DE LIMBOS DE PASTOS TEMPLADOS C₃ Y C₄

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

OMAR ROJAS RIOS

M.V.Z. ALBERTO TORRES RODRIGUEZ

M.V.Z. JESUS ALANIS RODRIGUEZ

M.C. SILVIA GOMEZ ESTRELLA



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Este trabajo es un regalo para mis padres
el Sr: Eliseo Rojas Zarate y la Sra: Modesta Ríos Benites
por todo el amor que me han brindado lo cual ha hecho
posible mi desarrollo como persona
y como profesionista

A mis hermanos Valdemar, Lourdes, Victor, Eliseo,
Julbert, Enoél y Enid

A mis tias Ofelia Ayala Zárate y Honoria Moreno
Mercado por todo su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

A la FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A la Tec. Acad. Ma. del Carmen Zamora Muñoz por su dedicación
y apoyo para la realización de este trabajo

A mi asesor el M.V.Z. Alberto Torres Rodriguez

A el M.V.Z. Jesus Alaníz Rodriguez

A la M.C. Silvia Gómez Estrella

A los miembros del jurado

CONTENIDO

	Página.
RESUMEN-----	1
INTRODUCCION-----	3
MATERIAL Y METODOS-----	13
RESULTADOS-----	16
DISCUSION-----	18
CONCLUSIONES-----	20
LITERATURA-----	21
CUADROS-----	27
FIGURAS-----	30

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar la proporción y grado de degradación de tejidos de dos gramíneas con diferente vía de fijación de CO₂ (C₃ ó C₄), provenientes de una misma región y clima, debido a que no se encontraron informes de una investigación similar en la literatura. Las gramíneas estudiadas fueron Rye grass (*Lulium multiflorum* var. Wester Wold Tetraploide Americano), (C₃) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), (C₄). Muestras tomadas aleatoriamente a los 35 días de rebrote en el Rancho los "Capulines", localizado en San Pedro Atocpan, Delegación Milpa Alta, al sur del D.F. con clima Cw₁, se analizaron nutricionalmente, y se sometieron a digestión *in vitro* en líquido ruminal durante 24 hrs. Se realizó la caracterización histológica de las muestras antes y después de la digestión por mediciones en cortes foliares observados al microscopio, utilizando el método morfométrico. Los valores promedio de porcentajes de tejidos para los forrajes C₃ y C₄ fueron de 60.94 y 59.96 % para mesófilo; 3.33 y 12.9 % para tejido vascular; de 34.07 y 24.68 % para epidermis; y por último 1.84 y 4.32 % para esclerenquima respectivamente. De los valores obtenidos podemos decir que se encuentran dentro de los valores citados por diferentes autores. Los valores del grado de digestibilidad para los forrajes C₃ y C₄ fueron los siguientes: 2.8 y 2.5 para mesófilo; 1.5 y 1.0 para epidermis; 1.2 y 0.8 para tejido vascular y 0.5 y 0.3 para esclerenquima. De éstos valores sólo el mesófilo alcanzó una digestibilidad

casi total en toda la planta. En el resto de los tejidos la digestibilidad fué mucho menor con pequeñas variaciones según el tipo de pasto. De acuerdo a estos resultados podemos concluir que la proporción de tejidos en *L. multiflorum* y *P. clandestinum* fue casi similar en lo que se refiere a mesófilo, sin embargo el primero mostró mayor porcentaje de tejido epidermal.

DIFERENCIAS Y DEGRADABILIDAD DE LOS TEJIDOS DE LIMBOS DE PASTOS TEMPLADOS C₃ Y C₄.

INTRODUCCION.

Los rumiantes en pastoreo, tienen acceso a una amplia variedad de vegetales, los cuales no solo varían en géneros, especies y, sino también en las diferentes partes de la planta (32). El consumo es, teóricamente, *ad libitum*, pero puede estar restringido por la cantidad de forraje disponible por unidad de área o de tiempo, existiendo una amplia variación de cantidad y calidad del mismo. Estas variaciones dependen principalmente, de factores ambientales y sistemas de pastoreo, que afectan considerablemente el valor nutritivo del alimento, el cual, se define como la capacidad de los alimentos de proveer nutrimentos para los animales (35). Esto, aunado a la aceptabilidad y velocidad de paso a nivel ruminal determinan la calidad del alimento mismo (31).

De acuerdo a lo anterior, se considera que el potencial del animal permanece invariable, la producción del mismo se ve afectada, fundamentalmente, por la alimentación suplementaria y de la calidad del forraje; la cual además depende considerablemente de las características anatómicas, bioquímicas y fisiológicas, que determinan la ruta de fijación de CO₂ de las plantas C₃, C₄ y MAC (Metabolismo Acido Crasuláceas) durante la fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas y otros organismos fotosintetizadores capturan la energía solar para transformarla en energía química. En las plantas verdes se lleva a cabo en los cloroplastos en un

sistema membranoso tilacoidal . El fenómeno transcurre a través de dos tipos de reacciones lumínicas conocidas como fotosistema I (P700) y fotosistema II (P680). El Fotosistema I, es excitado por radiación de longitud de onda inferior a los 700 nm, genera poder reductor que conduce a la formación de NADPH. El fotosistema II es excitado por longitud de onda inferiores a los 680 nm, en el cual se transfieren los electrones del agua a una quinona dando lugar a la formación de O_2 . Este flujo de electrones entre los fotosistemas genera un gradiente de protones transmembranal que posibilita la síntesis de ATP (Adenosin Trifosfato). Este proceso es seguido por una fase oscura, en la cual el CO_2 es captado por moléculasceptoras que determinan propiamente la vía de fijación para la posterior síntesis de carbohidratos (12,33,37).

Plantas C_3 . Las plantas C_3 a aquellas cuyo primer producto de la fijación de CO_2 realizada por la enzima ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa (RuBPCasa), son dos moléculas de un ácido fosfoglicérico de tres átomos de carbono, el cual se convierte en sustrato de la enzima gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa para la formación de fructosa-6-fosfato, dicha reacción utiliza NADPH como coenzima y el ATP como suministrador de energía. Otra ruta que puede tomar el ácido fosfoglicérico es la formación de fosfato de ribosa a través de las enzimas transcetolasa y aldolasa, para que posteriormente por medio de una descarboxilación se pueda disponer nuevamente de ácido fosfoglicérico, de esta manera se cierra el

ciclo. (12,16,19,33,34,37). Esta vía de fijación de CO₂ es la más común y la realizan todos los vegetales (12,14,15,19).

Plantas C₄. - Al grupo de las plantas C₄ pertenecen aquellas cuyo primer producto de la carboxilación, realizada por la enzima fosfoenolpiruvato carboxilasa (PEPcase), y teniendo como aceptor inicial del CO₂ ambiental al ácido fosfoenolpirúvico, teniendo como productos finales de esta reacción al ácido oxaloacético, málico y/o aspártico, que son compuestos de cuatro átomos de carbono (12,16,19,34).

ALGUNAS DIFERENCIAS FISIOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES ENTRE LAS PLANTAS C₃ Y C₄.

Aceptor inicial de CO₂ ambiental: En las plantas C₃ la ribulosa 1,5 bifosfato tiene afinidad por el CO₂ ambiental, mientras que en las C₄ el aceptor inicial es el fosfoenolpiruvato (9,12,33,37).

Enzimas que participan en la fijación de CO₂: En las plantas C₃ la enzima que participa es la ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa que se encuentra en las células del mesófilo y las células de la vaina. En las plantas C₄, es la fosfoenolpiruvato carboxilasa, localizada en las células del mesófilo y la ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa en las células de la vaina (9,12,22,37).

Productos de la carboxilación: Como productos iniciales de la fotosíntesis en las plantas C₃ es el ácido fosfoglicérico; y en las plantas C₄ son los ácidos málico y aspártico (9,12,33,37).

Temperatura óptima para la fotosíntesis: El rango de temperatura óptima para las plantas C_3 es de 15 a 25°C y para las plantas C_4 es de 30 a 40°C (9,12,35).

Efecto de las altas temperaturas: En las plantas C_3 las altas temperaturas disminuyen el consumo de CO_2 y en las plantas C_4 lo estimulan (8,9,33).

Fotorrespiración: Este fenómeno consiste en una mayor liberación de CO_2 durante el día que en el lapso nocturno. Sin embargo, en las plantas C_3 , todas las células fotosintéticas fotorrespiran mientras que en las plantas C_4 sólo sucede en las células de la vaina, reabsorbiéndose de inmediato el CO_2 liberado (12,33,37).

Productividad: La producción de materia seca es mayor en las plantas C_4 que en las C_3 , debido al doble mecanismo de fijación de CO_2 , relacionado con un mayor rendimiento fotosintético; lo cual se traduce en una mayor productividad sin embargo, no todas las plantas C_4 tienen mayor productividad con respecto a las plantas C_3 (9,12,33,37).

Anatomía de Kranz: Las plantas C_4 presentan una estructura formada por células dispuestas en forma radial alrededor de los haces vasculares, la cual permite diferenciarlas anatómicamente de las plantas C_3 . Por ejemplo, si se observan al microscopio diferentes cortes histológicos en hojas de la subfamilia Festucoidea (C_3) y hojas de la subfamilia panicoidea (C_4), en la primera se aprecia una vaina que rodea al haz vascular con dos capas de células, las cuales provienen directamente del parénquima y son de diferente densidad y grosor que las células

que realmente constituyen la vaina de las plantas C_4 , las cuales se pueden observar rodeando al haz vascular (9,12,16,19,21,33,34,37).

Dimorfismo de cloroplastos: Es común encontrar que las plantas C_4 presentan dimorfismo estructural de los cloroplastos en las células del haz de Kranz y en las células del mesófilo, lo que no se observa en las plantas C_3 (9).

El oxígeno puede inhibir la fijación de CO_2 por la ribulosa difosfato carboxilasa, por lo tanto, esta enzima también actúa como oxigenasa. Al reaccionar esta enzima con el oxígeno, los productos son ácido fosfoglicérico y fosfoglicólico. Al competir el O_2 y CO_2 por la misma enzima se genera una baja eficiencia fotosintética en las plantas C_3 (37).

Plantas MAC: Existe otro tipo de fijación de CO_2 , llamado metabolismo ácido tipo crasuláceas (MAC), el cual se cree que es una adaptación de la fotosíntesis al estrés hídrico, es por esto que las plantas MAC son las más extendidas en climas áridos y secos. Esta ruta de fijación de CO_2 es similar a la ruta C_4 , debido a que hay una carboxilación inicial vía fosfoenolpiruvato carboxilasa, seguida de una descarboxilación de los ácidos de 4C, resultando en un aporte interno de CO_2 . Sin embargo, al contrario que en la ruta C_4 , el MAC ocurre solo dentro de las células del parénquima, dándose la carboxilación y la descarboxilación en momentos diferentes a lo largo del ciclo día y noche (12,18,37).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS PLANTAS C₃ Y C₄.

Los pastos se han clasificado en forrajes de zonas templadas y en forrajes de zonas tropicales de acuerdo a su localización geográfica, relacionando así, a las especies que presentan vía de fijación C₃, con zonas templadas y a las especies que tienen vía de fijación de C₄, con plantas de zonas tropicales. Sin embargo existen especies nativas de zonas templadas que poseen la ruta C₄ y no todas las especies de zonas tropicales poseen la ruta C₄ (6,36). En las regiones áridas en respuesta a las condiciones de sequía, se han encontrado una gran cantidad de especies C₄, aún siendo géneros que en otras regiones poseen la ruta C₃, un ejemplo es el género *Bouteloua* (16). Se ha considerado que la vía de fijación C₄ es una adaptación a condiciones de altas temperaturas, alta radiación solar y condiciones de sequía (36,39), existiendo una mayor prevalencia en los sitios que se encuentran entre los 45° a 60° de latitud sur (36). En latitudes inferiores a las anteriores, el período de crecimiento de las C₄, está considerablemente restringido a las épocas de altas temperaturas (40).

DIFERENTES TEJIDOS VEGETALES, Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS.

La amplia variación de tejidos vegetales que llegan a nivel del retículo-rumen, y la eficiencia de la utilización de los mismos depende de su contenido celular y composición química de la pared celular, la cual varía, de acuerdo a la función de la

célula dentro de la planta. Así, por ejemplo, las células de la epidermis, que tienen función de protección, usualmente están envueltas en cutina y algunas veces suberizadas; las células del floema con función de transporte de productos derivados de la fotosíntesis, contienen protoplastos activos y con alta concentración de nutrimentos; las células del xilema generalmente pierden su contenido celular cuando alcanzan la madurez; las células del parénquima contienen protoplastos activos y almacenan gran cantidad de productos; las células del colénquima contienen protoplastos activos con gran concentración de cloroplastos; las células del esclerénquima pierden sus protoplastos al madurar. De acuerdo a lo anterior, las células más importantes, nutricionalmente hablando, son aquellas que cuando llegan al rumen tienen protoplastos activos o almacenan diversos productos (7,10).

DEGRADACION DE TEJIDOS EN RUMEN.

La degradación de los diferentes tejidos que componen los pastos cuando son consumidos por los animales se lleva a cabo gracias a la acción de los microorganismos ruminales, siguiendo un patrón general, donde el mesófilo y el floema son los tejidos con mayor facilidad de degradación, seguidos por células de la epidermis y de la vaina de haz. Los tejidos menos digestibles son el esclerénquima y tejidos vasculares (2,7,21,23,24,25,42).

FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES

Existen varios factores que afectan directamente la digestibilidad de las plantas como son: edad de la planta, en función de la madurez de la misma (13,30), el nivel de inserción de las hojas con respecto al tallo, lo cual provoca un incremento de paredes celulares (15,43,44). En trabajos donde se cultivó Rye grass (C₃), Setaria y Rhodes (C₄), bajo condiciones de alta temperatura, en los tres se encontró un alto contenido de fibra cruda y baja digestibilidad. En cambio, cuando los tres pastos se cultivaron a temperaturas menores a los 20°C, alcanzaron una digestibilidad del 75%, similar a la de los forrajes de zonas templadas (C₃) (29). Por otro lado, cuando se compararon cultivos de *Lolium perenne* (C₃), contra *Panicum Maximum* var. *Trichoglume* y *Setaria phacelata* (C₄), a una temperatura de 15° C, se encontró una digestibilidad de 83 a 85 % para el *Lolium perenne*; y de 78 a 76% para *Panicum* y *setaria*. Por ésta razón, se considera que la temperatura solo tiene un efecto del 60% en la diferencia de digestibilidad entre pastos de zonas templadas y zonas tropicales y se puede concluir que el resto de la diferencia esta asociada a la anatomía foliar entre C₃ y C₄ (9,45). Estas diferencias en digestibilidad se atribuyen a los siguientes factores: las hojas de pastos C₄, presentan mayor contenido de paredes celulares que las hojas de pastos C₃ (2,42), las plantas C₃ carecen de células de la vaina del haz en el parénquima (25), al acomodo de las células del mesófilo en pastos C₄, que presentan reducidos espacios aéreos intercelulares, comparados

con los espacios aéreos de hojas de pastos C₃ (9,13) y a una mayor proporción de tejidos vasculares, esclerenquima y una menor proporción del tejido del mesófilo en hojas de pastos C₄ que en pastos C₃ (42). Estudios en los cuales se determinaron los diferentes tipos de tejidos en especies C₃ y C₄, se encontró una variación a nivel del mesófilo de 23 a 52 % para las C₄ y de 53 a 65% para las C₃ (6).

Debido a que los datos anteriormente citados fueron tomados de trabajos en los que se utilizaron pastos tropicales como representantes del grupo C₄ y pastos templados como representantes del grupo C₃; en el presente trabajo se optó por utilizar pastos con diferente ruta de fijación de CO₂; pero provenientes de la misma región y clima.

HIPOTESIS:

La degradabilidad de los tejidos del limbo de gramíneas, es diferente entre plantas C₃ y C₄, en función a la proporción de tejido vascular.

OBJETIVOS:

- 1.-Determinar la proporción histológica dentro del tejido foliar (limbos) de una planta C₃ (*Lolium multiflorum* var. Wester Wold Tetraploide Americano).
- 2.-Determinar la proporción histológica dentro del tejido foliar (limbos) de una planta C₄ (*Pennisetum clandestinum*).
- 3.-Determinar la proporción de tejidos degradados en el limbo de hojas de plantas C₃ y C₄, provenientes de la misma región y clima, sometidas a digestión *in vitro* durante 24 hrs. .

MATERIAL Y METODOS.

El trabajo se realizó en el laboratorio de Bromatología, del departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las muestras constituidas por el limbo de las hojas, se colectaron a los 35 días de rebrote después de un corte de uniformización, en el rancho "Los Capulines", ubicado en San Pedro Atocpan, Del. de Milpa alta, D.F. que cuenta con un clima Cw_1 , según E. García (20). Se utilizaron muestras en forma aleatoria. El estudio se realizó sobre los limbos de las hojas, analizandolas nutricionalmente, con principios inmediatos según las técnicas de AQP, con las cuales se determinaron Proteína Cruda (P.C.), Extracto Etéreo (E.E.), Fibra Cruda (F.C), Elementos Libres de Nitrógeno (E.L.N), Cenizas (Cen) y Total de Nutrientes Digestibles (T.N.D). (1).

Las muestras los forrajes Rye Grass y Kikuyo fueron sometidas a digestión *in vitro* en líquido ruminal durante 24 hrs. utilizando la primera fase de la prueba de Tilley y Terry. Se comprobó que durante dicho periodo se lleva a cabo el mayor porcentaje de degradabilidad de tejidos (41).

Para la caracterización histológica de las muestras, se aplicaron las técnicas utilizadas en el laboratorio de microscopía electrónica de la FMVZ y el laboratorio de fanerogamia del Instituto de Biología de la UNAM (11,26,27,38).

La determinación porcentual de los tejidos foliares se realizó mediante la observación de 18 secciones de los cortes

histológicos de las muestras de cada uno de los forrajes (*Lolium multiflorum* y *Pennisetum clandestinum*) antes de la digestión. La toma de fotografías se realizó en un microscópio de luz modelo Wild MPS52, utilizando un objetivo 10x. Para el cálculo de la proporción de tejidos se utilizó el método morfométrico (6), en el cual se multiplica el largo por el ancho determinando el área total de la hoja. El área de las epidermis (adaxial y abaxial) se calcula de igual forma. El esclerénquima de forma rectangular se obtuvo multiplicando el largo x ancho. El área del tejido vascular, de forma circular fué determinado mediante la fórmula $A = \pi r^2$ donde "r" es igual al radio del haz vascular, el cual incluye los vasos de xilema y floema. Los haces de la vaina quedan incluidos en mesófilo. El porcentaje de mesófilo se obtiene restando a 100 unidades los porcentajes de tejido vascular, esclerénquima y la epidermis (6). Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, la cual comprende Media y Desviación Estandar (28,47).

La degradabilidad de los tejidos fué evaluada mediante la observación de 16 cortes histológicos de cada uno de los forrajes (*Lolium multiflorum* y *Pennisetum clandestinum*), realizados sobre muestras de forrajes digeridos. Dependiendo de la digestión parcial, total ó nula de cada uno de los tejidos, se les fué asignado un valor el cual representa el grado de digestión. Se utilizó una escala del 0 al 3, donde, 0= no hay degradación en comparación con tejidos no digeridos; 1= se observa una degradabilidad parcial de ciertas regiones; 2= hay

una degradabilidad general y significativa pero no hay pérdida total; 3- desde el punto de vista del campo del microscópio se observa una degradabilidad total (8).

RESULTADOS

La composición proximal de los pastos Rye grass (*Lolium multiflorum* var. Westerwold Tetraploide Americano), y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), fué la siguiente: Proteína Cruda (P.C.) 18.3 y 15.2 %; Extracto Etéreo (E.E.) 4.1 y 4.3 %; Cenizas (Cen) 11.8 y 12.6 %; Fibra Cruda (F.C.) 20.8 y 39.3 %; Elementos Libres de Nitrógeno (E.L.N.) 44.9 y 28.6 %; y Total de Nutrientes Digestibles 67.9 y 63.4% respectivamente (cuadro 1).

Los porcentajes de tejidos foliares de ambos pastos se determinaron mediante la observación de secciones de cortes histológicos obtenidos de las muestras del forraje no digerido (fig. 1). Las proporciones promedio para el mesófilo, epidermis, tejido vascular y esclerénquima de *Lolium multiflorum* (C₃) fueron: 60.9, 34.0, 3.3 y 1.8 % respectivamente. La mayor variación estadística fué de 3 en mesófilo y la menor de 0.5 en esclerénquima (cuadro 2).

Las proporciones promedio para mesófilo, epidermis, tejido vascular y esclerénquima de *Pennisetum clandestinum* (C₄) Kikuyo fueron: 59.9, 24.6, 13.9, y 4.3 % respectivamente. La mayor variación estadística fué de 5.6 para mesófilo y la menor de 0.1 para tejido vascular (cuadro 2).

El grado de digestibilidad observado en las secciones de cortes histológicos realizados sobre las muestras incubadas en líquido ruminal del pasto *Lolium multiflorum* (fig.3), y del pasto *Pennisetum clandestinum* (fig.4), se presenta en el cuadro No. 3. Los valores obtenidos de las observaciones muestran que

el mesófilo de ambos pastos fué fácilmente digerido casi en su totalidad, alcanzando un grado de 2.8 y 2.5 respectivamente (cuadro 3). La epidermis fué el segundo tejido mas degradado alcanzando valores de 1.5 y 1.0 respectivamente. El tejido vascular y el esclerenquima mostraron escasos grados de digestibilidad en ambos forrajes (figs.3,4) (cuadro 3).

DISCUSION

COMPOSICION QUIMICA Los valores de la composición nutricional que presenta el forraje Rye grass (C₃), (Lolium multiflorum var. Westerwold Tetraploide Americano) y del forraje Kikuyo (C₄), (Pennisetum clandestinum), muestran que el primero posee mayor contenido de P.C. (18.3 Vs. 15.2 %); E.L.N. (44.9 Vs. 28.6%); y T.N.D (67.9 Vs. 63.4 %). tal como se presenta en el cuadro No.1. Por otro lado, el Lolium multiflorumRye obtuvo un menor contenido de F.C. (20.8 Vs. 39.3 %). En lo que se refiere a Cenizas y extracto Etéreo los dos pastos se muestran uniformes (cuadro No.1).

PROPORCION DE TEJIDOS Los valores obtenidos en el cálculo de la proporción de tejidos del forraje C₃ y del forraje C₄ fueron los siguientes: para mesófilo 60.9 y 59.9 % comparado con rangos citados de (63 a 76 %) y (47 a 63 %) respectivamente, dichos valores obtenidos no difieren con lo reportado en la literatura para cada grupo de forrajes. Sin embargo es notable que ambas proporciones se encuentran cercanas una a la otra. En tejido vascular, los valores fueron 3.3 y 12.9 % y comparados con los rangos encontrados de (3 a 9 %) y (6 a 9 %), podemos apreciar que los valores del forraje C₄ son superiores a los que se mencionan en más de diez puntos porcentuales.

La epidermis mostró valores de 34.0 y 24.6 % respectivamente. Al compararlos con los rangos citados de (20 a 23 %) y (27 a 39 %), se observa que en este caso la epidermis del forraje C₃ fue superior con respecto los valores que se mencionan para forrajes C₄. Estas diferencias con la literatura pueden

deberse tanto a adaptaciones de especies C₄ a condiciones templadas, como a particularidades de especie*.

En el esclerénquima se obtuvieron valores de 1.8 y 4.3 % comparados con los valores citados de (.5 a 6.21%) y (1.7 a 7.6%), respectivamente, podemos apreciar que en éste caso se cae dentro de lo citado (3,6,42,46).

DEGRADABILIDAD La degradabilidad observada en el mesófilo de *Lolium multiflorum* y *Pennisetum clandestinum* fué de 2.8 de y 2.4 comparado con (5 a 2.5) y de (1 a 2.5). reportados respectivamente, podemos decir que caen dentro de lo mencionado.

La epidermis muestra valores de 1.5 y 1.0 los cuales estan dentro de los valores reportados (2 y 1.5) en la literatura para forrajes de su grupo (C₃ ó C₄) respectivamente. En el floema se observaron valores de 1.0 y 0.8, respectivamente. En xilema se muestran valores de 0 los cuales se pueden comparar con los valores citados respectivamente. Y por último el esclerénquima mostro valores de 0.5 y 0.3 respectivamente.

* Dr. Alfredo Grau; AgResearch, New Zealand. Comunicación personal vía correo electrónico.

CONCLUSIONES

A 35 días de rebrote el *L. multiflorum* tiene mejor calidad nutricional que *P. clandestinum*, debido a que posee un mayor porcentaje de P.C. y E.L.N. así como un menor contenido de F.C. y por ende un mayor contenido de T.N.D.

La proporción de tejidos foliares de *L. multiflorum* var. Wester Wold Tetraploide Americano. cae dentro del rango de valores encontrados en la literatura para forrajes C3 de clima templado, con excepción del correspondiente a epidermis el cual presentó mayor % (mas de 10 puntos porcentuales), lo cual puede deberse a particularidades de especie.

La proporción de tejidos foliares de *P. clandestinum* se encuentra dentro del rango de valores indicados en la literatura para forrajes de clima tropical.

El pasto Kikuyo C4, presenta mayor proporción de tejidos de difícil digestión como son haces vasculares y esclerénquima.

No existe gran diferencia en cuanto a proporción de mesófilo entre Kikuyo C4, y Rye grass C3 provenientes de la misma región y clima; sin embargo este ultimo presenta un mayor % de tejido epidermal que el primero, además de un mayor grado de digestibilidad de dicho tejido.

Es pertinente realizar mas trabajos en los cuales se utilicen forrajes representantes de cada grupo (C₃ ó C₄) pero que además se lleven a cabo en diferentes estados de madurez e inclusive en las diferentes partes de la planta.

LITERATURA

- 1.-A.O.A.C.: Official methods of the association of analytic Chemist. 12th Ed. Assoc. of Offic. Analys. Chemist. Washington, D.C. 1975.
- 2.-Akin, D.E. Evaluation by electron microscopy and anaerobic culture of types of rumen bacteria associated with digestion of forage cell walls. Appl. Environ. Microbiol. 39:242-252 (1980).
- 3.-Akin D.E.: Histological and physical factors affecting digestibility of forages. Published in Agron. J. 81:17-25 (1989).
- 4.-Akin, D.E., Wilson, J.R. and Windham, W.R.: Site and rate of tissue digestion in leaves of C₃, C₄, and C₃/C₄ intermediate panicum species. Crop. Sci. 23:147-155 (1983)
- 5.-Akin, D.E.: Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms-a review. J. Anim. Sci. 48:701-710 (1979).
- 6.-Akin, D.E. and Burdic, D.: Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. Crop. Sci. 15:661-668 (1975).
- 7.-Akin D.E. and Rigsby, L.L.: Degradation of Bermuda and Orchard grass by species of ruminal bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 50:825-830 (1985).

- 8.-Akin, D.E.; Fales, S.L.; Rigsby, L.L.; and Snook, M.E.: Effects on leaf anatomy, phenolic acids, and tissue digestibility in tall fescue. Published in Agron. J. 79: 271-275 (1987).
- 9.-Alanis, R.J.: Diferencias fenológicas y nutricionales entre plantas C₃ y C₄ en: Manejo de Pastizales en Trópico Húmedo. Memorias. FMVZ-FESC. UNAM. Mex. 1990.
- 10.-Bacon, J.S.D.: Structure and chemistry. In: Feed science (Ed. Orskov) Elsevier. Scientific. publishing. Co. Amsterdam. The Netherlands pp 23-50 1988.
- 11.-Berlyn G.P. and Miksche, J.P.: Botanical microtechnique and cytochemistry. Iowa State Univ. Press. 1976.
- 12.-Bidwell, R.G.S.: Fisiología Vegetal. Primera edición AGT Mex. D.F. 1979.
- 13.- Butterworth, M.H. The digestibility of tropical grasses. Ntr. Abs. & Rev. Series B37:349-368 (1967).
- 14.- Chartier, Ph., J.F. Morot-Gaudry, O; Bethonod and D.A. Thomas. The net assimilation of C₃ and C₄ Plants influenced by light and carbon dioxide, and an analysis of the role, of the gene opaque 2 in young maize. In: Environmental effects on crop physiology. (Eds. Landsberg, J.L. and C.V. Cutting). Academic Press London, U.K. pp. 125-136 (1977).
- 15.- Deinun, B.: Effect of age, leaf number and temperature on cell wall and digestibility of maize. In: Carbohydrate research in plants and animals. Miscellaneous paper No. 12 Agricultural. University. Wageningen. pp 29-41 (1977).

- 16.-Edwards, G.; and Walker, D.: C₃, C₄: Mechanisms, and cellular and environmental regulation, of photosynthesis. Blacwell Scientific Publication. London, U.K. 1983.
- 17.-Essau, k.: Anaomy of sedd plants. 2nd. Ed. Wiley N.Y. USA 1977.
- 18.-Flores, R.G.: El papel del L-malato en el metabolismo vegetal. B.E.B. 10:30-37. FM-UNAM Mexico 1991.
- 19.-Galston, A.W.; Davies, P.J. and Satter, R.L.: The life of the green plant. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 1980.
- 20.-García, E.: Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4a Edición, UNAM México 1988.
- 21.-Hacker, J.B. and Minson, D.J.: The digestibility of plant parts. Herb. abstr. 51:459-482 (1981).
- 22.-Hatch, M.D.; Kagawat, T.; and Craig.: Subdivision of C₄ pathway species based on deffering C₄ acid decarboxilating systems and ultrastructural features. Aust. J. Plant Physiol. 2:111-128(1975).
- 23.-Harbers, L.H.; Brazle, F.K.; Raiten, D.J. and Owensby, C.E.: Microbial degradation of smooth brome and tall fescue observed by scanning electron microscopy. J. Anim. Sci. 51:439-446 (1981).
- 24.-Harbers, L.H. and Thouvenelle, M.L.: Digestion of corn and sorghum silage observed by scanning electron microscopy. J. Anim. Sci. 50:514-526 (1980).

- 25.-Hastert, A.A.; Owensby, G.E. and Harbers, L.H.: Rumen microbial degradation of indian grass and big bluestem leaf blades. J. Anim. Sci. 57:1626-1636 (1983).
- 26.-Jensen, W.A.: Botanical histochemistry. Wiley Sons. San Fco. 1962.
- 27.-Johansen, D.: Plant microtechnique. McGraw-Hill N.York 1940.
- 28.-Mendez R.I; Namihira G.D; Moreno A. L. y Sosa de M.C.: El Protocolo de Investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. 2a Edición. Trillas, 1990.
- 29.-Minson, D.J.: Nutritional differences between tropical and temperature pastures. In: Grazing Animals. (Ed. F.H.W. Morley) Elsevier Scientific Published Co. Amsterdam, The Netherlands .pp. 143-157 (1981).
- 30.-Minson, D.J.: The nutritive value of tropical pastures J. Aust. Inst. Agric. Sci. 37:255-263 (1971).
- 31.-Moore, J.E.: La Calidad del Forraje y el Comportamiento Animal. La interrelación Planta:Animal. Memorias del seminario: Producción y Utilización de Forrajes Tropicales. Colegio de Posgraduados. pp 1-16 Chapingo, Mex. (1981).
- 32.-Norton, B.W.: Differences between species in forage quality. In: Nutritional limits to animal production from pastures. pp 8 9-110 (1981).
- 33.-Northington, D.K; and Goodin J.R.: The botanical world. Times Mirror Mosby College Publishing. Toronto 1984.

- 34.-Raven, P.H.; Evert, R.F. and Eichhorn, S.E.: Biology of Plants. Fourth Ed. Worth Publishers, Inc. N.Y., USA 1986.
- 35.-Raymond, W.F.: El Valor Nutritivo de la Hierba. En: Avances en Nutrición Animal. Abrams, J.T. (Editor) 99-144 Acribia Zaragoza, España 1968.
- 36.-Reedman, R.E. and E.G. Reekie.: Carbon balance in grass. In: Grass and grasslands systematics and ecology. (Eds. Estes, J.R., R.J. Tyrl and J.N. Bunken) University of Oklahoma Press USA. pp.191-223 (1982).
- 37.-Rojas, G.M.; Rovalo, M.: Fisiología vegetal aplicada. Tercera edición. McGRAW-HILL. Mex. 1985.
- 38.-Sass, J.E.: Botanical microtechnique. 2nd Ed. Iowa State College Press. (1958).
- 39.-Stebbins, G.L. The evolution of grass family . In: The biology and utilization of grasses. (Eds. V.B. Younger and C. M. Mc. Kells). Academic Press N.Y. USA. pp.1-17 (1972).
- 40.-Teeri, J.A.: The climatology of the C₄ photosynthetic pathway. In: Topics in plant population biology. (Eds. O.T. Solbrig, S. Jain, G.B. Johnson and F.H. Raven) Columbia University Press, N.Y. USA. pp.356-374 (1979).
- 41.-Tilley, M.A. and Terry, R.A.: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J.Br.Grass Soc. 18:104-108 (1963).

- 42.-Wilson, J.R. and Hacker, J.B.: Comparative digestibility and anatomy of some sympatric C₃ and C₄ arid zone grasses. Aust. J. Agric. Res. 38:287-295 (1987).
- 43.-Wilson, J.R.: The influence of aerial environment, nitrogen supplied, and ontogenical changes on the chemical composition and digestibility of *Panicum Maximum* JACO: var.*Trichoglume* EYLES. Aust. J. Agric. Res. 24:543-556.(1973).
- 44.-Wilson, J.R. and D.J. Minson.: Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grass. Trop. Grass. 14:253-259. (1980).
- 45.-Wilson, J.R. and C.W. Ford.: Temperature influence on the growth, digestibility, and carbohydrate composition of two tropical grasses, *Panicum maximum* VAR. *trichoglume* and *Setaria Sphacelata* and two cultivares of the temperature grass *Lolium perenne*. Aust. J. Agric. Res. 22:563-571. (1971).
- 46.- Wilson, J.R.; Brown, R.H. and Windham, W.R.: Influence of anatomy on the dry matter digestibility of C₃, C₄, and C₃/C₄ intermediate types of panicum species. Crop Sci. 23:141-146 (1983).
- 47.- Wayne W.D: Bioestadística, Tercera edición. Limusa. Mex. 1987. .

CUADRO 1. COMPOSICION NUTRICIONAL.

	P.C.	E.E.	Cen.	F.C.	E.L.N.	T.N.D
	%	%	%	%	%	%
<i>L.multiflorum</i>	18.3	4.1	11.8	20.8	44.9	67.9
<i>P.clandestinum</i>	15.2	4.3	12.6	39.3	28.6	63.4

CUADRO 2: PORCENTAJES DE TIPOS DE TEJIDOS

PASTO	MESOFILOS	EPIDERMIS	TEJ. VASC.	ESCLER.
<i>L. multiflorum</i>	60.9(±3)	34.0(±2.7)	3.3(±0.7)	1.8(±0.5)
<i>P. clandestinum</i>	57.9(±5.6)	24.6(±5.4)	13.9(±0.1)	4.3(±0.4)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 3: DIGESTIBILIDAD DE TEJIDOS FOLIARES

PASTO	MESOFILO	EPIDERMIS	TEJ. VASC.	ESCLEREN.
<i>L. Multiflorum</i>	2.8	1.5	1.2	0.5
<i>E. clandestinum</i>	2.5	1.0	0.8	0.3



Fig. 1. *Lolium multiflorum* var. Wster Wold Tetraploide Americano). secciones de cortes histológicos en muestras de forraje no digerido donde (es) esclerenquima; (ep) epidermis; (m) mesófilo; (cv) celulas de la vaina; (xl) xilema y (fl) floema. Tomadas en microscopio de luz 10x; pero con preparación para microscopio electrónico.

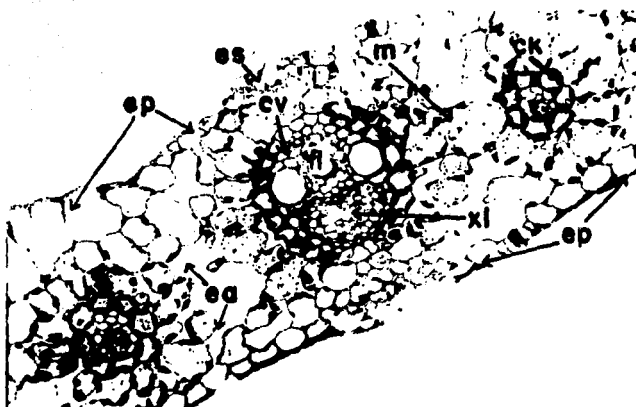


Fig. 2. *Pennisetum clandestinum*. Secciones de cortes histológicos en muestras de forrajes no digeridos donde (es) esclerenquima; (ep) epidermis; (m) mesófilo; (cv) células de la vaina; (ck) células de Kranz; (xl) xilema; y (fl) floema. Tomadas en microscopio de luz 25x; pero con preparación para microscopio electrónico.

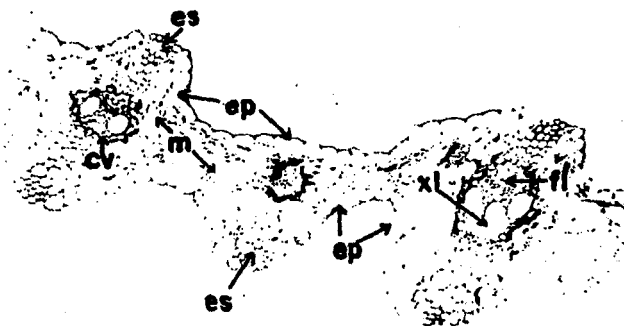


Fig. 3. *Lolium multiflorum* var. Wester Wold Tetraploide Americano. Secciones de cortes histológicos en muestras de forrajes digeridos donde (es) esclerenquima presenta poca degradación; (ep) epidermis presenta degradabilidad parcial; (m) mesófilo presenta una degradabilidad casi total; (xl. y fl.) xilema y flocema presentan escasa degradabilidad. Tomadas en microscopio de luz 25x, pero preparadas para microscopio electrónico.



Fig. 4. *Pennisetum clandestinum* Secciones de cortes histológicos en muestras de forrajes digeridos donde (es) esclerenquima escasamente digerido; (ep) epidermis parcialmente digerida; (m) mesófilo casi totalmente digerido; (cv, xl, y fl) parcialmente digeridos. Tomadas en microscopio de luz 25x, pero preparadas para microscopio electrónico.