

## Avances en conservación de forrajes

R. J. WILKINS

The Grassland Research Institute, Hurley, Maidenhead  
SL6 5LR. England

### RESUMEN

*Los forrajes se conservan principalmente para proporcionar elementos nutritivos cuando el crecimiento del pasto es lento. La necesidad de conservar el forraje puede reducirse ajustando el comportamiento reproductivo del ganado para proporcionar la demanda de elementos nutritivos del pasto y para que la velocidad de crecimiento del animal no decaiga durante los periodos de escasa disponibilidad de pastoreo. Tales estrategias conducirán a un alto grado de estacionalidad en la producción animal y no pueden usarse cuando la producción de leche líquida para consumo humano es importante. En los países mediterráneos el lugar de los forrajes conservados para proporcionar la demanda de nutrientes durante los periodos de escasa disponibilidad de pastos probablemente es menor que en el norte de Europa; subproductos y granos de cereales pueden proporcionar una más amplia alternativa a la alimentación.*

*Pueden producirse forrajes de alto valor nutritivo con escasas pérdidas por medio de la deshidratación a altas temperaturas, pero las necesidades de energía para el secado son grandes aun cuando el contenido en humedad se reduzca por medio de una predesecación o por compresión mecánica de los forrajes. Cuando la pluviosidad es baja y la insolación alta, la henificación probablemente esté más indicada que la deshidratación a altas temperaturas. Se han realizado progresos a base de sistemas mecánicos y químicos para aumentar la velocidad de desecación del heno y para permitir la henificación con altos contenidos en humedad; sin embargo, es necesaria más investigación, especialmente en relación con la prevención de pérdidas debidas a la fragmentación y en la fabricación de gránulos y pastillas de alta densidad a base de heno con el objeto de facilitar el transporte. Las cosechas pueden conservarse eficientemente por medio del ensilado, pero la ingestión voluntaria de nutrientes puede verse disminuida. Aditivos tales como el ácido fórmico*

*pueden controlar la fermentación de clostridios aun en el caso de la alfalfa con alto contenido de humedad, resultando niveles de ingestión de ensilado más altos. La adición de formalina al ensilado conduce a una restricción de la fermentación en el silo y puede aumentar la ingestión y la eficiencia con la que son utilizados los nutrientes. El efecto sobre la ingestión no se ha encontrado siempre con las gramíneas. Las pérdidas cuando se abre el silo pueden ser altas, suponiendo un problema cuando el contenido en humedad de los ensilados es bajo y hay que administrarlos en condiciones ambientales en las que persistan temperaturas altas. Estas pérdidas pueden reducirse por medio de la adición de ácido propiónico al ensilado.*

## INTRODUCCIÓN

En esta ponencia se consideran primeramente las razones por las cuales se debe conservar el forraje referidas a las regiones con clima mediterráneo y, a continuación, se examinan algunos de los más recientes avances tecnológicos y científicos que pueden originar mejoras en la eficiencia de los procesos de conservación.

### *Razones que apoyan la conservación del forraje*

En la mayoría de los casos los forrajes se conservan con el objeto de incrementar la eficiencia en la producción de carne, leche o lana. El forraje conservado proporciona una solución para los diferentes comportamientos estacionales en la producción de nutrientes del forraje y las necesidades de los animales por estos nutrientes. Los cortes para conservación también pueden contribuir a la eficiencia con la que se usan los pastos para pastoreo, porque la siega implica limpiar el exceso de hierba, previniendo el exceso de contaminación con heces y orina y, al mismo tiempo, la población de parásitos. Sin embargo, pueden emplearse los antihelmínticos como protección contra los parásitos y las consecuencias de la contaminación con heces y orina, como es la disminución del empleo del forraje pastado, pueden reducirse adoptando sistemas apropiados de pastoreo. El papel más importante de la conservación de los forrajes es, por tanto, proporcionar nutrientes durante un período en el que el crecimiento de la hierba es escaso. Los comportamientos respectivos de la cantidad de forraje y necesidades nutritivas, el valor de los productos animales y el coste de los otros alimentos y del forraje conservado tendrán una enorme influencia en los sistemas de producción animal y sobre la cantidad de forrajes conservados que se empleen.

Para acomodar las fluctuaciones en la producción de forrajes se pueden emplear varias estrategias.

### *Ajustar las necesidades de nutrientes al comportamiento de la producción forrajera*

Esto puede conseguirse más eficientemente con ganado reproductor, especialmente cuando las crías se pueden criar hasta el peso de sacrificio durante el período de crecimiento del forraje. Para una oveja con dos corderos las necesidades máximas diarias de nutrientes suponen alrededor de tres veces las

de mantenimiento y el período necesario para el desarrollo de las crías es corto. Las necesidades nutritivas de las vacas de gran producción lechera muestra una variación de magnitud similar. En sistemas extensivos puede aceptarse una producción animal escasa, y el que los animales pierdan peso durante las épocas de escasa producción forrajera. Esto da como resultado animales de edad avanzada en el momento del sacrificio, caracterizándose tales sistemas por una eficiencia baja de la conversión de alimentos y una gran inversión de capital en ganado.

La adopción de cualquiera de estos métodos da como resultado un alto grado de estacionalidad en el mercado de los productos animales y, consecuentemente, la necesidad de productos animales. La carne, la mantequilla y el queso pueden conservarse durante largos períodos de tiempo, pero a través de todo el año existe una demanda de leche líquida que limita el que la producción de leche pueda seguir el comportamiento de la producción de forraje.

#### *Empleo de otros alimentos*

En muchas áreas templadas, la producción de nutrientes que puede obtenerse de cosechas forrajeras es mucho más alta y los costes más bajos que los de las cosechas para grano. Este fenómeno proporciona unos incentivos tanto biológicos como económicos para maximizar la contribución de los forrajes a la ración. Sin embargo, en climas mediterráneos y sin regadío, las producciones relativas de nutrientes procedentes de cereales grano y de forraje puede diferir poco. La posibilidad de emplear otros alimentos también se verá afectada por la calidad del forraje conservado que se produzca y por las pérdidas que lleve consigo. Las condiciones climáticas tienen un efecto evidente sobre la posibilidad de conservación por distintos métodos. En el Reino Unido, a pesar de la gran cantidad de forrajes que es posible obtener, la mitad de las necesidades nutritivas de las vacas en invierno han de ser satisfechas con concentrados. Esto indica, por lo menos en parte, la dificultad de conservar el forraje de alta calidad en climas húmedos por medio de los métodos tradicionales de ensilado y henificación.

#### *Forraje conservado en condiciones mediterráneas*

La conservación en el secano y en condiciones de regadío se consideran aparte.

Sin regadío, el crecimiento de la hierba está reducido al último período del invierno y principios de primavera con alguna variación de acuerdo con las temperaturas invernales y la pluviosidad en la primavera y verano. En Israel, por ejemplo, el 90 por 100 del crecimiento de la hierba puede ocurrir en un período de tres meses. Como ya hemos indicado anteriormente, la producción forrajera puede que no sea tan alta como la de los cereales; el crecimiento a temperaturas bajas proporciona a los cereales ventajas sobre las gramíneas perennes y sobre las leguminosas en estas condiciones. Podría sostenerse que la capacidad de conservación debiera ser baja y que el empleo máximo del grano debería hacerse durante los períodos de escasa disponibilidad de hierba. Sin embargo, el grano debiera emplearse en primer lugar en alimentar a la población humana y a los animales monogástricos y dedicar a los rumiantes subproductos, tales como la paja de cereales y otros. Se ha prestado

atención considerable al empleo de paja molida para vacuno (SWAN y CLARKE, 1974) y al tratamiento de la paja para aumentar su digestibilidad e ingestión voluntaria (GREENHALGH, FERNÁNDEZ CARMONA y MEHMED, 1973; OWEN, JAYASURIYA y MWAKATUNDA, 1973; SWAN y CLARKE, 1974). Los últimos intentos están proporcionando resultados prometedores cuando la paja tratada con alcalinos se administra a los animales junto con ensilado ácido (TERRY, SPOONER y OSBOURN, 1975). El concepto del tratamiento para aumentar la digestibilidad puede extenderse a la totalidad de las cosechas de cereales. La producción de materia seca y de nutrientes digestibles disminuye a medida que los cereales alcanzan el estado de madurez y es probable que el tratamiento de la totalidad de la cosecha con álcalis origine unos aumentos considerables en la digestibilidad.

Sin embargo hay regiones en las que son preferidas las gramíneas o leguminosas a los cereales a causa de la topografía del terreno, control de la erosión o consideraciones sobre rotación de cultivos. En esta situación si no se conserva (o se producen otros alimentos), el período de mayor escasez para los animales en pastoreo será el invierno antes de que comience el crecimiento activo de la hierba. El forraje puede conservarse durante la primavera para ser administrado en el invierno, pero no está demostrado que con este sistema se aumente la totalidad de la producción animal. El caso de la conservación se hace patente en producción de leche donde se necesitan producciones muy altas y los animales necesitan fibra en la ración para mantener una producción adecuada de grasa en la leche. Más adelante se discuten otros métodos de conservación.

La situación es muy distinta en el caso de regadío. La época de crecimiento comprende como mínimo ocho meses con las tasas de crecimiento más altas en verano. Los cultivos hortícolas tienen preferencia en la utilización del agua de regadío y el equilibrio entre el mercado de estos cultivos, la disponibilidad del agua de regadío y la necesidad de forrajes en una rotación de cultivos afecta a la amplitud de producción de forrajes en los terrenos de regadío.

Los forrajes se administran principalmente en verde a animales en estabulación y la conservación estará restringida al material que se necesite para el corto período invernal y para su empleo en las zonas que no se rieguen. La estacionalidad de la producción de forrajes es mucho menor que en las zonas de secano y que en el norte de Europa, siendo probable que existan subproductos disponibles de la industria conservera de tal forma que la cantidad de forraje que se necesita conservar es relativamente pequeña. Puede que la demanda de forrajes conservados en zonas de secano sea considerable, pero los gastos de transporte probablemente reducen su interés excepto en el caso en el que el troceado se realice en forma de gránulos o pastillas.

#### *Avances técnicos en producción de forrajes. Deshidratado a altas temperaturas*

Los forrajes pueden conservarse con un mínimo de pérdidas por medio de una deshidratación a altas temperaturas y este proceso puede dar como resultado un ligero aumento en el valor nutritivo del forraje (BLAXTER, 1973). Existen sobradas pruebas de que los forrajes deshidratados de alta calidad pueden proporcionar producciones animales elevadas. Hierba administrada en forma larga sin suplementación ha proporcionado tasas de crecimiento supe-

riores a un Kg./día en ganado vacuno de cebo (TAYLER y LOUSDALE, 1970) y producciones de leche por encima de los 20 Kg./día (STRICKLAND, 1974). La molienda durante el procesado aumentará la ingestión, lo que implica que puede ser un sustituto de los cereales en raciones a base de heno o ensilado (TAYLER y WILKINS, 1975).

No ha habido muchos cambios en la última década en el equipo empleado en la deshidratación aunque se dispone de mejores instrumentos para regular la salida del material de la deshidratadora (ELDER y EAVES, 1973).

Se ha fabricado una gran variedad de máquinas para producir pastillas de forrajes finamente molidos. Pero los gránulos hechos con el molino de martillos convencional y prensas de extinción siguen siendo mejores cuando los gránulos se emplean para suplementar heno o ensilado (TAYLER y WILKINS, 1975).

Ultimamente el interés se centra en los tratamientos en el campo para reducir la cantidad de combustible que se necesita para la deshidratación a altas temperaturas. Estos métodos fueron discutidos por WILKINS (1974a), el cual concluyó que había grandes posibilidades en el empleo de desecantes químicos, como el ácido fórmico, antes de la recolección y el procesado (TATLOW, 1973), o por medio de la presión mecánica para extraer la fracción líquida antes del secado. Puede extraerse hasta la mitad del agua de la cosecha original, pasándola a través de una trituradora y una prensa (RAYMOND y TILLEY, 1956), y la energía empleada en esta operación es mucho menor que la que se necesita para quitar el agua por medio de calor. El jugo arrastra con él las proteínas y los hidratos de carbono solubles y puede emplearse en alimentación de cerdos (BRAUDE, 1974; HOUSEMAN, JONES y CADENHEAD, 1974) o en la preparación de concentrados proteicos (PIRIE, 1971). El residuo, después de la extracción del jugo, será más bajo en proteína que el de la cosecha original, pero la digestibilidad apenas si se ve afectada. Los datos de la bibliografía indican que los niveles de ingestión y producción son muy semejantes para ovino y vacuno que los que se obtienen con la misma cosecha original (JONES, MACLEOD, MACDEARMID y HOUSEMAN, 1974; GREENHALGH y REID, 1975). Un posible intento para reducir la cantidad de proteína en el jugo es tratar el forraje con vapor antes del prensado con el objeto de coagular las proteínas (ARKCOLL y DAVYS, 1973). La valoración de los sistemas en los que esté implicada la separación del jugo y de la fibra del forraje es complejo y el atractivo de los distintos métodos variará de acuerdo con las condiciones locales y económicas. En el Reino Unido la producción de extractos proteicos de hierba parece que debe ir ligada a las industrias deshidratadoras existentes. En Hungría existe ya una producción comercial de extracto proteico de hierba (KOCH, 1974).

Aún con estas posibilidades, el acopio de energía por medio de la deshidratación es mucho mayor que con otros métodos de conservación de forrajes o de producción de cereales. En zonas donde la lluvia es escasa y hay mucha radiación solar, es más corriente que los forrajes se henifiquen al sol que con el empleo de fuentes de energía como el fuel-oil. En líneas generales ésta es la situación en las zonas de regadío en el Mediterráneo. Sin embargo, la deshidratación puede tener un atractivo especial como un sistema que facilite el transporte de forrajes deshidratados. El consumo internacional de forrajes deshidratados es considerable y en vista de las altas producciones anuales que se pueden obtener en las zonas de regadío mediterráneas es muy posible que

sea económicamente interesante producir este tipo de forrajes en estas zonas para satisfacer las demandas de la exportación.

### *Henificación*

La henificación es el método tradicional de conservación de los forrajes en todo el mundo. En las zonas húmedas los problemas de la henificación están normalmente asociados con grandes pérdidas de nutrientes durante el tiempo de henificación en el suelo debido a la cantidad de tiempo del secado, mientras que en las zonas secas las pérdidas por defoliación durante el manejo del forraje seco también son importantes.

En las zonas húmedas la investigación ha estado orientada hacia el desarrollo de sistemas para aumentar la velocidad de secado en el campo y hacia sistemas mecánicos de recogida del forraje con contenidos altos de humedad. Ambos métodos, tanto los químicos como los mecánicos, pueden emplearse para acelerar la velocidad de secado. Las máquinas henificadoras facilitan un secado intenso pero las pérdidas por fragmentación son elevadas; las acondicionadoras recientemente desarrolladas que operan sobre el mismo campo después de la siega están dando un resultado satisfactorio (KLINNER y HARRIS, 1972). Parece ser que los incrementos en la velocidad de secado están relacionados con el deterioro de la cutícula que es la parte más resistente de la planta a la pérdida de agua. LESHEM, THAINE, HARRIS y CANNAWAY (1972) han demostrado que los tratamientos con éter de petróleo y con vapor producen un deterioro intenso de la cutícula, dando como resultado un gran aumento en la velocidad de pérdida de agua en las hojas separadas del tallo. También se han desarrollado equipos comerciales para el tratamiento de las cosechas antes de segar (PHILIPREN, 1971), pero su empleo no se ha extendido debido a causas del alto coste de inversión de capital y a las dificultades que impone esta maquinaria pesada que necesita grandes cantidades de agua y combustible.

En el *Grassland Research Institute* se ha probado una gran cantidad de compuestos químicos para ver sus efectos sobre la velocidad de secado, siendo el ácido fórmico uno de los que ha proporcionado los resultados más espectaculares (THAINE y HARRIS, 1973). El efecto del ácido fórmico, cuando se aplica en el campo en el momento del corte, es menor que el que se observa en condiciones de laboratorio con hojas solas. La resistencia que ofrece el hacinado parece limitar los efectos de la disminución de las pérdidas de agua a nivel del tejido de la planta. Aunque existen fundadas esperanzas para el desarrollo de métodos químicos satisfactorios debería tenerse en cuenta que en las zonas húmedas el problema está en disminuir la resistencia del bálago. La pulverización de la cosecha total para conseguir un efecto máximo de la radiación solar tiene una respuesta muy considerable sobre el incremento de la velocidad de secado (TETLOW, WILKINS y EVANS, 1975). Otro intento que se ha seguido en el National Institute of Agricultural Engineering en Inglaterra es desarrollar acondicionadoras móviles que levanten el forraje húmedo en montones que se asienten lentamente para que el aire pueda pasar y que el proceso del secado se lleve a cabo sin que el bálago sufra ningún movimiento. Este sistema parece atractivo en las regiones de insolación alta en las que la velocidad máxima de secado no es un imperativo, pero en las que se evita un segundo tratamiento después del corte, así como los riesgos de fragmentación, lo que es de importancia vital.

También se ha avanzado en sistemas para almacenar el heno con un contenido de humedad del 30-40 % en vez del 20 %. En condiciones de laboratorio la adición de ácido propiónico al 1 % previene los accidentes en el heno con una humedad del 30 %. Con una humedad del 50 % la cantidad de propiónico a añadir será del 2 % (ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, 1969). Se ha encontrado que es difícil conseguir la distribución del ácido propiónico cuando se pretende hacer en el momento del empacado (KLINNER y SHEPPERSON, 1975; CHARLICK, comunicación personal). El amoniaco ha sido empleado por KNAPP, HOLT y LECHTENBERG (1974), y al mismo tiempo que se facilita el almacenamiento del heno se aumenta el contenido de N del heno.

Aunque el almacenamiento con un contenido en humedad alto y la formación del bálago para facilitar el secado, de modo que el proceso se realice sin necesidad de volteo del bálago, probablemente dan como resultado una disminución de las pérdidas por fragmentación, no se han realizado los suficientes estudios para prevenir estas pérdidas. Este problema se acentúa con las leguminosas. SHEPHERD (1961) encontró que existen diferencias entre variedades de trébol blanco y su fragilidad y susceptibilidad a las pérdidas por fragmentación. Es muy probable que tales diferencias existan en otras especies, lo que indica que sería muy conveniente estudiar esta característica en la alfalfa, por ejemplo, cuando se cultiva para henificar.

Las pérdidas por fragmentación pueden reducirse si el forraje se cosecha en el mismo campo para la fabricación, allí mismo, de gránulos o pastillas. En U.S.A. se procesa una gran cantidad de alfalfa en el mismo terreno, pero las máquinas que se emplean requieren un forraje con un contenido en humedad muy bajo, lo que puede suponer un inconveniente en los países europeos. Existen máquinas de hacer pastillas por un sistema de rodillos (MATIAS, 1969), pero la cantidad de humedad que requiere el forraje es más alta que el punto crítico para asegurar una buena conservación posterior. La alta densidad en el centro de la pastilla puede dificultar el secado en el henil, aunque los preservativos químicos pueden impedir cualquier proceso de fermentación en estas circunstancias.

La henificación tiene evidentes atractivos como sistema de conservación en los países mediterráneos en condiciones de regadío. Los avances en la henificación han sido hechos de una forma empírica y sorprende que no se haya realizado una investigación básica sobre este proceso. Existe un gran campo de acción para mejorar las velocidades de secado, el almacenamiento con niveles altos de humedad y la reducción de pérdidas durante el proceso de fermentación. Este tipo de investigación conduciría a una reducción en las pérdidas y a mejorar el valor nutritivo del heno.

### *Ensilado*

La importancia del ensilado ha aumentado últimamente en muchas partes del mundo. Lo mismo que con la henificación los problemas más importantes son la prevención de pérdidas y la corrección de un producto conservado en un valor nutritivo alto.

La conservación de carbohidratos solubles en ácidos con fermentación láctica es extremadamente efectiva con pérdidas de energía bruta de solamente el 2 % (MCDONALD, HENDERSON y KALTON, 1973). Si durante la fermenta-

ción existen clostridios, las pérdidas pueden ser elevadas aunque este tipo de fermentación puede controlarse por medio del marchitado antes de ensilar o adicionando ácido fórmico. Aun con las leguminosas con mucha humedad, pocos carbohidratos solubles y gran capacidad tampón se puede conseguir un ensilado en el que no existan clostridios. WILSON y WILKINS (1973) han comunicado que el ácido fórmico, adicionado sobre la cosecha fuera al 0,45 %, da como resultado la producción de un ensilado con menos del 2 % de ácidos volátiles y el 0,13 % de N amoniacal (% de la M.S.) en la alfalfa, con solamente un 13 % de materia seca.

El origen principal de las pérdidas en el ensilado es la oxidación en las capas superiores del silo. Estas pérdidas se eliminan en los silos torres herméticos y se disminuyen enormemente en los silos trinchera que se cubren con una lámina de plástico protegida para que no se rompa durante el período de almacenamiento.

No obstante, parece que las pérdidas debidas a la actividad microbiana cuando se abre el silo pueden ser sustanciales. GROSS y BECK (1970) han comunicado que cuando el ensilado de maíz se expone al aire durante once días las pérdidas alcanzan el 25 % en materia seca; igualmente ha publicado COOK (1973). El crecimiento de hongos y levaduras es el responsable de estas pérdidas (WOOLFORD, 1972), aunque hay ciertas pruebas de que las bacterias pueden ser las responsables de las pérdidas iniciales en algunos casos (WOOLFORD y COOK, datos sin publicar). No existen pruebas evidentes de cuáles son los factores directos que determinan la velocidad de deterioro, pero parece que aumenta cuando la temperatura ambiental se eleva y con la velocidad de entrada de aire en el silo. También se observa que las pérdidas aumentan cuando aumenta el contenido en materia seca del forraje y los ensilados con alto contenido en acetato y butirato son estables en condiciones aerobias. Las pérdidas se pueden reducir por la adición del ácido propiónico al ensilar. La adición de ácido propiónico al ensilado de maíz o centeno con 34 % M.S. reduce la pérdida de materia seca cuando se expone al aire durante diecinueve días desde 20,5 % sin aditivo alguno a cero, adicionando ácido propiónico al 2,5 % de la materia seca del forraje (COOK y WOOLFORD, 1975).

Los efectos del ensilado sobre el valor nutritivo han sido revisados por WILKINS (1974b). Concluye que el efecto más importante del proceso está en la reducción de los niveles de ingestión voluntaria; la digestibilidad y la eficiencia con la que son utilizados los nutrientes digeridos varía poco. WILKINS, HUTCHINSON, WILSON y HARRIS (1971) han encontrado una correlación negativa entre la ingestión y la concentración de amoníaco (% del N total) o ácido acético (% de la materia seca) en el ensilado mientras que DEMARQUILLY (1973) ha encontrado correlaciones negativas, significativas entre la ingestión y el contenido de ácido acético y ácidos grasos volátiles en el ensilado. Todas estas medidas pueden considerarse como índices de la actuación de los clostridios. La razón de la depresión en la ingestión, que ocurre con este tipo de ensilados, no está bien establecida, ya que, cuando se previene la fermentación que da lugar al desarrollo de clostridios, aumenta la ingestión del ensilado resultante (SANE y BREIREM, 1969; WALDO, SMITH, MIELER y MOORE, 1969; WILSON y WILKINS, 1973). Las concentraciones altas de ácidos libres pueden también restringir la ingestión de ensilado. La neutralización parcial con bicarbonato sódico antes de la administración au-

menta la ingestión de los ensilados bien conservados y se deprime cuando se adiciona ácido láctico (MAC LEOD, WILKINS y RAYMOND, 1970).

Estos efectos debidos a las fermentaciones del ensilado oscurecen cualquier relación entre digestibilidad e ingestión y no se ha observado correlación significativa entre estos parámetros en los trabajos de WILKINS y colaboradores (1971). Sin embargo, en los experimentos más recientes, en los que se ha comparado ensilados de diferente digestibilidad, pero con similares características de la fermentación, la ingestión aumenta cuando lo hace la digestibilidad (TETLOW y WILKINS, datos sin publicar). Cuando se controla la fermentación de clostridios los niveles de ingestión voluntaria de ensilados de leguminosas son generalmente más altos que los de gramíneas o maíz (tabla núm. 1), lo que soporta la evidencia de ingestiones de leguminosas cuando se administra el alimento bien fresco o seco (VAN SOEST, 1965).

TABLA NUM. 1

INGESTION VOLUNTARIA Y DIGESTIBILIDAD POR CORDEROS DE ENSILADOS BIEN CONSERVADOS DE ALFALFA, RAYGRASS PERENNE Y MAIZ

	Alfalfa	Raygrass perenne	Maíz
Ingestión de materia orgánica (g./Kg. PV <sup>0,75</sup> )	70	58	61
Digestibilidad en la materia orgánica (%)	66	76	74
Ingestión de materia orgánica digestible (gramos/Kg. PV <sup>0,75</sup> ) ... ..	46	44	45

Valores medios de experimentos realizados en el Grassland Research Institute con ensilados realizados con ácido acético + ácido butírico a menos del 4 % de materia seca.

La mayor parte de los intentos para mejorar el valor nutritivo de los ensilados ha estado orientada hacia la mejora de la ingestión voluntaria. Las últimas investigaciones se han orientado hacia la reducción de ácidos libres en el ensilado. La fermentación en el silo disminuye marchitando el forraje antes de ensilar y normalmente aumenta la ingestión cuando la materia del ensilado es más alta. El empleo de productos químicos para disminuir la fermentación ha recibido una atención especial en el *Grassland Research Institute*. La formalina (35 % v/v HCOH), añadida al ensilado a razón de 7-9 litros/Tm., da como resultados ensilados con un contenido muy bajo de ácidos en la fermentación (WILKINS, WILSON y WOOLFORD, 1974), lo cual ha dado como resultado un aumento en las ingestiones de ensilados de alfalfa (alrededor del 20 % de proteína bruta), pero no en el caso del ensilado de gramíneas (alrededor del 15 % de proteína bruta) (WILKINS, WILSON y COOK, 1974). Aunque la adición de formalina no siempre ha dado incrementos en la ingestión de ensilado de gramíneas, la eficiencia con la que es digerida la materia orgánica por los terneros jóvenes fue más alta en cada uno de los tres experimentos realizados con ensilados tratados con formalina en comparación con ensilados hechos con ácido fórmico (TAYLER y WILKINS, 1975). Este efecto podría haber sido debido a que la formalina hubiera reducido la fer-

mentación en el rumen (BEEVER, THOMSON y HARRISON, 1974); se esperan posteriores progresos en la consecución de ensilados de alto valor nutritivo.

En muchas zonas el principal atractivo del ensilado como un método de conservación es la relativa independencia de la operación de las condiciones climáticas y del nivel de mecanización posible. Cosechas tales como el maíz o los cereales, los cuales morfológicamente no son adecuados para la henificación, pueden ensilarse con facilidad. Las desventajas están en la inestabilidad del ensilado cuando se abre el silo y la gran masa de ensilado, lo cual es inconveniente para el transporte a largas distancias y su posible venta. Estos últimos hechos colocan el ensilado en situación de desventaja en las zonas mediterráneas, donde la administración hay que hacerla a altas temperaturas y el transporte es un aspecto importante.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) ARKCOLL, D.B., and DAVYS, M.N.G., 1973: *Mechanical fractionation as an aid to crop drying*. Proceedings of the First International Green Crop Drying Congress, Oxford, páginas 354-62.
- (2) BEEVER, D.E.; THOMSON, D.J., and HARRISON, D.G., 1974: *Energy and protein transformations in the rumen, and the absorption of nutrients by sheep fed forage*. Proceedings of the 12th International Grassland Congress, Moscow, in press.
- (3) BLAXTER, K.L., 1973: *Artificially dried herbage as a source of energy for ruminant animals*. Proceedings of the First International Green Crop Drying Congress, Oxford, páginas 64-72.
- (4) BRAUDE, R., 1974: *Lucerne juice as a source of protein for growing pigs*. European Association of Animal Production Study Meeting, Copenhagen.
- (5) COOK, J.E., 1973: *The use of additives to improve the stability of maize in aerobic conditions*. Maize Bulletin, núm. 54, 13-6.
- (6) COOK, J.E., and WOOLFORD, M.K., 1975: *The aerobic degradation of silage*. Annual Report, Grassland Research Institute, 1974, in press.
- (7) DEMARQUILLY, C., 1973: *Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages: modification par rapport au fourrage vert initial*. Annales Zootechnie, 22, 1-35.
- (8) ELDER, L., and EAVES, R., 1973: *Rotary drier control refinements*. Proceedings of the First International Green Crop Drying Congress, Oxford, págs. 277-81.
- (9) GREENHALGH, J.F.D.; FERNÁNDEZ CARMONA, J., and MEHMED, E.A., 1973: *Sodium hydroxide treatment of straw; economic problems and possible solutions*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24, 494-5.
- (10) GREENHALGH, J.F.D., and REID, G.W., 1975: *Mechanical processing of wet roughage*. Proceedings of the Nutrition Society, 34, pág. 74A.
- (11) GROSS, F., and BECK, T., 1970: *Untersuchungen über die Hemmung von aeroben Abbauprozessen durch Propionsäure bei der Auflagerung von Gärfutter*. Das wirtschaftseigene Futter, 16, 1-14.
- (12) HOUSEMAN, R.A.; JONES, A.S., and CADENHEAD, A., 1974: *The utilization of grass juice by growing pigs*. Proceedings of the British Society of Animal Production, 1974, 3, pág. 94.
- (13) JONES, A.S.; MACLEOD, W.A.; MACDEARMID, A., and HOUSEMAN, R.A., 1974: *The nutritive value of grass pulp for ruminants*. Proceedings of the British Society of Animal Production, 1974, 3, pág. 113.
- (14) KLINNER, W.E., and HARRIS, A.W., 1972: *The development and performance of NIAE experimental machines for simultaneous mowing and conditioning*. Proceedings of the Subject Day on the combined mowing and conditioning of grass. Report No. 5, National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe.
- (15) KLINNER, W.E., and SHEPPERSON, G., 1975: *The state of haymaking technology, a review*. Journal of the British Grassland Society, in press.
- (16) KNAPP, W.R.; HOLT, D.A., and LECHTENBERG, V.L., 1974: *Anhydrous ammonia and propionic acid as hay preservatives*. Agronomy Journal, 66, 823-4.

- (17) KOCH, L., 1974: *Producing protein concentrates from green plants*. Vaxtodling, 28, Proceedings of the 5th General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, páginas 129-34.
- (18) LESHEM, Y.; THAINE, R.; HARRIS, C.E., and CANAWAY, R. J., 1975: *Water loss from cut grass with special reference to hay-making*. Annals of Applied Biology, 72, 89-104.
- (19) MATTHIES, H.J., 1969: *Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Halmfuttermitteltechnik*. Proceeding of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation, Braunschweig, págs. 315-25.
- (20) MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R., and RALTON, I., 1973: *Energy changes during ensilage*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24, 827-34.
- (21) MACLEOD, D.S.; WILKINS, R.J., and RAYMOND, W.F., 1970: *The voluntary intake by sheep and cattle of silage differing in free-acid content*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 75, 311-9.
- (22) OWEN, E.; JAYASURIYA, M.C.N., and MWAKATUNDA, A.G.K., 1973: *Sodium hydroxide treatment of straw and other fibrous feedingstuffs to improve the digestibility and intake by sheep*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24, 493-4.
- (23) PHILIPSEN, P.J.J., 1971: *Heat treatment of standing crops; new ideas for fodder conservation*. Power Farming and Better Farming Digest. September 1971, 22-4.
- (24) PIRIE, N.W., 1971 (Ed.): *Leaf protein: its agronomy, preparation, quality and use*. I.B.P. Handbook No. 20, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- (25) RAYMOND, W.F., and TILLEY, J.M.A., 1956: *The extraction of protein concentrates from leaves*. Colonial Plant and Animal Products, 6, 3-19.
- (26) ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, 1969: *Control of moulding in damp hay*. Report for 1968, Part I, págs. 132-3.
- (27) SAUE, O., and BREIREM, K., 1969: *Comparison of formic acid silage with other silages and dried grassland products*. Proceedings of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation, Braunschweig, págs. 282-4.
- (28) SHEPHERD, W., 1961: *The susceptibility of hay species to mechanical damage (II). Effects of moisture content and variety*. Australian Journal of Agricultural Research, 12, 783-96.
- (29) STRICKLAND, M.J., 1974: *Maintenance and five gallons from dried grass*. Journal of the British Association of Green Crop Driers, No. 8, 3-6.
- (30) SWAN, H., and CLARKE, V.J., 1974: *The use of processed straw in rations for ruminants*. University of Nottingham Nutrition Conference for Feed Manufacturers, No. 8. páginas 205-33.
- (31) TAYLER, J.C., and LONSDALE, C.R., 1970: *Growth of young cattle fed diets containing artificially dried herbage*. Study Commissions of Animal Nutrition and Cattle Production, European Association of Animal Production, Godollo, 1970.
- (32) TAYLER, J.C., and WILKINS, R.J., 1975: *Conserved forage-complement of competitor to concentrates*. Proceedings of the 23rd Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, in press.
- (33) TERRY, R.A.; SPOONER, M.C., and OSBOURN, D.F., 1975: *The feeding value of mixtures of alkali treated straw and grass silage*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, in press.
- (34) TETLOW, R.M., 1973: *Reducing drying load increases profit*. Journal of the British Association of Green Crop Driers, No. 7, 82-8.
- (35) TETLOW, R.M.; WILKINS, R.J., and EVANS, W.E., 1975: *Water loss in conservation systems: field studies*. Annual Report, Grassland Research Institute, 1974, in press.
- (36) THAINE, R., and HARRIS, C.E., 1973: *Formic acid as a desiccant for grass leaves*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 80, 349-51.
- (37) VAN SOEST, P.J., 1965: *Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility*. Journal of Animal Science, 24, 834-43.
- (38) WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; MILLER, R.W., and MOORE, L.A., 1969: *Growth, intake and digestibility from formic acid silage versus hay*. Journal of Dairy Science, 52, 1609-16.
- (39) WILKINS, R.J., 1974a: *Scientific and technical progress in forage crop dehydration*. Proceedings of the 12th International Grassland Congress, Moscow, in press.
- (40) WILKINS, R.J., 1974b: *The nutritive value of silages*. University of Nottingham Nutrition Conference for Feed Manufacturers No. 8, págs. 167-89.
- (41) WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F., and HARRIS, C.E., 1971: *The voluntary intake of silage by sheep. I. Inter-relationships between silage composition and intake*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 77, 531-7.

(42) WILKINS, R.J.; WILSON, R.F., and COOK, J.E., 1974: *Restriction of fermentation during ensilage: the nutritive value of silages made with the addition of formaldehyde*. Proceedings of the 12th International Grassland Congress, Moscow, in press.

(43) WILKINS, R.J.; WILSON, R.F., and WOOLFORD, M.K., 1974: *The effects of formaldehyde on the silage fermentation*. Vaxtodling, 29, Proceedings of the 5th General Meeting of the European Grassland Federation. Uppsala, págs. 197-201.

(44) WILSON, R.F., and WILKINS, R.J., 1973: *Formic acid as a silage additive for wet crops of cocksfoot and lucerne*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 80, 225-31.

(45) WOOLFORD, M.K., 1972: *Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making*. Herbage Abstracts., 42, 105-11.

#### ADVANCES IN FORAGE CONSERVATION

##### SUMMARY

Forage is conserved primarily to provide nutrients in periods when pasture growth rates are slow. The need for conserved forage may be reduced by adjusting the reproductive pattern of the livestock to match nutrient demand to the supply from pasture and by allowing animal growth rates to fall during periods of low pasture availability. Such strategies will lead to a high degree of seasonality in animal production and cannot be used when the production of liquid milk for direct human consumption is important. In the Mediterranean countries the place of conserved forage in supplying nutrient demands during periods of low pasture availability is likely to be less than in northern Europe; crop by-products and cereal grains may make a larger contribution to feeding.

Forage of high nutritive value may be produced with low loss by high-temperature dehydration, but the requirement for energy in drying is large even when moisture content is reduced by pre-harvest desiccation or by mechanical extrusion of juice from the crop. When rainfall is low rates of insolation high, field drying is likely to be preferred to high-temperature dehydration. Progress has been made with mechanical and chemical methods for increasing the drying rates of hay and in enabling hay to be stored at high moisture content, but more research is required particularly in relation to the prevention of loss through fragmentation and in making pellets and wafers of high density from hay in order to allow efficient transportation. Crops can be conserved efficiently as silage, but voluntary intake of nutrients may be reduced through ensiling. Additives such as formic acid can control clostridial fermentation even with wet crops of lucerne and result in increased levels of silage intake. The addition of formalin at ensiling leads to a restriction in fermentation in the silo and may increase intake and the efficiency with which nutrients are utilized. The effect on intake has not always been found with grasses. Losses when the silo is opened for feeding may be high and this is a particular problem when silages of low moisture content are fed in high ambient temperatures. Losses from this source can be reduced by the addition of propionic acid at ensiling.