

81
24



Universidad Nacional
Autónoma de México



Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLÁN

COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO
DE AVENA Y AVENA-VEZA EN TRES ESTADOS
DE MADUREZ DEL CULTIVO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
Que para obtener el Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
p r e s e n t a
FERNANDO NUÑEZ TORRES

Asesor: M.C. ING. JORGE BERMUDEZ ESTEVEZ

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

C O N T E N I D O

RESUMEN.....	1
APENDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	4
1. INTRODUCCION.....	5
2. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1. Valor Nutritivo de los Forrajes.....	7
2.2. Cambios en la composición química del foraje al avanzar su estado de madurez.....	8
2.3. Efectos de la inclusión de leguminosas a cultivos anuales o perennes de gramíneas.....	17
3. OBJETIVOS.....	19
4. MATERIALES Y METODOS.....	20
4.1. Localización del trabajo Experimental.....	20
4.2. Metodología utilizada.....	20
4.3. Análisis estadístico.....	21
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
5.1. Composición química de los forrajes.....	22
5.2. Digestibilidad de los forrajes.....	32
6. CONCLUSIONES.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	37

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado con el fin de evaluar la composición química y digestibilidad in vitro de avena (Avena sativa) y avena-veza (Avena sativa-Vicia sativa) en tres estados de madurez del cultivo (116, 143 y 166 días después de la siembra).- Cuatro parcelas de 2,500 m² fueron muestreadas en los períodos señalados tomando 8 muestras aleatorias de cada parcela, que fueron molidas en forma gruesa y mezcladas para obtener una muestra representativa por cada parcela. Estas submuestras fueron sometidas a análisis de laboratorio para conocer el contenido de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), cenizas (C) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS). La información obtenida fue sometida a análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos (2 cultivos x 3 períodos de muestreo) con dos repeticiones por tratamiento y las diferencias entre medias se analizaron por prueba de Tukey. Para conocer el comportamiento de cada uno de los componentes evaluados se ajustaron mediante análisis de regresión en relación a tiempo transcurrido desde la siembra. Los resultados indicaron la existencia de correlaciones positivas ($r=0.62$) y altamente significativas ($P<0.001$) entre el contenido de FC y los períodos de muestreo, mientras que las correlaciones fueron negativas ($r=-0.79$) y altamente significativas ($P<0.001$) entre contenido de PC y períodos de muestreo. - Se encontraron correlaciones negativas ($r=-0.36$) y significativas

($P < 0.05$) entre contenido de PC y FC. Los otros constituyentes proximales estudiados no presentaron correlaciones significativas -- ($P > 0.05$) con los periodos de muestreo, ni con los otros constituyentes estudiados en este trabajo. El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) - entre cultivos y entre periodos de muestreo estudiados, no existiendo interacciones significativas ($P > 0.05$) de cultivo*periodo de muestreo. Las comparaciones de medias para cultivos indicaron - que la media general para todos los muestreos de la mezcla de avena-veza (15.05%) fue significativamente ($P < 0.001$) mayor que la de avena sola (12.86%), mientras que para los tres periodos de muestreo indicó que en ambos cultivos los mayores contenidos protei--cos se presentaron a los 116 días (PC-17.2%) que fue significati--vamente ($P < 0.05$) diferente de los siguientes periodos. El contenido medio de PC para el segundo muestreo fue de 13.4% difiriendo - ($P < 0.10$) de la encontrada en el tercer periodo de colección de --muestras (11.3%). La PC presentó un descenso de 0.139% por cada -día del periodo experimental, siendo de 0.174% para avena-veza y 0.102% en avena. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el contenido de FC entre los dos cultivos, existiendo diferencias alta--mente significativas ($P < 0.002$) entre periodos de muestreo y una -interacción significativa ($P < 0.05$) de cultivo*periodo de muestreo. Los contenidos promedio de FC para todo el periodo de trabajo fueron de 19.2 y 19.5% para avena sola y avena-veza respectivamente. Las comparaciones de medias para los tres periodos de muestreo indicaron que a los 166 días el contenido de FC fue significativa--mente ($P < 0.05$) mayor a los dos primeros muestreos, y estos no di-

firieron significativamente entre sí. Los promedios para los mismos fueron de 18.2, 18.8 y 20.8 % para los periodos 1, 2 y 3 respectivamente. El análisis de la interacción indicó que los cambios ocurridos en el cultivo de avena-veza no fueron significativos --- ($P>0.05$), con promedios de 17.8 ± 0.9 , 19.5 ± 0.7 y 19.8 ± 1.7 % para -- los periodos 1, 2 y 3 respectivamente. En cambio en el cultivo de avena sola se presentó un aumento significativo ($P<0.05$) en el contenido de FC en el último muestreo, cuyo promedio fue de $21.8\pm 1.7\%$. El primer y segundo muestreo presentaron promedios de 18.6 ± 1.4 y 18.1 ± 0.2 %, respectivamente, no difiriendo significativamente ---- ($P>0.05$) entre sí. Los otros componentes estudiados no presentaron diferencias sustanciales ($P>0.05$) entre cultivos y periodos de --- muestreo. Las digestibilidades promedio para el cultivo de avena-- fueron de 68.6, 65.7 y 58.1 %, mientras que para la avena-veza fue ron de 71.2, 70.7 y 64.4 % para los muestreos a los 116, 143 y 166 días, respectivamente. El descenso en la digestibilidad en la mezcla de avena-veza fue de 0.132 % /día, mientras que en la avena sola fue de 0.2 % /día. Los resultados permiten concluir que las mezclas de avena y veza presentan una mejor composición química y digestibilidad in vitro que la avena sola y su uso puede redundar en mayores beneficios en producción animal.

APENDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADRO 1.	Cambios en la composición química de avena (<u>Avena sativa</u>) al modificarse su estado de madurez (Base húmeda).....	23
CUADRO 2.	Cambios en la composición química de la mezcla de avena-veza (<u>Avena sativa-Vicia sativa</u>) al modificar su estado de madurez (Base húmeda).....	24
FIGURA 1.	Ajuste líneal de los cambios en el contenido de proteína cruda.	27
FIGURA 2.	Ajuste líneal de los cambios en el contenido de fibra cruda...	29
FIGURA 3.	Cambios en la digestibilidad <u>in vitro</u> durante el ciclo del cultivo.....	34

1. INTRODUCCION.

La producción de rumiantes en el país se desarrolla básicamente bajo condiciones de pastoreo sobre la vegetación nativa, con una escasa o nula suplementación en los periodos críticos del agostadero. Bajo situaciones de pastoreo, la alimentación presenta cambios notorios durante el año debido a las modificaciones en la producción y calidad del forraje disponible (McDonald, 1968). Estas variaciones conducen a diferencias notables en la producción animal en las épocas de temporal y sequía, que deben ser consideradas en la estrategia de manejo alimenticio anual del hato. Cualquier planteamiento para la mejora de la producción de rumiantes que se desarrollan bajo las condiciones señaladas anteriormente, deben considerar en forma prioritaria la solución de la problemática alimenticia (Nahed et al., 1982).

La producción de forraje con el objetivo central de su conservación para cubrir las etapas críticas de disponibilidad y calidad de forraje del agostadero, constituye una práctica de manejo viable para mejorar la alimentación en estas épocas cuando se tiende a lograr un cierto grado de tecnificación en una explotación comercial. Entre los recursos disponibles en la zona central del país para realizar estas prácticas de manejo, la avena (Avena sativa) tiene alta difusión entre los productores

criadores de ruminantes. El cultivo de veza (Vicia sativa) presenta un menor grado de adopción entre los productores, pero no puede descartarse como recurso por su contribución proteica y mineral, así como sus efectos sobre el consumo, digestibilidad y eficiencia de utilización de los nutrientes, cuando se utilizan en mezclas con gramíneas (Muslera y Ratera, 1984). En un trabajo previo realizado con corderos Corriedale en crecimiento, se encontró que las mezclas de avena-veza mejoraron el consumo de materia seca y las ganancias de peso, en relación a la avena sola cuando ambos forrajes se proporcionaron ad libitum. En el presente trabajo se pretende realizar una evaluación de la composición química y digestibilidad in vitro de estos forrajes en distintos momentos de su ciclo de cultivo, cuando la gramínea es sembrada sola o en combinación con la leguminosa.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES.

El valor nutritivo de un forraje puede considerarse como la capacidad del mismo para generar un producto animal. Raymond (1969) considera que el valor nutritivo está integrado por el producto de tres variables importantes del proceso de producción animal que son: (1) consumo de forraje, (2) digestibilidad del forraje consumido y (3) eficiencia de utilización del alimento digerido. Este concepto es ampliamente discutido por Ulvatt (1973, 1981), quien considera que el valor nutritivo no debe incluir la variable consumo, puesto que este concepto debe representar el valor del forraje por unidad de consumo. Sin embargo, este autor desarrolla en forma paralela el concepto de valor alimenticio del forraje que resulta del producto de su valor nutritivo multiplicado por el consumo efectivo realizado por el animal. A efectos del desarrollo de esta revisión se considera al valor nutritivo del forraje de acuerdo al planteo desarrollado por Raymond (1969). Este autor considera que el valor nutritivo de un forraje surge del producto de tres variables que son consumo, digestibilidad del alimento consumido y eficiencia de utilización del alimento digerido. En el trabajo previo dentro del presente proyecto de investigación, Quintana y Miranda (1987), encontraron que las mezclas de avena-veza presentaron mejor valor nutritivo que la avena sola cuando fue suministrada.

trada a ovinos Corriedale en crecimiento. Estas conclusiones provienen de que las mezclas de la gramínea y la leguminosa aumentaron notoriamente el consumo por animal y la digestibilidad in vivo del forraje consumido. Asimismo, de acuerdo a reportes de la literatura es probable que las mezclas mejoren la eficiencia de utilización del forraje digerido y con ello contribuye a explicar el aumento en la producción de carne, respecto a animales con avena sola. (Ulyatt, 1981)

2.2. CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE AL AVANZAR SU ESTADO DE MADUREZ.

Los forrajes de buena calidad proveen al animal: proteínas, minerales, vitaminas y energía, en relación directa con sus requerimientos. La composición química es frecuentemente usada como un índice de calidad del forraje, pudiendo expresarse en diferentes formas, desde el análisis proximal hasta una definición precisa de los componentes químicos específicos. Otra de las formas, es la descripción de la composición de la planta en términos de componentes celulares y de pared, que proveen una forma de separación de materiales de alta (contenido celular) y baja (pared celular) disponibilidad (Van Soest, 1982).

El contenido de componentes nitrogenados en una planta pueden variar notablemente en relación a la especie estudiada o

al estado fenológico en el cual se realizó el corte. Dentro de las diferencias entre especies debemos distinguir las forrajeras de clima templado(C3) y tropical(C4) por los rangos que presentan en el contenido nitrogenado, particularmente cuando se comparan gramíneas. En cambio, las leguminosas de clima templado y tropical presentan un rango similar en su contenido nitrogenado, siendo raramente inferior a 9% de proteína cruda. Sin embargo, entre las gramíneas tropicales podemos encontrar alrededor de un 53% de muestras evaluadas, con contenidos de proteína cruda menores a 9%, mientras que entre aquellas de clima templado solo un 32% pueden encontrarse por debajo de este nivel (Norton, 1982). La importancia de las diferencias señaladas dependerán de los rangos de contenido nitrogenado que consideremos, y de los requerimientos de los animales que se pretendan alimentar. Cuando se utilizan mezclas de leguminosas y gramíneas en condiciones de forrajes de clima templado, en raras ocasiones los niveles de nitrógeno aportado por el forraje constituye una limitante (Norton, 1982).

La fracción nitrogenada de los forrajes contiene proteínas solubles e insolubles, aminoácidos, amidas, ureidos, nitratos y amoníaco. Los componentes no proteicos pueden representar hasta un 25% del nitrógeno total, y esto depende estrictamente del estado de madurez de la planta y de los niveles de fertilización aplicados al suelo (Heqarty y Paterson, 1973). En general, las

proteínas de la planta son de alta calidad, presentando altos contenidos de lisina, mientras que la metionina e isoleucina pueden ser limitantes para el crecimiento animal (Brady, 1976). Es posible discutir la importancia de la calidad de la proteína en la alimentación de rumiantes dado que la acción de los microorganismos del rumen sobre estos componentes reduce su significancia. Sin embargo, las proteínas de gramíneas y leguminosas parecen presentar diferencias en su degradación ruminal al disponer de diferentes grados de protección o de sobrepaso. En la medida que exista una mayor protección a la degradación, se obtendrá una mayor respuesta en producción animal (Norton, 1982).

En estado vegetativo, los niveles de proteínas en las gramíneas son normalmente elevados, y solamente cuando la planta se aproxima a la madurez estos contenidos comienzan a disminuir. Con el avance de la madurez el descenso en el contenido de proteínas es menor en las hojas que en los tallos, y los porcentajes encontrados a la madurez es función de las diferencias entre especies en el contenido inicial de los tejidos vegetativos, la tasa y extensión del descenso y las proporciones finales de hojas y tallos en la planta madura (Aii y Stobbs, 1980). El contenido proteico de las leguminosas presenta un descenso más lento que las gramíneas con la maduración. El alto contenido de proteínas y su mantenimiento con la madurez en estas

especies puede ser asociado con el aporte continuo de nitrógeno por la fijación de rhizobium, y probablemente las diferencias que se encuentran entre las leguminosas pueden deberse a cambios en la efectividad de fijación de estos microorganismos (Norton, 1982). En relación a los constituyentes químicos del forraje, Allison (1985) indica la existencia de correlaciones positivas entre el contenido de proteína cruda en el forraje, el consumo y la producción animal. Thorton y Minson (1973) presentan resultados indicando que los forrajes de bajo contenido de proteína conducen a una reducción en el consumo y a un aumento en el llenado del tracto digestivo. Sin embargo, la respuesta en el consumo en los diferentes niveles de proteína del forraje pueden dividirse de acuerdo a los rangos que comprenden: a) contenidos de proteínas menores a 7-8 %, las respuestas en el consumo presentan una estrecha correlación, b) cuando los contenidos son mayores a 7-8 % no existe una respuesta consistente (Allison, 1985). Por otra parte, los minerales contenidos pueden presentar correlaciones positivas con el consumo. Normalmente existen correlaciones positivas entre el consumo del animal en pastoreo y el contenido de fósforo (Meijs, 1982), sodio y magnesio (Ammerman y Goodrich, 1983) en la pastura.

Entre los carbohidratos no estructurales de la planta la glucosa, fructosa, sucrosa y polisacáridos de reserva como almidón y fructosanos son los principales carbohidratos solubles

encontrados en la célula de la planta. Este tipo de carbohidratos se acumulan en los tejidos cuando la fotosíntesis excede las cantidades utilizadas para crecimiento y respiración (Brown y Blaser, 1968). Al avanzar la madurez de la planta, el contenido de carbohidratos solubles de las gramíneas se incrementa al aumentar el contenido de tallos. Existen diferencias entre especies para alcanzar el pico de contenido de carbohidratos durante el periodo de crecimiento, así como de los niveles logrados en sus tejidos (Smith, 1972). En cambio, en las leguminosas las variaciones en el contenido de carbohidratos no son consistentes durante el crecimiento. Los carbohidratos no estructurales de la planta se encuentran localizados en el contenido celular y su disponibilidad para el animal es prácticamente total (Van Soest, 1982).

Los carbohidratos estructurales que constituyen la pared celular son los mayores determinantes de la calidad del forraje. La pared celular constituye entre el 30 y 80% de la materia seca de la planta y su capacidad de proveer energía varía en forma sustancial con su composición. Los carbohidratos estructurales están representados por celulosa, hemicelulosa, y sustancias pécticas. Junto con estos carbohidratos en la pared celular encontraremos taninos, proteínas insolubles, minerales, compuestos fenólicos y lignina. (Van Soest, 1982)

El contenido de pared celular en gramíneas y leguminosas se incrementa continuamente durante el crecimiento y la madurez, aunque las gramíneas presentan mayores contenidos de pared que las leguminosas. Por otra parte el contenido de pared es menor en hojas que en tallos, por lo que al madurar la planta los cambios que ocurren en la relación hoja /tallo conducen a un incremento en el contenido total de pared celular de la planta (Norton, 1982). El contenido de pared celular de la planta se relaciona en forma negativa con la digestibilidad y consumo de forraje por el animal (Osburn et al., 1974). Las diferencias en el consumo de diversas especies de forrajes a niveles comparables de digestibilidad son principalmente atribuibles a las distintas proporciones de pared celular en las mismas (Baker, 1975), mientras que dentro de variedades, de la misma especie con digestibilidades similares, se atribuyen al contenido de lignina en la pared celular (Walters, 1973).

La celulosa y la hemicelulosa son los principales polisacáridos de la pared celular y su relación en gramíneas templadas es de 1:0.7 a 1:0.9, lo cual es superior a lo encontrado en las gramíneas tropicales (1:1 a 1:1.2). Aparentemente estas diferencias en la relación celulosa/hemicelulosa no tienen efectos sobre la digestibilidad del forraje (Ulyatt y Egan, 1979). Las leguminosas de clima templado

contienen menos celulosa y hemicelulosa, que las gramíneas de los mismos ambientes y por otra parte presentan mayores relaciones entre celulosa y hemicelulosa (1:0.3 a 1:0.6). Si bien estas relaciones parecen no tener efectos sobre la digestión en el rumen, existen también diferencias en los azúcares que componen la hemicelulosa, entre las gramíneas y las leguminosas de clima templado, lo cual si puede incidir en la mejor digestión de estas últimas (Ben Ghedalia, y Rubenstein, 1984).

La lignina es un polímero fenólico que se asocia a los componentes de la pared celular. El contenido de lignina aumenta al avanzar la madurez de la planta (Van Soest, 1982) y es el mayor determinante de la extensión de la digestión de la pared celular, El contenido de lignina en los tallos es mayor que en las hojas y estas diferencias son superiores en las leguminosas que en las gramíneas. A pesar del alto contenido de lignina en las leguminosas, no existe una relación entre estas especies para digestibilidad (McLeod y Minson, 1976). Otro de los compuestos que afectan de manera importante la digestión de la pared celular es el sílice, que en los forrajes templados presenta un rango de contenido de 0.5 a 6.4 %; y se relacionan inversamente con la digestibilidad del forraje (Minson, 1971).

La digestibilidad de la materia seca por los rumiantes, es

la suma de las digestibilidades de los tejidos que la componen y es afectado por la morfología ,anatomía y composición química del forraje . A medida que la planta madura , los cambios en la composición química detallados anteriormente conducen a una importante reducción en la digestibilidad de la materia seca (Norton ,1982). En diferentes trabajos de alimentación realizados con ovinos (Minson et al .,1964;Troelsen y Campbell,1969), han considerado que para una oveja de 50 Kg, el consumo voluntario se incrementa entre 20 y 25 gMS por cada incremento en una unidad en la digestibilidad. En esta relación, es importante especificar cuales pueden ser las limitantes asociadas al descenso en el consumo. En el nivel más bajo del rango de digestibilidades, cuando se utilizan forrajes con alto grado de madurez o senescentes, las limitantes principales del consumo se asocian a niveles deficientes en nitrógeno y minerales que afectan, la actividad microbiana del reticulo-rumen. En el otro extremo, con forrajes de alta digestibilidad, Conrad et al.(1964) y Baumgardt (1970) sostienen que el consumo es menos limitado por factores físicos , y más por los requerimientos energéticos del animal. Estos autores sugieren que con digestibilidades mayores al 67%, el consumo voluntario de forraje tiende a disminuir con los incrementos en la digestibilidad, manteniendo consumos similares de energía. En cambio, Minson et al. (1964),Blaxter et al. (1966), Hogan et al.(1969), Troelsen y

Campbell (1969) y Thornton y Minson (1973), coinciden en señalar la existencia de aumentos lineales en el consumo hasta niveles de digestibilidad del 82%, los cuales son cercanos al límite superior de digestibilidad esperable en forrajes templados. A efectos del planteo de las relaciones definiremos el concepto de digestibilidad potencial que en términos generales puede considerarse como la máxima digestibilidad lograble cuando las condiciones y duración de la fermentación no son limitantes (Minson, 1976). En algunos casos, la digestibilidad potencial puede ser determinada in vivo cuando los compuestos son completamente digestibles o indigestibles y es improbable que una prolongación de la digestión conduzca a cambios en la digestibilidad potencial de estas fracciones (Minson, 1976). Otras fracciones como proteína cruda no pueden ser determinadas por medio de digestibilidad in vivo puesto que las heces contienen productos metabólicos de composición similar a las fracciones del alimento que se determinan. Este inconveniente para la determinación de la digestibilidad potencial puede ser superado por medio de regresión lineal relacionando la digestibilidad in vivo aparente de la proteína del alimento (Y) a la proteína contenida en el alimento (x). La digestibilidad verdadera de la proteína cruda corresponderá al coeficiente de regresión de la ecuación: $Y = a + bx$; donde a es la cantidad de proteína fecal de origen no alimenticio.

Van Soest (1982) plantea la existencia de diferentes fracciones asociadas a pared celular y contenido celular del vegetal, y la digestibilidad potencial de las mismas varia en forma notoria en relación a su ubicación. Las fracciones que se ubican en el contenido celular de la planta normalmente tiene digestibilidades cercanas al 100 %, mientras que aquellas asociadas a la pared celular presentan porcentajes de digestibilidad variables de acuerdo a la composición química y física de la pared celular. Al avanzar la madurez de un cultivo dos procesos tienen lugar en la pared celular: 1. un engrosamiento de la pared en detrimento del contenido celular, lo cual conduce a una disminución en la digestibilidad potencial del forraje como consecuencia de las características propias de cada una de estas fracciones; y 2. un aumento en componentes indigestibles como la lignina y una mayor cristalinidad de la celulosa que conducen a una ulterior disminución de la digestibilidad potencial de esta fracción (Raymond, 1969; Ulyatt, 1973, 1981; Van Soest, 1982).

2.3. EFECTOS DE LA INCLUSION DE LEGUMINOSAS A CULTIVOS ANUALES O PERENNES DE GRAMINEAS.

Las gramíneas presentan una serie de modificaciones a lo largo de su ciclo anual de producción. Estos cambios se manifiestan particularmente en un aumento de los contenidos de fibra, disminución de proteínas y disminución de la

digestibilidad: lo cual incide en forma notoria sobre el valor nutritivo del forraje y con ello en la producción animal.

Las leguminosas presentan un cambio menos pronunciado en los parámetros que inciden en su valor nutritivo y por ello, las mezclas pueden mejorar los aspectos mencionados anteriormente, permitiendo lograr un aumento en los índices productivos.

En trabajos bajo condiciones de pastoreo, Reed (1972a) trabajando con ovinos y Blaser (1964) y Jones (1974) han encontrado, que las mezclas de gramíneas y leguminosas conducen a una mayor producción por cabeza que las gramíneas solas fertilizadas con nitrógeno. En términos generales, una serie de autores mencionan la existencia de relaciones positivas entre la ganancia de peso en ovinos (Reed, 1972b) y bovinos con el contenido de leguminosas en el forraje consumido (Barth et al., 1972; Evans y Bryan, 1973; Bedell, 1973).

3. OBJETIVOS.

3.1. Evaluar los cambios en la composición bromatológica y digestibilidad in vitro que se producen en cultivos de avena sola y avena-veza al avanzar el estado de madurez de los mismos.

3.2. Evaluar las correlaciones existentes entre los principales constituyentes químicos y la digestibilidad in vitro del forraje.

3.3. Ajustar ecuaciones predictivas de los cambios en los principales constituyentes del forraje al avanzar la madurez de los cultivos.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

Este trabajo se realizó en forma complementaria al trabajo de Quintana y Miranda (1987), que evaluaron los cambios en el consumo, digestibilidad y ganancia de peso de ovinos Corriedale en tres dietas en base a heno de avena (Avena sativa) en jaulas metabólicas. El trabajo de campo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la Universidad Autónoma del Estado de México. La etapa correspondiente al análisis de las muestras obtenidas en la fase de cultivo de este trabajo se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la U.N.A.M.

4.2. METODOLOGIA UTILIZADA.

2
Cuatro parcelas de 2500 m² fueron sembradas durante el ciclo otoño-invierno 1985/86. Dos de estas parcelas fueron sembradas con avena (Avena sativa) con una densidad de 92 Kg/ha, y las dos restantes fueron sembradas con una mezcla de avena (Avena sativa) y veza (Vicia sativa) a razón de 69 y 46 kg/ha, respectivamente. La siembra se realizó el 25 de Octubre de 1985 y las parcelas se muestrearon en 3 oportunidades durante el ciclo del cultivo (116, 143 y 166 días desde el momento de siembra). En cada fecha se

muestrearon las 4 parcelas cuya superficie individual fue de 2500 m², y en cada oportunidad se colectaron 8 muestras por parcela utilizando cuadros de 50x50 cm. Las muestras así obtenidas fueron secadas a 55 C en estufa de aire forzado hasta peso constante, se molieron en forma gruesa y se mezclaron cuidadosamente para la obtención de una submuestra representativa de cada parcela. Estas submuestras fueron molidas en molino Wiley usando malla de 1 mm a efectos de la realización de los análisis de laboratorio. Posteriormente, se obtuvieron las siguientes fracciones: proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, humedad y cenizas, así como digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de acuerdo a las técnicas sugeridas por Morfin (1982).

4.3. ANALISIS ESTADISTICO.

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de correlación y varianza de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos (2 cultivos x 3 fechas de muestreo) con dos repeticiones por tratamiento. Las comparaciones de medias se realizaron por medio de la prueba de Tukey. La información para cada una de las fracciones estudiadas se ajustaron utilizando modelos lineales y cuadráticos utilizando el paquete estadístico SAS.

5. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1. COMPOSICION QUIMICA DE LOS FORRAJES.

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de composición química proximal de los cultivos de avena y avena-veza, respectivamente, durante los tres periodos de madurez fenológica estudiados. El análisis de la información obtenida para los componentes proximales indicaron la existencia de correlaciones positivas ($r=0.62$) y altamente significativas ($P<0.001$) entre el contenido de fibra cruda y los periodos de muestreo realizados durante el estudio. Esto muestra claramente que al avanzar la madurez de los dos cultivos bajo estudio, el contenido de pared celular aumenta como consecuencia de acumulación de elementos fibrosos en la célula vegetal. Asimismo, se encontraron correlaciones negativas ($r=-0.79$) y altamente significativas ($P<0.001$) entre contenido de proteína cruda y periodos de muestreo, lo cual muestra el descenso en este componente al avanzar la madurez de ambos cultivos. Por otra parte, se presentaron correlaciones negativas ($r=-0.36$) y significativas ($P<0.05$) entre contenido de proteína cruda y fibra cruda, lo cual indica que los cambios en estos dos componentes son inversamente proporcionales. Los otros constituyentes proximales estudiados no presentaron correlaciones significativas ($P>0.05$) con los periodos de muestreo, ni con los otros componentes en este trabajo. Los resultados son coincidentes con los reportes de la literatura y con los cambios en la constitución de la planta al avanzar la madurez, puesto que

CUADRO 1. Cambios en la composición química de avena (Avena sativa) al modificarse su estado de madurez (Base húmeda)

	116 días	143 días	146 días
Fibra cruda (%)	18.6 ± 1.4	18.1 ± 0.2	21.8 ± 1.7
Proteína cruda (%)	15.8 ± 1.2	12.1 ± 0.1	10.7 ± 1.7
Extracto etéreo (%)	4.3 ± 1.2	3.9 ± 0.9	4.1 ± 0.7
Extracto libre de nitrógeno (%)	50.1 ± 4.0	55.0 ± 1.6	51.4 ± 3.2
Cenizas (%)	3.4 ± 0.3	3.6 ± 0.3	3.7 ± 0.4

CUADRO 2. Cambios en la composición química de la mezcla de avena-veza (Avena sativa-Vicia sativa) al modificarse su estado de madurez (Base húmeda).

	116 días	143 días	166 días
Fibra cruda (%)	17.8 ± 0.9	19.5 ± 0.7	19.8 ± 1.7
Proteína cruda (%)	18.6 ± 2.2	14.7 ± 1.6	11.9 ± 2.0
Extracto etéreo (%)	3.3 ± 0.3	3.7 ± 0.5	3.5 ± 0.4
Extracto libre de nitrógeno (%)	47.9 ± 7.4	52.4 ± 2.7	54.4 ± 4.5
Cenizas (%)	3.7 ± 0.3	3.2 ± 0.2	3.6 ± 0.3

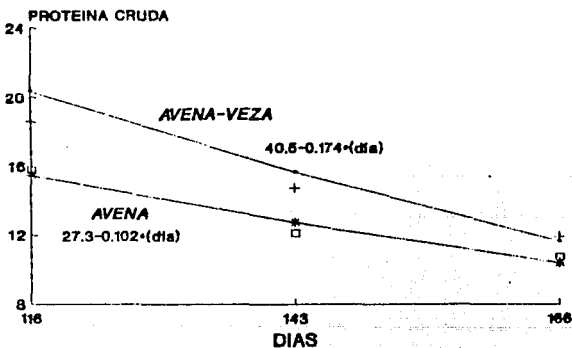
existe un aumento en la proporción de pared celular por síntesis de componentes celulósicos en detrimento del contenido celular del forraje.

El análisis de varianza para los componentes en estudio se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos. En el caso de proteína cruda se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre cultivos y entre periodos fenológicos estudiados, no existiendo interacciones significativas ($P > 0.05$) de cultivo*periodo de muestreo. Las comparaciones de medias para cultivos indicaron que la media general para todos los muestreos de la mezcla de avenaveza (15.05%) fue significativamente ($P < 0.001$) mayor que la de avena sola (12.86%), lo cual demuestra que la inclusión de esta leguminosa con avena conduce a mayores contenidos proteicos durante todo el ciclo del cultivo. El análisis de medias para los tres periodos de muestreo indicó para ambos cultivos que los mayores contenidos proteicos se presentaron en el primer muestreo ($FC = 17.2\%$) que fue significativamente ($P < 0.05$) diferente de los siguientes periodos. El contenido medio de proteína cruda para el segundo muestreo fue de 13.4% difiriendo ($P < 0.10$) de la encontrada en el tercer periodo de colección de muestras (11.3%). El estudio de los cambios en ambos cultivos durante el avance de la madurez mediante regresión, permitió determinar que el descenso en el contenido de proteína fue de 0.139 de punto porcentual por

cada día del periodo experimental. Estos resultados coinciden con los estudios realizados por diferentes autores citados por Van Soest (1982). En la Figura 1 se presenta graficamente la información para cada uno de los cultivos y los ajustes lineales explicaron mejor los cambios ocurridos en los cultivos. Las ecuaciones de ajuste para ambos cultivos indican disminuciones diferentes en ambos casos, siendo para avena-veza 0.174 de un punto porcentual por día, mientras que para avena sola fue de 0.102 de un punto porcentual por día. La mayor pendiente para la mezcla se debe probablemente al mayor rango de contenido proteico para este cultivo. Sin embargo, es importante señalar que el cultivo mezcla se asemeja en su caída en el contenido de proteína cruda a una gramínea más que a una leguminosa, puesto que las características químicas de una leguminosa son diferentes a una gramínea y los cambios que ocurren al avanzar el estado de madurez son menores que en gramíneas lo cual conduce a que las pendientes sean menores (Van Soest, 1982).

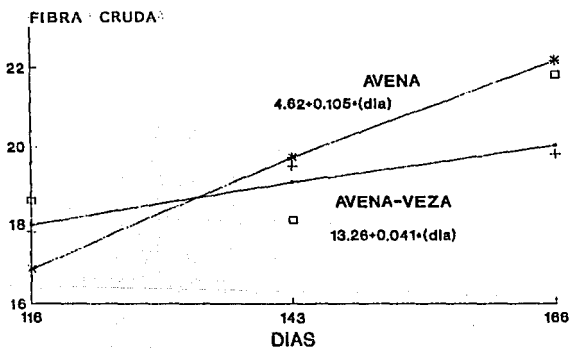
El análisis de varianza para fibra cruda indicó la inexistencia de diferencias ($P > 0.05$) en el contenido de este componente entre los dos cultivos, existiendo diferencias altamente significativas ($P < 0.002$) entre periodos de muestreo y una interacción significativa ($P < 0.05$) de cultivo*periodo de muestreo. Los contenidos promedio de fibra cruda para todo el periodo de trabajo

FIGURA 1. AJUSTE LINEAL DE LOS CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA.



fueron de 19.02% y 19.5% para avena sola y avena-veza, respectivamente. Las comparaciones de medias para los tres periodos de muestreo indicaron que a los 166 días el contenido de fibra cruda fue significativamente ($P < 0.05$) mayor a los dos primeros muestreos, y estos últimos no difirieron significativamente entre sí. Los promedios para los mismo fueron de 18.2, 18.8 y 20.8 % para el primer, segundo y tercer muestreo, respectivamente. El análisis de la interacción indicó que los cambios ocurridos en el cultivo de avena-veza no fueron significativos ($P > 0.05$), con promedios de 17.8 ± 0.9 , 19.5 ± 0.7 y $19.8 \pm 1.7\%$ para los periodos 1, 2 y 3, respectivamente. Aunque en la Figura 2 se aprecia un aumento constante en el promedio para los tres periodos la variabilidad no permitió la detección de diferencias. Probablemente esto se deba a la variación normal que se presenta en un cultivo mezcla de leguminosas y gramíneas. En cambio, en el cultivo de avena sola se presentó un aumento significativo ($P < 0.05$) en el contenido de fibra cruda en el último muestreo, cuyo promedio fue de 21.8 ± 1.7 %. El primer y segundo muestreo presentaron promedios de 18.6 ± 1.4 y $18.1 \pm 0.2\%$, respectivamente, no difiriendo significativamente ($P > 0.05$) entre sí. En forma general, los aumentos en el contenido de fibra cruda al avanzar la madurez son coincidentes con los reportes de la literatura (Van Soest, 1982) y el menor incremento en el cultivo mezcla puede explicarse por la contribución de la leguminosa.

**FIGURA 2. AJUSTE LINEAL DE LOS CAMBIOS
EN EL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA.**



En la Figura 2 se presenta gráficamente el comportamiento de ambos cultivos en relación al contenido de fibra cruda por medio de un ajuste lineal de la información. A diferencia del caso anterior, el ajuste no fue bueno, particularmente para el cultivo de avena que entre el primer y segundo muestreo mantuvo una relativa constancia en la proporción de fibra cruda. En términos generales, la gráfica permite apreciar que el incremento en el contenido de fibra es mayor en la gramínea sola que en asociación con la leguminosas.

El análisis de varianza para la información de extracto etéreo indicó la existencia de diferencias ($P < 0.06$) entre cultivos con medias de 4.08% para avena sola y 3.48% la mezcla de avena-veza. Las medias para los diferentes periodos en el análisis global de ambos cultivos fue de 3.75, 3.77 y 3.82% de extracto etéreo para los periodos 1, 2 y 3, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los mismos. Las interacciones de cultivos*periodo de muestreo no fueron significativas ($P > 0.05$). Este análisis indicaría que los cambios que se producen en el contenido de extracto etéreo al madurar el cultivo no conducen a modificaciones sustanciales en su concentración.

El contenido medio de extracto etéreo para el cultivo de avena fue de 4.3 ± 1.2 , 3.9 ± 0.9 y 4.1 ± 0.7 , para los muestreos

1, 2 y 3, respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los mismos. En el cultivo de avena-veza los contenidos promedio de extracto etéreo fueron de 3.3 ± 0.3 , 3.7 ± 0.5 y 3.5 ± 0.4 para los periodos 1, 2 y 3, respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($P>0.05$) entre ellos. Esta información confirma los pequeños cambios que se producen en el contenido de extrato etéreo al avanzar la madurez.

El análisis de la información correspondiente a cenizas permitió encontrar la inexistencia de diferencias significativas ($P>0.05$) en el contenido de este constituyente en los diferentes cultivos y momentos de muestreo. El contenido promedio de cenizas en el cultivo de avena fue de 3.53%, mientras que en avena-veza fue de 3.52%. En relación a los diferentes muestreos, el análisis global de la información indicó que las medias fueron de 3.52, 3.41 y 3.65% para el primer, segundo y tercer periodo de muestreo. Los promedios para el cultivo de avena fueron de 3.4 ± 0.3 , 3.6 ± 0.3 y $3.7 \pm 0.4\%$, mientras que para avena-veza correspondieron a 3.7 ± 0.3 , 3.2 ± 0.2 y $3.6 \pm 0.3\%$, para el primer, segundo y tercer periodo de muestreo, respectivamente.

La información correspondiente a extracto libre de nitrógeno presentó una amplia variabilidad, no encontrándose diferencias significativas ($P>0.05$) entre los cultivos estudiados, ni entre

periodos de muestreo dentro del trabajo. Este componente surge del complemento a 100% de las determinaciones de humedad, cenizas, proteina cruda, fibra cruda y extracto etéreo, y como lo plantea Van Soest (1982) acarrea con todos los errores que se cometen en cada determinación. Por esta razón, la variabilidad de este componente es amplia como se aprecia en los Cuadro 1 y 2 para los cultivos estudiados.

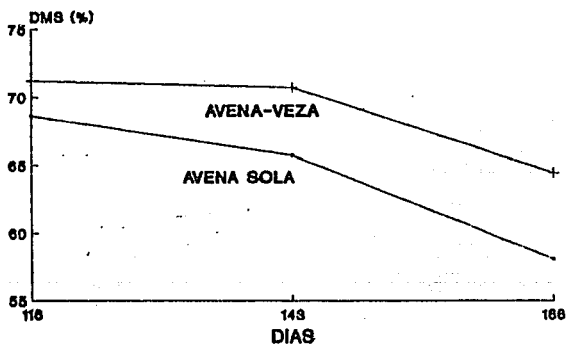
5.2. DIGESTIBILIDAD DE LOS FORRAJES.

En la Figura 3 se presenta graficamente el comportamiento de la digestibilidad in vitro de la materia seca de los forrajes estudiados. Las digestibilidades promedio para el cultivo de avena fueron de 68.6, 65.7 y 58.1%, mientras que para la avenaveza fueron de 71.2, 70.7 y 64.4 % para los muestreos a los 116, 143 y 166 días, respectivamente. Como se puede apreciar las mezclas presentaron una digestibilidad superior que la gramínea sola, lo cual concuerda con los mayores consumo de materia seca y materia orgánica encontrados por Quintana y Miranda (1987) cuando se alimentaron ovinos con estas mezclas forrajeras.

Las regresiones de digestibilidad sobre fecha de muestreo indicaron que las mezclas presentaron un descenso menor que la avena sola, lo cual coincide con lo planteado por Van Soest (1982) que explica que las leguminosas presentan normalmente un menor descenso en la digestibilidad a lo largo de su ciclo que

las gramíneas puras, y en consecuencia las mezclas deben presentar un comportamiento intermedio. El descenso en la digestibilidad en la mezcla de avena-veza fue de 0.132 %/día, mientras que en la avena sola fue de 0.2%/día.

FIGURA 3. CAMBIOS EN LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO.



6. CONCLUSIONES.

6.1. Los cambios principales que se observaron en el trabajo correspondieron a los contenidos de proteína cruda y fibra cruda, que presentaron cambios entre cultivos y entre periodos de muestreo. Estos cambios pueden asociarse con la mejor calidad del cultivo mezcla obtenido a través de las mejores respuestas productivas obtenidas. Estas diferencias probablemente se asocien a una mejor digestión del forraje y consumo que fueron encontrados por Quintana y Miranda (1987) para el cultivo asociado de avena-veza respecto al de avena sola.

6.2. Los restantes componentes constituidos por cenizas, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno no presentaron variaciones importantes en este trabajo. Es de hacer notar que los dos primeros no tienen una contribución porcentual importante en el forraje, y si bien las diferencias en cenizas pueden manifestarse en el animal a través de un mejor balance mineral en las mezclas con leguminosas, no explicarían las diferencias encontradas en producción animal y digestión dado que los animales recibieron suplementación mineral ad libitum durante la etapa experimental (Quintana y Miranda, 1987). Los cambios en el contenido de extracto libre de nitrógeno no siguieron un patrón lógico de acuerdo a lo esperado al avanzar la madurez del cultivo y como lo plantea Van Soest (1982) puede confirmar las deficiencias del análisis proximal como método analítico para forrajes.

6.3. Los ajustes para proteína cruda y fibra cruda fueron lineales y significativos ($P < 0.01$) encontrándose descensos en el contenido de proteína y aumentos en el contenido de fibra cruda al avanzar la madurez de cultivo. Asimismo el comportamiento de cambio diario que surge de estas ecuaciones permite afirmar que los cultivos mezclas disminuyen su calidad en forma menos marcada que la gramínea sola.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aii, T. y T. H. Stobbs. 1980. Solubility of the protein of tropical pastures species and the rate of its digestion in the rumen. *Anim Feed Sci Technol.*, 5: 183.
- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: Review. *J. Range. Manag.*, 38: 305.
- Ammerman, B. y R.D. Goodrich. 1983. Advances in mineral nutrition of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 57: 382.
- Baker, R.D. 1975. Effect of sward characteristics on herbage intake under grazing. Nutritive quality, species and amount. In: J. Hodgson y D.F. Jackson (Ed.). *Pasture Utilization by the Grazing Ruminant. Occasional Symposium No. 8. British Grassld. Soc., Hurley. U.K.*
- Barth, K.M.; P.E. Shumway; N.T. Kazzal; D.I. Davis y C.S. Hobbs. 1972. Performance of grazing steers as related to volatile fatty acid production after different lengths of in vitro fermentation. *J. Anim. Sci.*, 34: 636.
- Baumgardt, B.R. 1970. Control of feed intake in the regulation of energy balance. In: A.T. Phillipson (Ed). *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Newcastle Upon Tyne, U.K. Oriel Press. pp. 235.*
- Bedell, T.E. 1973. Botanical composition of subclover-grass pastures as affected by single and dual grazing by cattle and sheep. *Agron. J.*, 65: 502.
- Ben-Ghedelia, D. y A. Rubinstein. 1984. The digestion of monossacharide residues of the cell wall of oat and vetch hays by rumen contents in vitro. *J. Sci. Food. Agric.*, 35: 1159.
- Blaser, R.E. 1964. Symposium on forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 23: 246.

- Blaseter, K.L., J.L. Clapperton y F.W. Wainmar. 1966. The extent of difference between six British breeds of sheep in their metabolism, feed intake and utilization, and resistance to climatic stress. *Brit. J. Nutr.*, 20:283.
- Brady, C.J. 1976. Plant proteins, their occurrence quality and distribution. In: T.H. Sutherland, J.R. McWilliams y R.A. Leng (Ed.). *From Plant to Animal Protein. Reviews in Rural Science II.* Univ. of New England Pub. Unit. Armidale, Australia. pp.13.
- Brown, R.H. y R.E. Blaser. 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abst.*, 38:1.
- Conrad, H.R., A.D. Pratt y J.W. Hibbs. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.*, 57:54.
- Evans, T.R. y W.W. Bryan. 1973. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the Wallum of South-Eastern Queensland. 2. Liveweight change and beef production. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 13 : 530.
- Hegarty, M.P. y P.J. Paterson. 1973. Free Aminoacids, bound aminoacids, amines and ureides. In: G.W. Buttler y R.W. Bailey (Ed). *Chemistry and Biochemistry of Herbage.* Academic Press. London Vol. 1: pp.1.
- Hogan, J.R.; R. H. Weston y J.R. Lindsay. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. The digestion of *Phalaris tuberosa* at different stages of maturity. *Aust. J. Agric. Res.*, 20: 925.
- McDonald, I. W. 1968. The nutrition of grazing ruminants. *Nutr. Abst. Rev.*, 38: 381.
- McLeod, M.N. y D.J. Minson. 1976. The analytical and biological accuracy of estimating the dry matter digestibility of different legume species. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 1: 61.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Meijs, J. 1982. Factors affecting the herbage intake of grazing cattle. PhD Thesis. Wageneningen, Holanda.
- Minson, D.J.; C.E. Harris, W.F. Raymond y R. Milford. 1964. The digestibility and voluntary intake of S22 and HI raygrass, 5170 tall fescue, 548 timothy and germinal cookfoot. J. Brit. Grassld. Soc., 19; 298.
- Minson, D.J. 1971. Influence of lignin and silicon on a summative system for assesing the organic matter digestibility of Panicum. Aust. J. Agric. Res., 22:589.
- Minson, D.J. 1976. Relation between digestibility and composition of feed. In: Carbohydrate Research in Plants and Animals. pp. 155.
- Morfin Loyden, L. 1983. Manual de Laboratorio de Bromatología . Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
- Muslera, E. y C. Ratera. 1984. Praderas y Forrajes: Producción y Aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 703 p.
- Nahed, T.; S. Alemán y M. V. Farra. 1982. La producción ovina en una comunidad Chamula. Memorias del Primer Seminario Nacional sobre Sistemas de Producción Pecuaria. Dpto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 239.
- Norton, B. W. 1982. Differences between species in forage quality In: J. B. Hacker (Ed). Nutritional Limits to Animal Production from Pasture. Commonwealth Agricultural Bureax. U.K. pp. 89.
- Osburn, D. F., R. A. Terry, G. E. Outen y S. E. Cammell. 1974. The significance of a determination of cell walls as the rational basis for the nutritive evaluation of forages. Proc. XII Int. Grassld. Congress. pp.514.

- Quintana G.,F. y J. Miranda G. 1987. Consumo y ganancia de peso de ovinos Corriedale en tres dietas en base a heno de avena (Avena sativa), en jaulas metabólicas. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Autónoma del Estado de México. 33 p.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Adv. Agron., 21 : 1.
- Reed, K.F.M. 1972a. The performance of sheep grazing different pasture types. In : J. Leigh y J. Noble (Ed.). Plants for sheep in Australia. pp. 193-204.
- Reed, K.F.M. 1972. Some effects of botanical composition of pasture on growth and wool production of weaner sheep. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 12 : 355.
- Smith, D. 1972. Total monostructural carbohydrate concentrations in the herbage of several legumes, and grasses at first flower. Agronomy J., 64: 705.
- Thornton, R.F. y D. J. Minson. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. Aust. J. Agric. Res., 24: 889.
- Troelsen, J. F. y J. B. Campbell. 1969. The effect of maturity and leafiness of the intake and digestibility of alfalfa and grasses fed to sheep. J. Agric. Sci., 73: 145.
- Ulyatt, M.J. 1973. The feeding value of herbage. In: C.W. Butler y R.W. Bailey (Ed.). Chemistry and Biochemistry of Herbage. Academic Press. Vol. 3. pp. 131.
- Ulyatt, M. J. y A. R. Egan. 1979. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. V. The digestion of four herbage and prediction of sites of digestion. J. Agric. Sci., Camb.; 92:605.

Ulyatt, M. J. 1981. The feeding value of temperate pastures. In: F.H.W. Morley (Ed.). *Grazing Animal*. Elsevier Scientific Publishing Company. pp. 125-139.

Van Soest, J. P. 1982. *Nutritional Ecology of the ruminant*. O&B Books. Corvallis. Oregon.

Walters, R. J. K. 1973. Variation between grass species and varieties in voluntary intake. *Proc. V Gen. Meet. Eur. Grassld. Fed.* pp.184.