

**CENTRO UNIVERSITARIO DE MATANZAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES "INDIO HATUEY"**

***Estudios para mejorar la utilización  
del ensilaje en vacas***

Autor: *Ing. Marcos Esperance Matamoros*  
Tutor: *Ing. Roberto García López C.Sc.*

**Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias**

**1982**

*A la Revolución; a Fidel, a mis padres, esposa e hijos*

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se ha realizado gracias a las facilidades que brinda el Gobierno Revolucionario al desarrollo científico-técnico de nuestro país y en particular al esfuerzo de todos los trabajadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".

Un agradecimiento especial al Ing. Roberto García López por su acertada orientación, revisión y valiosas sugerencias en la redacción de esta tesis.

Debo resaltar el esfuerzo diario de los técnicos medios A. Perdomo, D. Díaz, así como los demás investigadores del Departamento de Manejo y Utilización de los Pastizales y en especial a los compañeros del grupo de Conservación y Calidad.

De igual forma debo expresar mi agradecimiento al Dr. Carlos Geerken y demás miembros del Consejo Científico del Instituto de Ciencia Animal.

Agradezco la ayuda de quienes trabajaron en la mecanografía y formato de esta tesis.

Finalmente mi gratitud a los compañeros Roberto García-Trujillo y José Martínez por su colaboración.

## ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción, objetivos y revisión de la literatura .....	1
Introducción .....	1
1.1 Revisión bibliográfica .....	2
1.1.1 Alternativas para solucionar el déficit de alimento en el período seco.....	2
1.1.2 El ensilaje como método de conservación .....	3
1.1.3 Métodos para mejorar la calidad de los ensilajes y su utilización .....	6
1.1.4 Sistemas de producción de leche.....	10
Conclusiones de la revisión de la literatura.....	12
Introducción general a los experimentos .....	14
Capítulo 2. Algunas características y valor nutritivo de los ensilajes fabricados en la region occidental de Cuba	15
Introducción.....	15
Materiales y métodos .....	15
Procedimiento .....	15
Resultados.....	15
Discusión .....	19
Capítulo 3. Formas de mejorar la eficiencia de la utilización de los ensilajes para la producción de leche .....	21
Introducción.....	21
Experimento 1. Respuestas productivas de vacas lecheras en dietas de ensilaje a voluntad.....	21
Experimento 2. Efecto de la inclusión del forraje en dietas de ensilaje sobre la producción de leche.....	22
Experimento 3. Efecto del tiempo de pastoreo sobre la producción de leche de vacas con ensilaje <i>ad libitum</i> .....	23
Experimento 4. Efecto de diferentes niveles de suplementación de concentrado y/o heno sobre la producción de leche de vacas con ensilaje <i>ad libitum</i> .....	24
Capítulo 4. Formulación de un sistema con ensilaje .....	28
Introducción.....	28
Materiales y métodos .....	28
Discusión.....	31
Capítulo 5. Extensión en la producción .....	33
Consideraciones económicas del sistema para ensilaje en condiciones de producción .....	33
Materiales y métodos .....	33
Resultados.....	33
Capítulo 6. Discusión general.....	36
Conclusiones .....	38
Recomendaciones .....	39
Referencias bibliográficas .....	40
Anexos.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto del contenido de MS en la calidad del silo.....	4
Tabla 2. Efecto del contenido de MS del silo sobre el pH y NH <sub>3</sub> (Esperance, 1979. Datos no publicados).....	4
Tabla 3. Contenido de CHS de algunas especies.....	5
Tabla 4. Efecto del presecado sobre el consumo de MS en vacas lecheras.....	8
Tabla 5. Efecto del presecado sobre la producción de leche.....	8
Tabla 6. Efecto de la conservación con ácido fórmico en los ensilajes sobre el consumo y ganancia de peso en novillas. ....	8
Tabla 7. Efecto de la conservación del ensilaje con ácido fórmico en los ensilajes sobre la producción de leche..	9
Tabla 8. Correlación entre la edad del forraje y la composición del ensilaje. ....	16
Tabla 9. Correlación entre el pH y la composición de los ensilajes. ....	16
Tabla 10. Cambios en la composición y valor nutritivo del forraje debido a la conservación. ....	18
Tabla 11. Composición bromatológica (%). ....	21
Tabla 12. Composición bromatológica (%). ....	22
Tabla 13. Composición bromatológica (%). ....	23
Tabla 14. Balance alimentario. ....	24
Tabla 15. Requerimientos.....	24
Tabla 16. Balance alimentario. ....	25
Tabla 17. Composición bromatológica (%). ....	25
Tabla 18. Composición de los alimentos. ....	30
Tabla 19. Cantidad de alimentos preservados en el tratamiento experimental. ....	30
Tabla 20. Comparación de los sistemas en producción de leche por animal. ....	30
Tabla 21. Indicadores técnicos (producción de leche). ....	33
Tabla 22. Indicadores técnicos (conservación). ....	34
Tabla 23. Indicadores económicos. Estructura de los costos de fabricación.....	34
Tabla 24. Indicadores económicos. Costos de producción del ensilaje y heno.....	34
Tabla 25. Análisis comparativo de los costos. ....	34
Tabla 26. Indicadores económicos. ....	35
Tabla 27. Indicadores económicos. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Distribución de los ensilajes según su composición bromatológica.....	16
Fig. 2. Relación entre la proteína bruta del ensilaje y la proteína digestible.....	17
Fig. 3. Variación del contenido de EM de acuerdo al % de proteína bruta. ....	17
Fig. 4. Revisión entre el contenido de PB y el consumo de MS. ....	18
Fig. 5. Revisión entre la digestibilidad de la M.O. (%) y el consumo (g/kg PV <sup>0,75</sup> ).....	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 28. Rendimiento de leche, composición, consumo y cambio de peso vivo. ....	49
Tabla 29. Requerimientos.....	49
Tabla 30. Rendimiento de leche, composición y cambios de peso vivo. ....	49
Tabla 31. Consumo de materia seca (kg/día). ....	49
Tabla 32. Producción de leche, consumo y cambio de peso vivo. ....	50
Tabla 33. Rendimiento, composición de leche y cambio de peso vivo. ....	50
Tabla 34. Consumo de MS. ....	50
Tabla 35. Comparación de los sistemas en producción de leche por área. ....	50

## **CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **Introducción**

Al clausurar la IV Plenaria Nacional de Ganadería en 1974, nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz expresó:

“De nuevo vuelvo a insistir en la importancia que tiene el pastoreo, y que nosotros desarrollemos una filosofía de alimentación del ganado vacuno a base de pastos; pastos que deben ser fertilizados; y cada vez que podamos ir ampliando las áreas de riego, por lo económico que resulta la alimentación del ganado a base de pastos y por las incuestionables dificultades que surgen con respecto a la adquisición de granos para la alimentación del ganado”.

Teniendo en cuenta estos principios, en las Tesis y Resoluciones aprobadas por el I Congreso del Partido Comunista de Cuba aparece: “Adoptar medidas para el aseguramiento de la alimentación del ganado vacuno por la vía de los pastos y forrajes...”.

Por esto y mediante los organismos correspondientes, se han orientado los principales temas de investigación respondiendo a nuestros problemas principales en la producción vacuna.

Así, se ha desarrollado un complejo plan de investigaciones en el cual, la utilización de los alimentos conservados es objeto de estudio.

Una de las principales limitantes de la producción ganadera en nuestro país es el déficit de alimentos que se produce en los meses de seca, hecho que obliga a emplear otros productos en adición al pasto. Entre las formas de atenuar la escasez, podemos citar el suministro de forrajes de áreas con riego y fertilización, el uso de la caña como forraje verde, el empleo de subproductos, así como, la explotación de especies de pastos de mayor rendimiento anual; pero la utilización de variedades más productivas conlleva al máximo potencial productivo y una vía es la conservación en forma de ensilaje, por ser el método, que menos depende de las condiciones climáticas que prevalecen en el período de mayor disponibilidad de alimentos.

Es conocido que cuando no se tiene control sobre la fermentación o si no se emplea una tecnología eficiente de conservación el producto obtenido es de baja calidad (lo que se refleja en los bajos por cientos de proteína y elevado tenor en fibra), por otra parte, ocurren pérdidas cuantiosas de material y de nutrimentos, lo que motiva que a pesar de la importancia de la importancia del ensilaje en la alimentación de la masa vacuna en el período de seca, apenas aporta nutrimentos para cubrir los requerimientos de mantenimientos y producir de 2 a 3 litros de leche, además los animales en estas dietas experimentan pérdidas de peso vivo y acortan el período de lactación; aspectos que influyen negativamente en la gestión económica de las empresas ganaderas dedicadas a la producción de leche.

La necesidad de investigar cuales son los factores que influyen sobre la utilización de los ensilajes tropicales, así como encontrar sistemas de alimentación y manejo que mejoren la eficiencia de este alimento cuando es utilizado como base de la dieta en la época de seca constituye una necesidad de nuestro país.

De ahí que nos propusiéramos como objetivos fundamentales de esta tesis contribuir a mejorar la utilización de los ensilajes por nuestros animales desde el punto de vista de consumo y producción de leche mediante el estudio de métodos de alimentación y formas de mejorar la calidad vinculando el manejo del pasto durante el año como un sistema único que permita ofrecer al productor recomendaciones prácticas para producir y alimentar con ensilajes.

## 1.1 Revisión bibliográfica

### a) Pasto como fuente básica en la alimentación bovina y sus limitaciones

Se ha señalado que los pastizales continuaron siendo la fuente principal y más económica de obtener productos de origen animal mediante el pastoreo de los rumiantes (Frame, 1971). No obstante, la situación de los países subdesarrollados que según datos de la FAO (1972) poseen el 71% del área mundial de pasto y el 73% de la población mundial de ganado es alarmante, ya que mientras que los países desarrollados produjeron 322 kg de leche por habitantes, los países subdesarrollados solo produjeron 23 (Jasicrowski, 1973). Lo cual indica el bajo nivel de desarrollo y la poca eficiencia con que son explotados los pastos en los países subdesarrollados (Claveran, 1975; Pérez Infante, 1977 y Elías, 1977); lo que será resuelto cuando además de mejoras en las tecnologías que permitan utilizar eficientemente las áreas de pastos se realicen verdaderas transformaciones en lo económico, político y social (Pérez Infante, 1977 y Elías, 1977).

Entre las limitaciones para la producción ganadera a base de pastos, se destacan según Miralles de Miranda (1975) el nivel de fertilidad de los suelos y las sequías periódicas, las deficiencias minerales, las enfermedades y las plagas y otras.

En nuestro país la producción anual de pasto o forraje, así como su distribución a través del año está, influenciada principalmente por las condiciones climáticas existentes y por la distribución anual de las lluvias que unida a otros factores como la temperatura y la radiación solar hacen que la producción de pastos no sea estable a través del año.

Otros factores como la fertilidad del suelo, el tipo de pasto o forraje que se utilice, así como el manejo y la agrotecnia a que sean sometidos van a influir grandemente sobre la producción total y su distribución anual.

La desigual distribución de las lluvias a través del año hace que la mayor producción de pasto se produzca en el período lluvioso que se extiende de mayo a octubre, donde cae el 80% de los 1 300 mm de precipitación anual y mientras que en la época de seca que abarca de noviembre a abril cae el 20% de las precipitaciones anuales y la producción de pasto en este período fluctúa entre un 8 y 33% para la región occidental (Pérez Infante, 1970; Crespo, 1973; Pérez Infante y Lucas, 1974) y entre un 11 y 27% para la zona oriental (Medina, Wollner y Castillo, 1968).

Este déficit de alimentos que se produce en el período seco es uno de los principales causantes de la caída de la producción animal y especialmente de la producción de leche cuando el pasto es el principal componente de la ración.

#### 1.1.1 Alternativas para solucionar el déficit de alimento en el período seco

##### a) Utilización de especies más productivas

Empleando variedades más productivas se puede incrementar la producción de pastos y por lo tanto el número de animales posibles a alimentar (Pérez Infante, 1970).

De esta forma los rendimientos logrados con la hierba guinea en términos de MS/ha están entre los más altos logrados con gramíneas tropicales, lo que se debe a que esta especie tiene un sistema fotosintético muy eficiente (Ludlow y Wilson, 1967).

Un considerable número de estudios reportan buenos resultados con la guinea (Oyenuga y Assare, 1974; Shigerou y Hittaya, 1977).

En Cuba los diferentes estudios evaluativos han demostrado las posibilidades productivas de esta especie. Funes, Yepes y Hernández (1971); Dudar, Machado y Pedraza (1975); Machado y Pedraza (1976); Machado, Gómez y Quesada (1976); Hernández y Gómez (1977); Gerardo y Oliva (1977) en estudios comparativos han reportado para la guinea, en algunos casos, producciones superiores a las 20 t/ha de MS anual y en otros rendimientos en la época poco lluviosa superiores al 40 % del total anual.

Por otra parte, en estudios sobre fertilización nitrogenada se han encontrado respuestas eficientes de esta especie al incremento de los niveles de N (Paretas y Pérez, 1971; García, 1972; Crespo, 1974; Melimonadze, González, Serrano y Cartaza, 1975; Aspiolea y Arteaga, 1977; Paretas y Gómez, 1977).

Otra de las especies que ha demostrado ser altamente productiva bajo diversas condiciones es la hierba buffel. Funes, Yepes y Hernández (1971) obtuvieron altos rendimientos de MS en *Cenchrus ciliaris* cv. Formidable como especie para pastoreo.

Machado, Gómez y Quesada (1978) estudiando el comportamiento de pastos introducidos en la provincia de Las Tunas reportaron para *Cenchrus* una producción anual de 22,4 t. Por otra parte, con bermuda cruzada bajo las condiciones de Cuba el máximo potencial de esta especie varía entre 17 y 30 t MS/ha/año. En este sentido Puentes e Izquierdo (citado por García-Trujillo, 1978) reportaron rendimientos de 27,2 28,9 t cuando aplicaron dosis de 867 kg de N/ha. En condiciones de secano y aplicaciones de N solo en el período lluvioso, deben

esperarse rendimientos entre 7 y 13 t MS/ha/año con ligeras variaciones según el tipo de suelo y el cultivar (Remy, Cáceres, García-Trujillo y Esperance, 1979).

Portieles y Aspiolea (1968) obtuvieron 10,9 t/ha en la seca cuando aplicaron riego al cv. Coastcross 1. Hernández y Gómez (1977) reportaron que este y el cv. Coastal produjeron en secano rendimientos anuales de 13,2 y 12,9 t/ha con un 20,1% de producción en seca en relación al total anual, aunque se han reportado producciones de 32% del total anual para el cv. Coastcross 1 (Cordoví, Menéndez y Galindo, 1978).

#### **b) Fertilización diferida**

Otro método para incrementar la producción de pastos en la época de seca ha sido la utilización diferida del nitrógeno Rábago (1971) y Crespo (1976), la que ha sido efectiva cuando se utilizan plantas que tengan buen comportamiento en esta época, aunque tiene la desventaja de que no se aprovecha al máximo el potencial de producción del pasto en su período de mayor crecimiento.

#### **c) Asociación de leguminosas con pastos**

El uso de las leguminosas en asociación con pastos naturales o artificiales ha sido otra forma de incrementar la producción vegetal sobre todo en condiciones donde la producción no es intensiva Cribeiro, Elías y Sánchez (1976); Rodríguez (1976); Echevarría y Rodríguez (1977); Salinas, Esperance y Milera (1981), pero las asociaciones han durado poco tiempo debido a las altas cargas a que han sido sometidas y a problemas de nodulación.

#### **d) Riego**

Cuando las posibilidades de riego son limitadas, este se destina por lo general a las áreas forrajeras, con especies de buena respuesta al riego y al fertilizante. Aunque los forrajes utilizados son variables. Entre los más extendidos se encuentran distintas variedades de la hierba elefante, caña de azúcar, millo y especies de pasto estrella mejorada o la bermuda cruzada 1; reportándose rendimientos de 47 a 52 t MS/ha/año con el king grass (Ramos, Herrera y Curbelo, 1979).

#### **e) Alimentos conservados**

Los estudios realizados sobre el rendimiento en primavera en las especies de mayor perspectiva en nuestro país con la aplicación de fertilizantes, unido a un método apropiado de cosecha han puesto de manifiesto el enorme potencial de producción de los pastos y forrajes tropicales (Medina, Wollner y Castillo, 1966; Wollner y Castillo, 1968; Pérez Infante, 1970; Paretas y Pérez, 1971; Paretas y Gómez, 1977; García-Trujillo, 1977), lo que posibilita tener altos rendimientos de MS/ha y que se produzca un excedente de alimentos en esta época. Estas evidencias y la escasez del riego durante la seca han convertido a la conservación de alimentos en una de las principales soluciones del período seco.

Considerando la importancia de los pastos y forrajes conservados en la alimentación de la masa vacuna lechera si se desean obtener los mejores resultados con su empleo se deben tener en cuenta algunos aspectos entre los que podemos señalar: (1) Selección óptima del método de conservación a utilizar según las características de la región y los fines de la explotación (2) Formas de incrementar la calidad de los ensilajes y su utilización (3) Integración de la conservación en el sistema del manejo del pasto de forma que se obtenga la mayor eficiencia económica.

#### **1.1.2 El ensilaje como método de conservación**

Una de las principales limitantes de la conservación en forma de heno en las regiones tropicales y subtropicales es la elevada humedad relativa que prevalece en el período de mayor abundancia del pasto (en que hay disponibilidad de algún sobrante que puede ser conservado) lo que trae como consecuencia deterioro en la calidad del producto y problemas en el almacenamiento, debido a la proliferación de mohos cuando se utiliza el método de heno secado en el campo que es el más difundido en nuestro país. Las condiciones climáticas prevalecientes en la primavera imponen que se seleccione el período final de esta, para practicar la conservación por este método, sino se desean correr los riesgos expuestos.

En Cuba el mayor volumen de alimentos (80%) se conserva en forma de ensilaje y solo el 20% en forma de heno, según reporta Boado (1969).

El proceso de ensilar consiste en almacenar la hierba (fresca o parcialmente desecada) en una masa compacta a la que se le extrae el aire (por apisonamiento o por medio de equipos extractores) para inhibir los



cambios químicos indeseables. El proceso de conservación se realiza ya sea por fermentación o esterilización por ácidos orgánicos e inorgánicos. Dentro de la masa ensilada tiene lugar un conjunto de reacciones y cambios de los cuales son responsables la variada flora de microorganismos que en ella se desarrolla.

Cuando la fabricación de ensilaje se efectúa de una forma correcta siguiendo las normas técnicas establecidas para esta labor es indudable que se logra un producto de elevada calidad; con buen valor nutritivo y con un % reducido de pérdidas lo que hace que este alimento sea consumido con avidez por los animales y se obtengan el mayor rendimiento en carne o leche.

Por el contrario, si la técnica de conservación no es adecuada, además de obtener un producto de menor calidad, los procesos indeseables que ocurren en la masa ensilada tales como fermentaciones clostrídicas originan cuantiosas pérdidas de material y de nutrimentos. Los principales problemas que se pueden presentar en el ensilaje se deben principalmente al contenido excesivo de humedad.

Se ha demostrado que de los factores que afectan la calidad del ensilaje el contenido de MS del forraje es uno de los de mayor importancia, debido a que el grado de humedad del forraje tiene un gran efecto sobre los procesos fermentativos como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1. Efecto del contenido de MS en la calidad del silo (Bretigmere, 1962).

MS (%)	pH	Acido láctico (%)	Acido butírico (%)	Acido acético (%)
15,0	5,3	0,27	1,53	0,28
24,0	4,8	2,1	0,86	0,35
27,7	4,1	1,0	-	-
33,0	4,7	2,7	0,46	0,46
41,0	4,8	4,1	0	0,76
61,0	5,8	3,8	0	0,78

Como se puede apreciar en la tabla 2 los mayores valores de pH y ácido butírico están asociados con bajos % de MS, esto se debe que el elevado contenido de humedad proporciona condiciones favorables para el desarrollo de la flora clostrídica (Bretigmere, 1962), de cuya actividad depende la mala calidad y los elevados por cientos de pérdida de algunos ensilajes.

Tabla 2. Efecto del contenido de MS del silo sobre el pH y NH<sub>3</sub> (Esperance, 1979. Datos no publicados).

MS (%)	pH	NH <sub>3</sub> (% NT)
19,3	4,9	24,1
26,7	4,2	18,3
35,8	4,0	12

El contenido de MS no solo tiene influencia en el tipo de fermentación que ocurre en el silo sino que además determinará la magnitud de las pérdidas por efluentes, que en el caso de forrajes con un contenido de MS inferior a un 30% pueden alcanzar valores de hasta el 10% de la materia seca del ensilaje.

Por otra parte, la ruptura de las proteínas y formación de amoníaco procesos que conspiran contra la calidad y valor nutritivo del ensilaje; tiene mayor extensión de forrajes con elevado contenido de humedad. En la tabla 2 se relaciona el contenido de MS del ensilaje con el pH y NH<sub>3</sub>.

La forma más común de inhibir la fermentación clostrídica, que provoca la producción de CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y otros compuestos de N es reduciendo el contenido de humedad del forraje, Jeringa (1960) ha demostrado que las bacterias butíricas y proteolíticas son muy sensibles al aumento de la presión osmótica que se produce cuando aumenta el contenido de MS, bien sea porque se ensile el material con avanzado estado de madurez o porque se someta a presecado.

Se ha señalado que el contenido ideal de MS para la cosecha a ensilar es de 25 a 30% a pesar de que puede lograrse mayor estabilidad con materiales que contengan menos humedad (Nash, 1959; Brearen y Usveli, 1960; Sutter, 1965; Govet, Fatianof, Zelter, Durand y Chevalier, 1965), el hecho de conservar forrajes pasados a expensas de una menor calidad (por la reducción en el tenor de proteína) y la reducción de la digestibilidad, no es una práctica aconsejable. Se ha determinado que en forrajes con un 20% de MS, la cantidad de ácido láctico necesaria para obtener un pH de 4,2 oscila de 1,0 a 1,5%, lo que puede ser logrado si el material contiene de 5 a 7,5% de carbohidratos fermentescibles y solamente actúan bacterias lácticas homofermentativas.

Con relación a esto hay que destacar que aunque el ácido láctico no sea el principal agente conservador cuando se ensilan forrajes tropicales, como ocurre en nuestro país; por lo general nuestras especies presentan valores aceptables de carbohidratos solubles. Como se muestra en la tabla 3 con materiales cortados con 6 semanas de edad y fertilización de NPK a razón de 50, 100 y 100 kg respectivamente.

Tabla 3. Contenido de CHS de algunas especies (Aguilera, 1975).

Especie	CHS (%)
Pangola	7-8
Napier	10-11
Bermuda	8-9

De ahí que cuando se ensilan forrajes de elevada humedad se preste atención a otros detalles tales como: interrumpir la fabricación en caso de lluvias; no añadir una cantidad excesiva de agua en la miel; construir zanjas de drenaje para evitar que se acumulen los efluentes; cubrir los silos una vez terminada su fabricación y de ser posible, aunque de ser objeto de estudio, añadir sustancias absorbentes cada cierto número de capas de material.

Si se desea explotar al máximo el potencial productivo de los pastos y forrajes se debe lograr una eficiencia elevada en las técnicas de conservación de alimentos.

La conservación es efectiva cuando se obtiene un producto de calidad, en el que ocurran el menor por ciento de pérdidas. Por lo que se considera que el valor nutritivo y las pérdidas de nutrientes son los factores que determinan la eficiencia de las técnicas de conservación.

Carter (1960) al comparar tres formas de conservación concluyó que cuando la conservación se practica por cualquier método, pero en condiciones similares, el proceso de conservación en sí no ejerce influencia en el valor nutritivo, resultados similares han sido reportados por Zimmer (1969).

Es erróneo el criterio de que la conservación mejora la calidad del forraje; se puede afirmar que de forrajes de mala calidad se obtendrán productos conservados de igual valor, por lo que el valor nutritivo dependerá fundamentalmente del que posea el material original en el momento de cosechar (Davies, 1965).

Según Donofer, Crampton y Lloyd (1960) el consumo voluntario y la digestibilidad son los factores fundamentales que determinan el valor nutritivo de los pastos y forrajes.

El consumo de ensilajes de bajo contenido de MS es generalmente menor que el del material correspondiente (Harris y Raymond, 1963; Demarquilly y Jarrigue, 1970) y también menor que el de henos del mismo material (Gordon, Derbyshire y Kane, 1970; Moore, Thomas y Sykes, 1960).

En una revisión realizada por Labadie, 1968 encontró que comparado con el heno el consumo de MS del ensilaje se redujo como promedio un 19% con ensilajes que contienen entre un 20 y 30% de MS.

Al efectuar 12 pruebas se encontró reducción en el consumo solo cuando el contenido de proteína fue menor del 8% lo que sugiere el contenido de proteína tenga gran influencia en el consumo de ensilajes. Las causas del bajo consumo de los ensilajes de elevada humedad no son bien conocidas, aunque se ha planteado que el agua en sí, no es factor limitante. Se ha sugerido que los cambios que experimenta el forraje sean una de las principales causas.

Hay suficientes evidencias para afirmar que las reducciones en el consumo son mayores a medida que se incrementa la intensidad de la fermentación a menos que esta sea limitada por la utilización de aditivos Save y Breirem (1969) de esta forma se han reportado correlación del consumo con el contenido de ácido acético ( $r=-0,5$ ) (Wilking, 1971); con el amoníaco ( $r=-0,61$ ) y con el contenido total de ácidos ( $r=-0,68$ ) (Demarquilly, 1973; Andréu y Demarquilly, 1974). La influencia del alto contenido de ácido orgánico fue sugerida por Harris, Raymond y Wilson (1966) como un factor que deprime el consumo.

Los mecanismos por los cuales estos pueden limitar al consumo según Raymond (1969) pueden ser: reducción del pH ruminal y de la secreción salival, así como efectos metabólicos, aunque ninguna de esta hipótesis han sido plenamente confirmadas y se han reportado incrementos en el consumo con aumentos en el contenido de ácido láctico cuando este constituye menos del 10% de la MS (Demarquilly, 1973).

La adición de acetato no alteró al consumo de ensilaje; según reportan Hutchinson y Wilkin (1971); por otra parte, se ha encontrado mayor correlación entre el % de MS y el consumo que entre el contenido de láctico y acético con el consumo, es posible que estos no sean la causa de la reducción en el consumo, sino indicadores de determinados tipos de fermentación que producen compuestos como las aminas, histaminas (Neumar, Bondi y Volcán, 1964) provenientes de las proteínas que limitan el consumo voluntario.

Harris y Raymond (1968) señalaron que entre forraje verde y ensilajes no se deben esperar variaciones en la digestibilidad.

Se reconoce que la digestibilidad de los ensilajes está determinada principalmente por la del material original, la cual es afectada por la especie de pasto o forraje y su estado de madurez (Harris y Raymond, 1963; Castle, 1975). Estos autores encontraron que el ensilamiento no afecta significativamente la digestibilidad de la hierba, estos resultados confirmados por McDonald y Edwards (1976); Donalson y Edwards (1976). Aunque Watson y Nash (1960); Demarquilly y Jarrigue (1970) han encontrado que el efecto de conservación sobre la digestibilidad es más variable, encontrándose en un rango de 0 a 13 unidades.

La importancia de las pérdidas de nutrimentos durante la conservación de los forrajes no solo se debe a la estrecha relación de los forrajes no solo se debe a la estrecha relación que existe entre estas y la calidad del producto final obtenido, sino que además, se deben considerar la significación nutricional por las consecuencias zootécnicas de las mismas, ya que debido a los procesos químicos y bacterianos que ocurren en la masa ensilada y que modifican las propiedades y la naturaleza química de los constituyentes mayores de un forraje, se forman todo un conjunto de metabolitos terminales, que pueden influenciar los metabolitos nutricionales intermedios al nivel del rumen y tejidos y condicionar la convertibilidad de los nutrimentos presentes en el ensilaje en leche o carne (Zelter, 1970).

### **1.1.3 Métodos para mejorar la calidad de los ensilajes y su utilización**

#### **a) Troceado**

La obtención de ensilajes estables por fermentaciones anaerobias es principalmente el resultado de la producción de los ácidos láctico y acético a partir de los carbohidratos solubles (McDonald y Whittenburg, 1973). Los microorganismos responsables de esta conversión constituyen un por ciento bajo del total de microorganismos presentes en la masa ensilada (Greenhall, 1964) ha demostrado que la liberación de los jugos celulares bajo condiciones anaerobias es un pre-requisito para el buen desarrollo de la fermentación.

El efecto del estado físico de la planta sobre la extensión de la fermentación ha sido objeto de numerosos estudios (Weis, 1968; Anon, 1971; Dulphy, Beckett y Thompson, 1975). Los resultados encontrados muestran que el grado de troceado afecta la cantidad de ácido butírico producido y después de cierto grado de troceado (específico para cada especie) la fermentación butírica se ve deprimida (Echevarría y Ojeda, 1979). Por otra parte, se ha comprobado que el troceado o la laceración del forraje antes de ensilar reducen las pérdidas de MS en los silos (Zimmer, 1967; May Abou-Raya; Addel Malik y Hothout, 1973). El troceado incrementa la densidad del material (Liscombe, Experimental Husbandry Faros, 1975) y de esta forma ayuda a una mejor consolidación (Messer y Hawkins, 1977), lo cual reduce la cantidad de oxígeno atrapado en el material.

Los hallazgos sobre el efecto del troceado sobre la digestibilidad de los ensilajes no permiten sacar conclusiones definitivas, ya que incrementos en la digestibilidad al trocear el forraje han sido reportados por Millar, Poland, Sandy y Huber (1969); Penning, Wikilson y Osburn (1976), mientras que Bryan (1976) reportaron reducción de la digestibilidad. Por lo que se necesitan realizar estudios bajo condiciones controladas de consumo y en especial con diferentes niveles de ingestión antes de sacar conclusiones definitivas sobre la influencia del troceado en la digestibilidad.

Las investigaciones realizadas muestran que el troceado fino (1-2 cm) del forraje incrementa el consumo de ensilaje, debido en parte a una mejor conservación del material (Murdoch, 1965; Dulphy y Demarquilly, 1973). No obstante, el mayor incremento del consumo está dado en la reducción del tamaño de la partícula *per se*, ya que se ha observado que cuando los animales consumen ensilajes confeccionados con forrajes largos se forman masas de estas partículas en el rumen que dificultan el pasaje de las partículas menores al abomaso (Camping, 1966; Dulphy, Beckett y Thompson, 1975).

Además de presentarse dificultad en la regurgitación de estos materiales, lo que impide que se produzca una eficiente rumiación y por lo tanto la reducción de las partículas para una mejor digestión y pasaje a través de las partículas para una mejor digestión y pasaje a través del rumen (Michalet, 1975; Deswyson y Vambelle, 1978).

Los incrementos en el consumo de MS en los ensilados picados corto varía con el tamaño y tipo de animal, reportándose por Dulphy y Demarquilly (1971) y (1975) incrementaron de 43,9 en ovejas y 21,3 en novillas y 17,8 en vacas lecheras.

La disminución del efecto del troceado del ensilaje sobre el consumo, a medida que se incrementa el tamaño del animal probablemente esté relacionado con el menor tamaño del esófago y el orificio retículo-omasal en los animales más pequeños (Demarquilly y Dulphy, 1977).

Las respuestas en producción de leche al troceado han sido variables. Mientras Baxter, Owen y Waldo (1966); Abdel-Malik y col. (1973) y Brabander y col. (1976) no encontraron incrementos en producción de leche con este pretratamiento Tobino, Bando, Makita, Ogura, Yoshida y Tsubomatsu (1968); Dulphy y Demarquilly (1975) y en los trabajos belgas (citado por Dulphy, 1977). Se reportan incrementos en la producción con el troceado del material.

## a) Aditivos

Para lograr ensilajes de calidad es necesario que las fermentaciones que ocurran durante el proceso de ensilaje sean reducidas y/o sean orientadas correctamente, favoreciendo en este último caso, las fermentaciones lácticas con el fin de que no se produzcan procesos indeseables que originan la formación de ácido butírico y la ruptura de las proteínas; con este fin se han utilizado varias técnicas como son el predesecado, el troceado del material y el uso de los aditivos.

En general los aditivos más usados son los estimulantes de las fermentaciones principalmente la láctica (hieles u otros tipos de carbohidratos); los inhiben total o parcialmente la actividad de los microorganismos entre los que se encuentran los ácidos orgánicos (clorhídrico, sulfúrico y sus mezclas), los ácidos orgánicos como el fórmico y otros ácidos y un tercer grupo cuya acción está basada en un efecto bactericida que reduce los procesos fermentativos en general como el formol y el metabisulfito de sodio.

La utilización de algunos de estos conservantes a escala comercial se ha reducido por las dificultades de su aplicación como ocurre con los ácidos minerales y sus mezclas (Owen, 1972; Dulphy y Journet, 1973; Wilson, 1973).

Entre los estimulantes de la fermentación los más difundidos son las mieles (Cachpoole, 1970; Ojeda, 1979). En el trópico se ha utilizado principalmente la miel final de la elaboración de azúcar cuando el contenido de carbohidratos solubles de los forrajes es bajo (Cachpoole y Henzell, 1971), la cual por lo general se adiciona a razón de 2% de peso fresco del forraje; Cachpoole y Henzell (1971) han reportado que estos niveles de miel son adecuados para los forrajes de países templados que tienen un contenido de carbohidratos solubles entre 13 y 16% de la MS, pero insuficientes para los forrajes de los países tropicales que tienen por lo general un nivel bajo de carbohidratos solubles (2,5-6,1% de la MS). Por otra parte, Zelter (1960) recomienda que la adición de miel debe ser efectuada hasta alcanzar en la masa ensilada entre 12 y 16% de carbohidratos solubles calculado en base seca.

Los resultados obtenidos con la adición de miel a los forrajes tropicales han sido variables, de esta forma González y Tunnisen (1967) reportaron los mejores resultados en hierba pangola con aplicaciones de 4%, asimismo Meléndez (1975) recomienda la adición de 30 a 40% kg/t para forrajes de gramíneas mientras que Ojeda (1980) indicó que los mejores resultados han sido hallados con 80 kg7t; trabajando este último con hierba guinea en silos de laboratorio.

Las cantidades de miel que se debe añadir al ensilar la masa verde parece estar muy relacionada con el contenido de MS del material a ensilar; en pastos templados se reporta que cuando al forraje alcanza de un 30-55% de MS, las mieles parecen tener poco efecto en su empleo económico y en ocasiones se ha encontrado que afectan la calidad (Ardí, Domínguez y Gutiérrez, 1979). Por otra parte, la adición de miel a forrajes ricos en carbohidratos produce el efecto contrario al deseado, pues aumentan las pérdidas de nutrimentos y se facilita el desarrollo de los clostridios (Lara y Ruiz, 1977).

En pruebas con ensilajes de especies tropicales Lanigan (1961) y Cachpoole (1970) observaron que a pesar de que la adición de miel promocionó la fermentación láctica no se alcanzó la estabilidad de los ensilajes.

La tendencia de los pastos tropicales a tener bajos contenidos de carbohidratos solubles es considerada por numerosos autores como la causa principal de las dificultades que presentan los ensilajes fabricados a partir de ellos. Hay poca información en la literatura sobre la composición en carbohidratos de las especies tropicales y de su potencialidad para ser ensilada. En nuestro país Herrera (1979) reportó contenidos de carbohidratos solubles de 7,6 y 8% para la bermuda cruzada y pasto estrella mejorado (*C. nlemfuensis*) respectivamente; Aguilera (1979) encontró valores de 12,6% en hierba pangola de 45 días de edad y fertilizada con 50 kg de N/ha. Estos resultados y la necesidad económica de valorar el empleo de las mieles como aditivo han sugerido la necesidad de realizar estudios sobre la fabricación de ensilajes sin miel.

Aunque los hallazgos reportados en la literatura sobre la fabricación de ensilajes sin aditivos no han sido muy favorables pues, McCullough (1975) y Thomas (1978) encontraron en estos ensilajes bajo valores bajos de ácido láctico y elevados por cientos de butíricos de NH<sub>3</sub> expresado como por ciento del N total.

La utilización del ácido fórmico en la fabricación de ensilajes data de los años treinta a propuesta de investigadores alemanes (ver Save y Breirem, 1959), sin embargo, los mayores éxitos en su utilización se han producido a finales de la década del 60 (Waldo, Smith y Gordon, 1968; Save y Breirem, 1969; Waldo, Keys y Gordon, 1969; Castle y Watson, 1970; Dulphy y Demarquilly, 1973). Actualmente se emplea en varios países europeos; así por ejemplo, el 85% del ensilaje fabricado en Noruega en 1973 se conservó con este aditivo ocupando el 95% de todos los aditivos utilizados (Baavre, Save y Nedivítne, 1974). En Irlanda del Norte en 1972 el 44% de los ensilajes producidos se preservó con este ácido y sus derivados (Jackson, O'Neill y Dawson, 1974) y en Inglaterra es uno de los aditivos más empleados (Wilson, 1973).

El ácido fórmico tiene la propiedad de producir silos con bajos contenidos de ácidos acético y butírico, así como reducir la fermentación de los azúcares y la degradación de las proteínas (Waldo, Keys, Smith y Gordon, 1971).

El efecto conservante de este ácido dado solamente por la acción de disminuir el pH, sino a través de una reducción de la respiración de la planta y las fermentaciones iniciales indeseables, lo que explica la poca degradación de la proteína y los azúcares en estos ensilajes.

Los ensilajes confeccionados con ácido fórmico son contenidos en su mayor cantidad que los ensilajes sin conservantes y en cantidades similares a los ensilajes presecado. Sin embargo, tanto la ganancia de peso como la producción de leche son superiores en los ensilajes preservados con ácido fórmico como se muestra en las tablas 6 y 7 dada las propiedades de este aditivo para la conservación es evidente que su utilización se justifica cuando se dispone de forraje de excelente calidad y se practica una técnica eficiente de ensilamiento.

Tabla 4. Efecto del presecado sobre el consumo de MS en vacas lecheras Marsh (1979).

Referencia	Consumo de ensilaje (kg/día)	
	Sin presecar	Presecado
a) Sin suplementación		
Murdoch (1960)	7,1	8,4
Murdoch (1962)	11,8	14,4
Alder y col. (1969)	10,8	14,4
b) Animales suplementados		
Moore (1960)	8,09	10,0
Kormos (1967)	8,6	9,4
Castle y Watson (1970)	7,6	7,7

Tabla 5. Efecto del presecado sobre la producción de leche Marsh (1979).

Referencia	Consumo de ensilaje (kg/día)	
	Sin presecar	Presecado
a) Sin suplementación		
Alder y col. (1969)	11	11,9
b) Animales suplementados		
Wittwer, Kennedy, Trimberger y Turk (1958)	17,9	18,2
Gordon, Derbyshire, Wiseman, Kane y Melón (1961)	11,2	11,7
Kormos (1967)	12,1	13,2
Castle y Watson (1970)	17,0	16,9

Tabla 6. Efecto de la conservación con ácido fórmico en los ensilajes sobre el consumo y ganancia de peso en novillas (tomado de García y Esperance, 1979).

Tratamiento	Consumo de ensilaje (% PV)	Ganancia diaria (g/animal/día)	Autor
ED + 0,5% Ac. F.	2,22	588	Waldo, Keys, Smith y Gordon, 1971
ED	2,09	354	
ED + 0,5% Ac. F.	2,32	808	Waldo, Keys y Gordon, 1973
EP <sup>3</sup> (37,4% MS)	2,33	548	
ED + 3,5 L/T Ac. F.	1,70	706	Dulphy y Demarquilly, 1977
ED	1,55	507	

ED = Ensilaje directo    Ac. F. = Acido fórmico    EP = Ensilaje presecado

Tabla 7. Efecto de la conservación del ensilaje con ácido fórmico en los ensilajes sobre la producción de leche (García y Esperance, 1979).

Tratamiento al ensilaje	Consumo de MS	Producción de leche (kg/animal)	Autor
		% PV	
EP <sup>1</sup> (47% MS)	1,69	17,8	Derbyshire y Gordon, 1971
EP + 0,5% Ac. F.	1,86	18,3	
D <sup>3</sup> + 0,4 Ac. F.	1,86	19,4	
		kg	
D + Ac. F.	9,2	17,2	Fisher, Lessard y Lodge, 1971
D + miel	9,5	16,4	
PD (29% MS)	10	16,5	
		kg	
D + 2,2 lt Ac. F.	8,2	17,9	Castle y Watson, 1970
D sin aditivo	7,4	16,7	
PD	7,5	16,6	

EP = Ensilaje presecado    Ac. F. = Acido fórmico    D = Ensilaje directo

### c) Presecado

El presecado es otra de las formas de ejercer control sobre los procesos que tienen lugar en la masa ensilada y a la vez incrementar el valor nutritivo de este alimento.

El cambio que sufre el forraje con este pretratamiento consiste en reducir el contenido de humedad cuando se corta el material y se deja expuesto en el campo hasta que se eleva el por ciento de MS; la magnitud con que esto ocurre depende principalmente de los tratamientos mecánicos (Murdoch y Rare, 1963); de las especies de pastos (Morris, 1972) de las condiciones climáticas (Sullivan, 1973) o si se han empleado sustancias disecantes o no (Thadne y Harris, 1973; Harris, 1976; May-Brown y Harris, 1979).

Con relación a los componentes orgánicos del forraje se han señalado que el mayor cambio que ocurre en la reducción en el contenido de carbohidratos no estructurales, debido a la hidrólisis de los di y polisacáridos y a la respiración con la consiguiente liberación de hexosas (Marsh, 1979); aunque Buxton (1975) comprobó que la respiración del material en proceso de presecación se reduce cuando la edad y el contenido de materia seca (MS) se incrementa; contrario a lo que ocurre con los carbohidratos las pérdidas que experimenta el contenido de nitrógeno según Sullivan (1973), Buxton (1975) y McDonald y Edwards (1976) son mínimas y se atribuyen a la actividad enzimática de la planta que reduce las proteínas a componentes solubles en agua con péptidos (Kemple y McPherson, 1954; Donalson y Edwards, 1976).

Está bien establecido que el contenido de humedad del material a ensilar es determinante en el tipo y magnitud de la fermentación, en este sentido, donde el predeseado juega un rol determinante, ya que la restricción que establece en la fermentación resulta en un mayor contenido de carbohidratos solubles y menor contenido de ácidos grasos volátiles (Gordon, Derbyshire, Wiseman, Kane y Melón, 1961), Jackson y Anderson, 1968), Donalson y Edwards, 1976), McDonald y Edwards, 1976); mientras que el efecto del presecado en la concentración de ácido láctico es menos consistente (Murdoch, 1960), aunque se reporta una tendencia a reducirse el contenido de láctico a medida que el por ciento de materia seca aumenta (Jackson y Forbes, 1970; Esperance y Ojeda, 1979; Ojeda, 1980).

Wilkins y Wilson (1971) reportaron que el láctico y el % de MS se correlacionan positivamente ( $P < 0,01$ ). La elevada presión osmótica asociada con el presecado inhibe además el desarrollo de los clostridios (Wieringa, 1958) de manera que se han reportado ensilajes estables con valores de pH de 5 ó más (McDonald, Henderson y McGregor, 1968; Ríos, 1977; Michelena, 1980). No obstante, esto no significa que el pH de los ensilajes presecados sea siempre elevado, ya que valores de hasta 4,2 han sido reportados por Brown y Kerr (1965), McCarrick (1965), McDonald, Henderson y Wittenburg (1966), Anderson y Jackson (1970). En general hay una tendencia a obtener altos valores de pH cuando se incrementa el contenido de MS.

En experimentos con vacas lecheras (tabla 4) el incremento en el consumo debido al presecado en ausencia de suplementación de concentrados que fue de un 25% resultó inferior que el reportado con carneros (44%) y esta respuesta se redujo a un 10% cuando los ensilajes fueron suplementados con concentrados, de esta forma se plantea que la sustitución del ensilaje por el concentrado es mayor con ensilajes presecados (Alder, McLeod y Gibas, 1969; Forbes y Jackson, 1971), por lo que se señala que las ventajas del presecado en promover un mayor consumo de ensilajes se reduce cuando se emplean altos niveles de suplementación de concentrados.

Los datos que se disponen sobre el efecto del presecado sobre la producción de leche no son muy numerosos (tabla 5).

En ausencia de concentrados Alder y col. (1969) encontró que el presecado incrementó la producción un 8% y redujo las pérdidas de peso vivo.

#### **d) Efecto del estado de madurez del forraje**

De los factores que afectan la calidad de los ensilajes, ninguno es de mayor significación que la edad a que se corta el material para ensilar, ya que el estado de madurez del forraje ejerce una influencia determinante en el contenido de MS; en el tipo y magnitud de la fermentación, en la digestibilidad y en el consumo voluntario del material; factores estos muy relacionados con la producción animal (producción de leche o ganancia de peso) cuando se utilizan alimentos conservados.

Con relación a la edad apropiada para realizar la conservación se presentan dos problemas fundamentales: en primer lugar está el hecho de que la recolección a una edad joven da lugar a pobres rendimientos, mientras que el forraje ensilado en avanzado estado de madurez origina mayor cantidad de alimentos, pero a costa de disminuir su contenido de proteína y su digestibilidad; esta tendencia ha sido reportada por Harris y Raymond (1963), McIlmoyle (1979).

La producción de leche de vacas con ensilajes elaborados con forrajes de diferentes estados de madurez ha sido determinado en numerosos experimentos, obteniéndose mayor producción de leche cuando se ha conservado el material un estado óptimo de madurez (Trimberger, Kennedy, Turk, Loosli, Reid y Slack, 1955; Slack, Kennedy, Turk, Reid, Trimberger, 1960; Murdoch, 1965; Dulphy, 1977; Thomas, Daley y Aston, 1978; Thomas y Aston, 1979) este efecto ha estado asociado a los incrementos en el consumo y en la digestibilidad de los ensilajes.

Como se puede apreciar por los reportes de la literatura la utilización de los ensilajes tropicales por las vacas lecheras presentan un conjunto de limitantes.

En nuestro país se han realizado estudios con el objetivo de incrementar la producción de leche con dietas de ensilaje; los esfuerzos han estado encaminados a mejorar las características fermentativas y el valor nutritivo de los ensilajes, así como en la conformación de métodos de alimentación con este alimento.

En este sentido se han obtenido resultados satisfactorios cuando se estudió la utilización del ácido fórmico o miel como aditivos con forrajes de diferentes estados de madurez (42 y 64 días).

En las dos edades estudiadas con el ácido fórmico (Esperance, Ojeda y Cáceres, 1981) obtuvieron significativamente  $P < 0,05$  mayor producción de leche que sin aditivos; este aumento de hasta 1,5 kg/vaca/día concuerdan con los reportes de Derbyshire, Gordon y Waldo (1976), quienes atribuyen esta respuesta del fórmico a la mayor ingestión de MOD, PD y EM; mientras que Demarquilly (1977) la relaciona a una mayor retención de N.

Aunque no se encontró diferencia significativa se observó una ligera tendencia a incrementarse la producción de leche con el empleo de la miel.

Cuando se compararon los ensilajes sin predesecar y predesecados en producción de leche (Esperance, inédito) no se observó efecto con el menor nivel de predesecado, lo que se puede atribuir a que la diferencia en el consumo de MS no fue significativa entre los niveles; obteniéndose respuestas en un 6,3% cuando la MS alcanzó valores de 35,3%.

Con relación al método de alimentación, los trabajos revisados coinciden en que el ensilaje no debe constituir el único alimento basto en la ración de vacas lecheras reportándose incrementos en el consumo y en la producción de leche cuando se suministra con otro alimento (Smirnova, 1966; Skouborg y Anderson, 1974; Esperance, Cepero, Pino y Perdomo, 1981).

Por otra parte, como se ha referido anteriormente, uno de los nutrimentos más afectados durante la fermentación en el silo es la proteína. A tal efecto se ha confirmado criterios sobre la suplementación con urea y proteína natural.

#### **1.1.4 Sistemas de producción de leche**

Con excepción de algunos trabajos desarrollados en Australia (Swain, 1971) existen muy pocos experimentos realizados en los trópicos tendientes a estudiar los sistemas de producción de leche. Los estudios realizados se basan principalmente en muestreos a las granjas de producción donde se determinan las principales tendencias de los sistemas o los factores que más inciden en la producción de leche de las granjas.

En un trabajo realizado por Rayner (1971) se mostró que los principales sistemas utilizados en el trópico de Australia se basan en la utilización de pastos y cosechas de forrajes con uso limitado de la suplementación y la irrigación. Las causas de la alta utilización de los pastos tropicales en Australia se debe al alto costo de la labor y el bajo costo de la leche (Stobbs, 1976).



Para las áreas fuertemente pobladas de la India donde es importante obtener altas producciones por ha, la utilización de un sistema basado en el empleo de especies forrajeras de alto rendimiento ha sido definido como uno de los métodos más satisfactorios para la producción de leche (Sundaresan, 1973). Uno de los principales trabajos realizados para estudiar desde el punto de vista biológico y económico diferentes sistemas para la producción de leche a partir de los pastos se condujo por Colman (1970) en Australia, quien comparó sistemas de pastos naturales, sistemas complementarios donde utilizó entre 20 y 56% de áreas con leguminosas tropicales y gramíneas fuertemente fertilizadas con N, observando que la producción/ha se incrementó a medida que se intensificaron los sistemas y las cargas fueron mayores.

En nuestro país los sistemas de producción de leche utilizados están comprendidos en: sistemas de riego, sistemas con leguminosas y sistemas de secano (García-Trujillo, 1977).

#### **a) Sistemas con riego**

En los sistemas con riego se ha tenido como principal objetivo estabilizar la producción anual de los pastos mediante la fertilización diferida; Pérez Infante (1975), aplicando entre 70 y 60% del N en la seca encontró producciones de leche a base de pasto entre 9,5 y 13 kg de leche/vaca/día. Otra de las modalidades de los sistemas de riego y fertilización durante la seca han sido el uso de la siembra directa sobre los pastizales de forrajes de alta producción como millo, el girasol o el kenaff (Rábago, 1971; Ugarte, Rábago y Domínguez, 1975).

#### **b) Sistema que incluye las leguminosas**

Los sistemas que incluyen las leguminosas han sido poco estudiados y los resultados obtenidos han demostrado que las leguminosas resultan poco estables y desaparecen cuando sobre ellas se emplean altas cargas (Pérez Infante, 1971). En Cuba se han obtenido buenos resultados al mantener por separado las gramíneas y la leguminosa, pudiendo hacer un mayor uso de la gramínea y utilizando la leguminosa para cubrir uno de los objetivos fundamentales de su explotación que es ofrecer pastos de alta calidad reduciendo así la cantidad de concentrados a utilizar (Hechevarría y Rodríguez, 1978); estos autores concluyeron que no se justifica la explotación de una leguminosa combinada con gramínea con vacas de bajo potencial, la producción por áreas será limitada y encarecerá el costo de la leche producida.

#### **c) Sistemas de secano**

Según García-Trujillo (1977) existen tres sistemas de secano bien definidos, uno de ellos consiste en la utilización de subproductos para cubrir el déficit de alimentos en el período seco; entre los subproductos que más se utilizan están la pulpa de cítrico (Rodríguez, 1972) que por el incremento de las áreas de cítrico en el país tiene amplias perspectivas; este autor al suplementar la pulpa deshidratada a vacas en pastoreo restringido encontró una producción de leche de 9,8 kg y un consumo de suplemento de 16 kg.

Otro subproducto de gran utilización en las explotaciones lecheras de secano es el bagacillo mezclado con miel y urea a razón de 60-70 partes de bagacillo y de 40-30 de miel, en una prueba en vaquerías de producción; Ruiz, Muñoz y Martín (1976) al comparar el suministro de este alimento con el ensilaje encontraron igual producción en ambas dietas.

Por otra parte, Brito, Ugarte y Michelena (1980) concluyeron que de acuerdo a los resultados obtenidos no observaron ventajas en la producción y composición de la leche al sustituir el ensilaje por el bagacillo durante la seca con vacas en pastoreo de secano.

#### **Caña como forraje en seca**

Este sistema consiste en suplir el déficit de alimentos en la época de seca con caña de azúcar como forraje.

La caña de azúcar es la planta que mayores rendimientos anuales nos puede dar y se pueden obtener altos rendimientos, inclusive sin la aplicación de riego y con una menor cantidad de fertilizantes nitrogenados que los necesarios para obtener altos rendimientos con otros pastos y forrajes. Otra de las ventajas de esta planta es que da todo su rendimiento en la época de seca.

Utilizando este sistema Pérez Infante y García Vila (1975) obtuvieron 9 kg/vaca/día durante la época de seca cuando las vacas consumieron 20,3 kg de caña fresca y 193 g de urea. Estos autores en un trabajo realizado en 1974 recomendaron que la urea debe agregarse a la caña a razón de 1% del peso fresco. Posteriormente Ruiz, Muñoz y Martín (1976) recomendaron la utilización de hasta 0,12 a 0,15% de S en las dietas de caña para incrementar la eficiencia de la utilización del N.



Ruiz Corbea (1979) en estudios realizados sobre la utilización de la caña como forraje para vacas lecheras concluyó que se considera económicamente justificable, de acuerdo al costo de alimentación por kg de leche producido, la utilización de la caña como forraje para la alimentación de vacas lecheras en producción durante la seca.

En un experimento con el fin de estudiar tres sistemas de producción de leche en condiciones de secano García-Trujillo (1980) encontró que el sistema de segregación de áreas superó en 0,5 kg de leche/vaca/día al sistema de caña.

### **Sistema de segregación**

De los sistemas de producción de leche reportados por la literatura; el de segregación de área para conservar (como ensilaje o heno) en condiciones de secano ha dado buenos resultados en nuestro país de acuerdo con los resultados de García-Trujillo (1980); Valdés, Alfonso y Duquesne (inédito) y Esperance, García-Trujillo y Perdomo (inédito).

La segregación de los excedentes del pasto durante los períodos de rápido crecimiento y su conservación en forma de ensilaje y heno, es una de las principales causas de las ventajas que ofrecen la utilización de sistemas intensivos de manejo del pasto (Cooper, 1969), ya que como ha sido referido anteriormente estos permiten aprovechar el potencial productivo de los pastos y forrajes, principalmente en nuestras condiciones donde se producen grandes picos de producción y se forman colchones de hierba de menor calidad.

Una de las principales características de los sistemas de segregación es el empleo de cargas elevadas en el período de primavera. Los trabajos realizados por McMeekan y Walshe (1963) han demostrado que la carga es la técnica más efectiva de un sistema de manejo para incrementar la eficiencia de utilización de los pastos y la producción animal por área.

Todos los trabajos realizados tanto en producción de carne (Delgado y Alfonso, 1974; Valdés, 1977) como en leche (McMeekan, 1963; Colman, 1970) muestran que a medida que se incrementa la carga se produce una disminución en la producción individual de los animales, pero a la vez se registra un incremento de la producción animal por área, hasta un punto donde tanto la producción por animal como por área decae con el incremento de la carga.

Se ha señalado como causa principal de la disminución del rendimiento animal al incrementarse la carga, a la menor disponibilidad de MS por animal, así como la reducción de la selección del pasto (Hull, Raguse y Henderson, 1971).

Tanto la carga como la producción por área que se logran a partir de los pastos va a estar en dependencia del nivel de fertilizante aplicado o del tipo de pasto utilizado.

De acuerdo a los resultados de Stobbs (1976); los sistemas de pastizales formados por gramíneas sin fertilizar permiten bajas cargas y producciones/ha, pudiendo producirse con la aplicación de fertilizantes producciones/ha entre 4 500-9 500 kg de leche.

Por otra parte, la producción por área que se obtenga que estará en dependencia de la cantidad de pastos disponibles, su calidad y la persistencia del pasto ante esa carga, del tipo de animal, así como del método de pastoreo que se emplee.

Al estudiar diferentes sistemas de producción de leche en la seca García-Trujillo (1980), concluyó que los sistemas donde se segrega convenientemente el sobrante y donde se busca un equilibrio entre la producción de pasto y los requerimientos de los animales, son muchos más eficientes en términos de producción de leche/ha; gasto de fertilizantes, respuestas al uso de este y carga total que permite el sistema.

### **Conclusiones de la revisión de la literatura**

En esta revisión hemos tratado de abordar los principales factores relacionados con la calidad, utilización de los ensilajes y su inclusión en los sistemas de manejo del pasto.

No cabe duda que uno de los principales factores que afectan la producción de leche en Cuba es el déficit de alimentos que se produce en la época de seca como consecuencia de las condiciones climáticas imperantes en esta estación del año; de las diferentes alternativas para atenuar la carencia de alimentos en la seca, la utilización de alimentos conservados, principalmente en forma de ensilaje, ha tomado gran auge y tiene enormes perspectivas en nuestro país.

No obstante, la fabricación de los ensilajes presenta serias limitantes debido a las tecnologías de fabricación, ya que no se toman en cuenta algunas normas técnicas a seguir durante su elaboración.

La literatura revisada permite que de las formas para incrementar la calidad y valor nutritivo de los ensilajes las fundamentales son los pretratamientos; los aditivos y la selección del estado óptimo de madurez del forraje a conservar.

Se confirma al troceado es imprescindible en los forrajes tropicales principalmente en las especies de fermentación dudosa, forrajes de tallo grueso, voluminoso y lignificado, forrajes muy húmedos, o cuando se ensila el forraje con avanzado estado de madurez o en el caso de algunas especies como la bermuda cruzada que presenta un alto contenido de MS. Los resultados experimentales obtenidos en nuestro país han demostrado que el troceado efectivo del material a ensilar es uno de los métodos más valiosos para obtener ensilajes de buena calidad con pastos tropicales.

De acuerdo a la literatura revisada sobre la utilización de aditivos en la fabricación de ensilajes; actualmente el ácido fórmico es el más extendido mundialmente y parece el de más perspectivas de utilización con pastos y forrajes tropicales.

Aunque el empleo del ácido fórmico y el predesechado del forraje con métodos eficientes para preservar el valor nutritivo e incrementar el consumo y la producción animal; lo más sobresaliente en estos trabajos resulta el hecho de que por promoverse mayores consumos de MOD, PD y EN; el nivel de producción de vacas alimentadas con raciones de ensilaje está en dependencia de la calidad del forraje utilizado para su fabricación.

Con relación a la utilización de alimentos conservados, una mejora en la producción de los animales se logra cuando el ensilaje se suministra formando parte la ración y no como único alimento.

Los datos expuestos anteriormente muestran claramente que los sistemas de producción de leche más eficientes son aquellos donde se realiza una máxima utilización de los pastos y que a nuestra consideración son aquellos donde la segregación de los excedentes de primavera juega un rol importante en la alimentación.

No obstante, un extenso campo de investigación está por realizar en esta tarea.

## **Introducción general a los experimentos**

Los resultados de la premisa experimental (capítulo II) que caracterizó los ensilajes fabricados en condiciones comerciales y estableció relación entre la cualidades de este y el consumo animal, evidenció la necesidad de solucionar los aspectos deficientes (bajo valor nutritivo, mala calidad, bajo consumo); lo cual nos condujo a desarrollar una línea de investigación conformada por 3 capítulos experimentales.

En el primer estudio integrado por 4 experimentos se abordó como aspecto básico en el experimento 1 la determinación potencial de producción de leche del ensilaje, lo cual nos llevó a estudiar formas de mejorar su eficiencia de utilización a través de diferentes métodos de alimentación que incluyeron la suplementación de concentrados; el tiempo óptimo de acceso al pasto en este tipo de dieta, así como el suministro de otros alimentos bastos como forraje o heno.

A pesar de los incrementos obtenidos en producción de leche por tratarse de ensilajes de baja calidad, tal como se reflejó al determinar su potencial de producción, el aporte de este en nutrimentos fue reducido, por lo que se abordan en el tercer capítulo dos experimentos con el objetivo de analizar los principales factores responsables de la baja calidad y el reducido valor nutritivo del producto; trabajando en este sentido en la determinación de la edad óptima y el uso de pretratamientos o aditivos.

Dado los resultados obtenidos en los capítulos III y IV necesitamos estudiar algunos aspectos más integrales de la utilización del ensilaje para lo cual, diseñamos un sistema de manejo del pasto y el suministro de heno.

Dado los resultados obtenidos en el capítulo III necesitamos estudiar algunos aspectos más integrales de la utilización del ensilaje para lo cual, diseñamos un sistema de manejo del pasto que incluyó la segregación de áreas para conservar en forma de ensilaje y heno y recogió los resultados experimentales del capítulo anterior; ofreciéndose esta información en el capítulo IV.

## **CAPITULO 2. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS Y VALOR NUTRITIVO DE LOS ENSILAJES FABRICADOS EN LA REGION OCCIDENTAL DE CUBA**

### **Introducción**

En nuestras condiciones, la mayor problemática de la producción ganadera está localizada durante el período seco, ya que las especies empleadas presentan su más baja producción (Pérez Infante, 1970; Crespo, 1980; Ramos, 1980) existiendo la necesidad de emplear alimentos conservados para garantizar los niveles de producción en este período.

La utilización de los ensilajes en las explotaciones bovinas se ha incrementado en los últimos años, produciéndose en la actualidad más de 2 500 000 t anuales de este producto. No obstante, dadas las tecnologías con que se fabrican, la calidad y el valor nutritivo de estos es muy reducida, teniendo además cuantiosas pérdidas de material y de nutrimentos (Esperance y Ojeda, 1979; Esperance, Echevarría y Ojeda, 1979). Estos resultados pueden ser producto de las características del material que se ensila y de una conservación deficiente, en la cual, no se controlan eficientemente algunos factores que influyen durante el proceso de ensilamiento.

La mayor parte del ensilaje que se fabrica está destinado a vacas de mediano a bajo potencial; elevar el consumo es un requisito indispensable si se persigue obtener incrementos en la producción de leche; por lo que es importante conocer entre otros aspectos las relaciones entre las características del ensilaje y el consumo.

El objetivo de este capítulo fue conocer en las condiciones de nuestra ganadería las dificultades que presentaban los ensilajes a través de una caracterización en base a composición bromatológica, parámetros fermentativos y valor nutritivo que sirva de premisa experimental y en consecuencia elaborar una secuencia de investigación sobre la utilización del ensilaje para la producción de leche que mejore los aspectos deficientes que estos presentan.

### **Materiales y métodos**

Se estudió la calidad de 200 ensilajes de las provincias de Matanzas, Habana y Cienfuegos realizadas por productores, de los mismos los mayores porcentajes correspondieron a las especies: pangola común (*Digitaria decumbens*), guinea común (*Panicum maximum*) y bermuda cruzada (*Cynodon dactylon*) y mezclas de estas gramíneas; la edad de corte osciló de 40 a 90 días; el nivel de fertilización con N de 50 a 75 kg/ha/corte; el largo del material de 6 a 12 cm, el tipo de silo más utilizado fue el superficial sin paredes y piso de tierra, el tonelaje de los silos varió de 400 a 2 300 t, los ensilajes no fueron cubiertos y se utilizó miel como aditivo a razón de 4%, el tiempo de apisonamiento fue de 4 a 12 minutos por t y la duración de la fabricación osciló de 5 a 20 días.

Por otra parte, en condiciones experimentales realizamos silos de 30 t de las especies pangola común y bermuda cruzada ensiladas a edades comprendidas entre 6 y 10 semanas utilizándose una tecnología similar a la de los productores en cuanto a largo del material, apisonamiento y adición de miel, realizándose pruebas de consumo y digestibilidad para conocer el valor nutritivo de los ensilajes, así como los cambios que experimentó el forraje durante la conservación.

### **Procedimiento**

Los silos comerciales se muestrearon en diferentes partes y profundidades formando una muestra para determinar materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) según los métodos de la AOAC (1960), mientras que el contenido de los ácidos láctico, acético y butírico expresados en por cientos de la MS se determinaron según la técnica de Roukis y Ríos (1977).

Para la determinación del consumo y la digestibilidad se emplearon 6 carneros criollos similares en edad y peso vivo distribuidos en diseño de cambio con períodos experimentales de 21 días de los cuales los siete últimos fueron dedicados a la toma de datos.

La materia seca fue determinada en 100 g de material ensilado, secado en una estufa a 70°C durante 48 horas o hasta peso constante.

La E.M. se calculó a partir del contenido de nutrimentos digeribles y de sus valores calóricos.

En el análisis de medias se aplicó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955).

### **Resultados**

Como se puede apreciar en la figura 1 en estas condiciones de trabajo el 55% de los ensilajes fueron elaborados con forrajes de más de 9 semanas de edad, siendo el contenido de MS superior al 30% en el 58% de las muestras analizadas. Por la avanzada edad del material ensilado en más del 55% de los casos el contenido

de proteína resultó inferior al 7%; mientras que en el 70% de las muestras el contenido de fibra bruta superó el 33%.

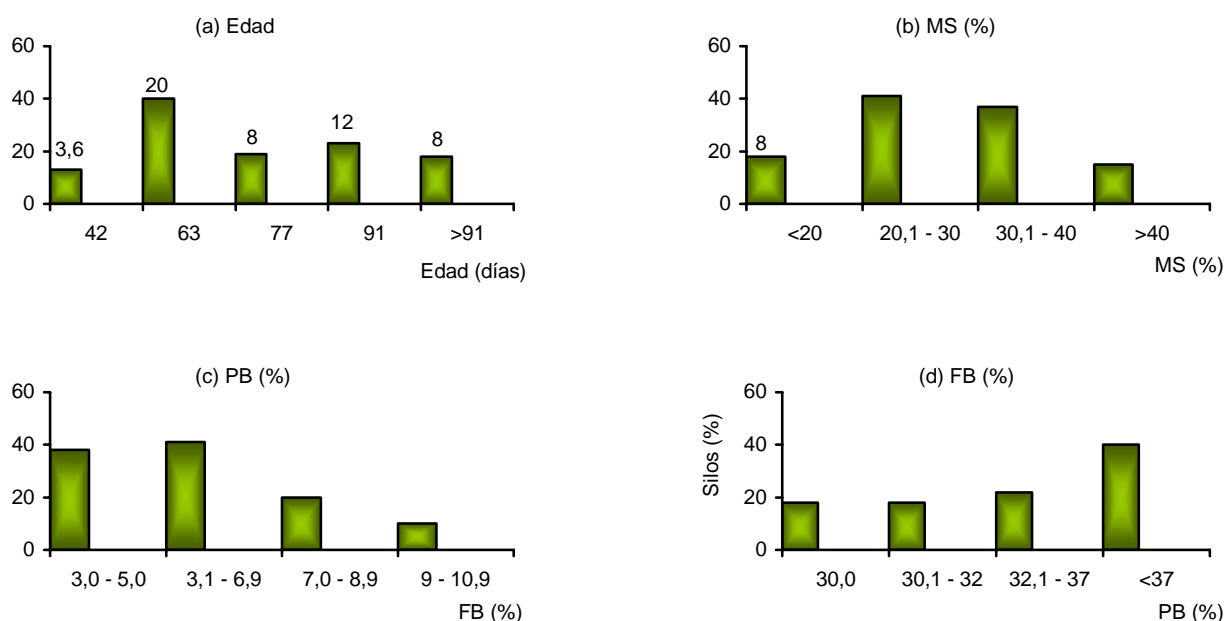


Fig. 1. Distribución de los ensilajes según su composición bromatológica.

Las condiciones de MS y FB se incrementaron  $P < 0,001$  con la edad del forraje y se ajustaron ecuaciones de regresión lineal positiva (tabla 8) oscilando los valores de MS entre 24,2 y 36,2% y el contenido de fibra entre 33,2 y 37,8%. El contenido de proteína se redujo  $P < 0,001$  con la edad del forraje y se ajustaron ecuaciones de regresión lineal inversa entre este indicador y la edad, variando la PB entre 5 y 8%.

Tabla 8. Correlación entre la edad del forraje y la composición del ensilaje.

Parámetros correlacionados		Ecuación	Valor de r
y	x		
% MS	Edad	$y = 14,6 + 0,24 x$	0,8***
% PB	Edad	$y = 10,49 - 0,061 x$	-0,79***
% FB	Edad	$y = 29,6 + 0,092 x$	0,77***

\*\*\*  $P < 0,001$

Con relación a la fermentación se encontró que en el 64% de las muestras analizadas el contenido de ácido láctico (expresado como por ciento del total de ácido fue menor del 50%; este comportamiento estuvo muy relacionado con el pH, ya que solamente el 12% de los silos alcanzaron valores de pH inferiores a 4,2.

Como se muestra en la tabla 9 el pH de los ensilajes aumentó significativamente  $P < 0,001$  con el contenido de ácido butírico, ajustándose ecuaciones de regresión lineal positiva, variando el pH entre 4,2 y 4,6. Por otra parte, el pH se redujo significativamente  $P < 0,001$  con el contenido de láctico ajustándose ecuaciones de regresión lineal inversa, variando el pH entre 4,0 y 4,6.

Tabla 9. Correlación entre el pH y la composición de los ensilajes.

Parámetros correlacionados		Ecuación	Valor de r
y	x		
pH	A. but. (% MS)	$y = 4,24 + 0,21 x$	0,79***
pH	A. but. (% MS)	$y = 4,5 - 0,5 x$	-0,67**

\*\*  $P < 0,01$

\*\*\*  $P < 0,001$

El contenido de proteína bruta digerible (PD) se incrementó significativamente  $P < 0,001$  con el por ciento de PB y se ajustaron ecuaciones de regresión lineal positiva (fig. 2), oscilando los valores de PD entre 0,94 y 7,3% de la MS.

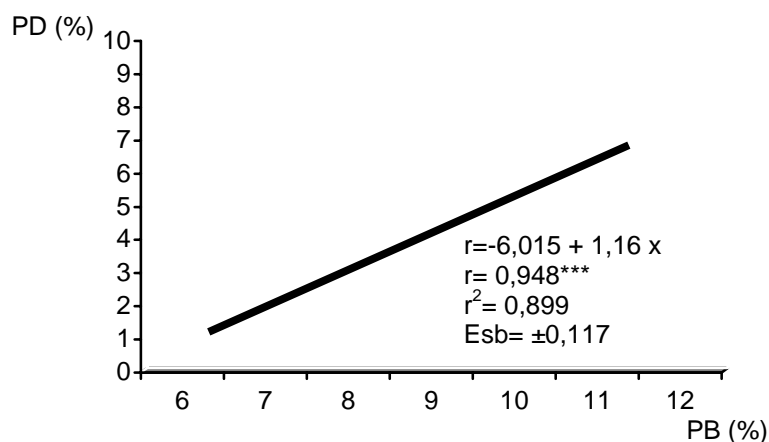


Fig. 2. Relación entre la proteína bruta del ensilaje y la proteína digerible.

El contenido de energía metabolizable (EM Mcal/kg MS) se incrementó  $P < 0,001$  con el contenido de proteína bruta en la MS y se ajustaron ecuaciones de regresión lineal positiva, oscilando los valores de EM entre 1,4 y 2,0 (fig. 3).

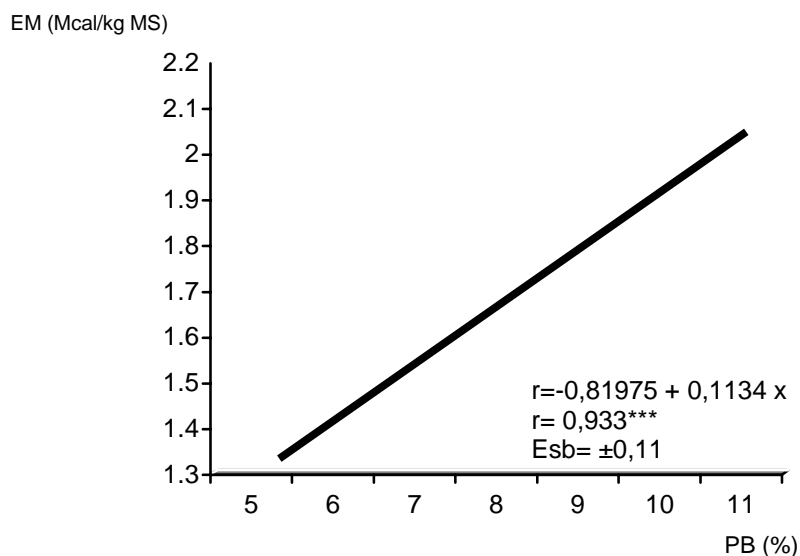


Fig. 3. Variación del contenido de EM de acuerdo al % de proteína bruta.

Al analizar los cambios experimentados por el forraje durante el proceso de conservación (tabla 10) se observó que los contenidos de PD y de energía metabolizable se redujeron significativamente en un 36 y 12,3% respectivamente, similar ocurrió con el valor nutritivo, registrándose disminución de la digestibilidad de 7,2 unidades porcentuales y en el consumo en un 24,8%.

El consumo de MS se incrementó  $P < 0,001$  con el contenido de PB, ajustándose ecuaciones de regresión lineal positiva entre este indicador y la PB, variando el consumo (fig. 4) entre 29,8 y 65,6 g de MS/kg  $P^{0,75}$ . Similares incrementos sufrió el consumo de MS  $P < 0,001$  al relacionarse con la digestibilidad de la M.O.

ajustándose las ecuaciones de regresión lineal, oscilando los valores de consumo entre 36,9 y 66,5 g de MS/kg  $P^{0,75}$  (fig. 5).

Tabla 10. Cambios en la composición y valor nutritivo del forraje debido a la conservación.

Concepto	Forraje	Ensilaje	ES de la $\bar{X}$
Valor proteico (g PD/kg MS)	40 <sup>a</sup>	25,6 <sup>b</sup>	± 1,6 <sup>***</sup>
Valor energético (EM) (Mcal/kg MS)	1,72 <sup>a</sup>	1,51 <sup>b</sup>	± 0,06 <sup>*</sup>
Digestibilidad de la MO (%)	50,9 <sup>a</sup>	43,7 <sup>b</sup>	± 1,02 <sup>**</sup>
Consumo de MS (g/kg $PV^{0,75}$ )	46,5 <sup>a</sup>	35 <sup>b</sup>	± 1,43 <sup>***</sup>

<sup>a, b</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente  $P < 0,05$

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$

\*\*\*  $P < 0,001$

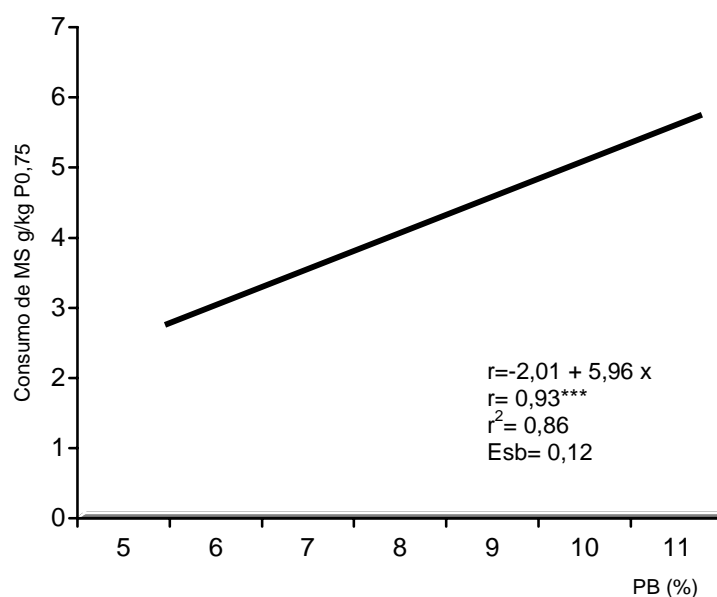


Fig. 4. Revisión entre el contenido de PB y el consumo de MS.

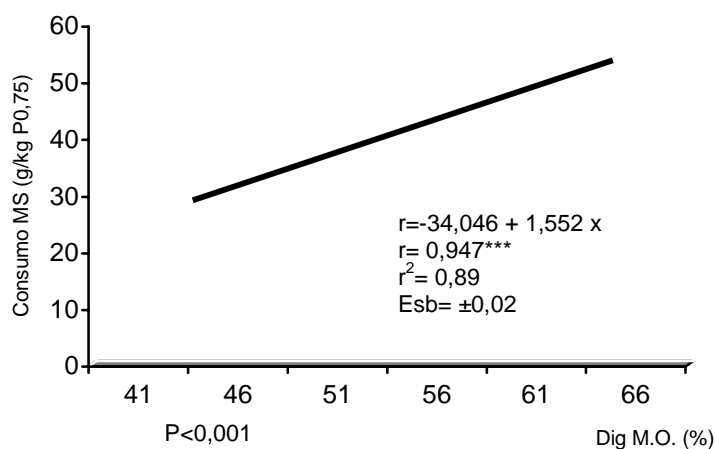


Fig. 5. Revisión entre la digestibilidad de la M.O. (%) y el consumo (g/kg  $PV^{0,75}$ ).

## **Discusión**

Dirven (1973) y Deinum y Dirven (1973) han señalado entre los aspectos que se deben considerar para que la conservación de los pastos y forrajes sea una práctica eficiente, la obtención de un producto de elevada calidad y valor nutritivo en el que ocurra el menor por ciento de pérdidas; para lograr esto, es necesario ensilar forrajes a un estado óptimo de madurez y cumplir algunos requisitos durante la fabricación (Zelter, 1970; Woolford, 1972).

Un alto número de ensilajes estudiados presentó bajo contenido de proteína y elevado tenor en fibra, relacionándose con el avanzado estado de madurez del forraje utilizado, lo cual evidencia, como en los ensilajes de gramíneas tropicales la edad avanzada se manifiesta en sentido negativo en su calidad. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Butterworth (1963); Grieve y Osburn (1965); Xandé (1978); Riva (1979) y Ojeda (1980).

Por otra parte, los elevados por cientos de MS alcanzados en un gran por ciento de los ensilajes a expensas de la calidad, fueron adecuados para que ocurrieran fermentaciones caracterizadas por bajos contenidos de butírico y amoníaco y que se lograra estabilidad en la masa ensilada (McDonald, Edwards y Greenhall, 1972; Roukis y Ríos, 1977; Domínguez, 1980). Sin embargo los rangos en que variaron los parámetros fermentativos de los ensilajes principalmente el ácido láctico, butírico y el amoníaco no muestran este efecto.

Parece probable que esta situación haya sido producto de las condiciones de fabricación, ya que los forrajes no fueron troceados; el apisonamiento fue deficiente; la duración de la fabricación fue prolongada y no se practicó en ninguno de los casos el sellado eficiente de los silos.

La calidad de los ensilajes pudo estar relacionada con el tamaño del forraje, ya que al no efectuarse el troceado se dificultó la eliminación rápida del oxígeno de la masa ensilada y limitó la liberación de los jugos celulares que posibilitan un desarrollo rápido de las bacterias lácticas, la acidificación del medio y como consecuencia se desarrollan las bacterias butíricas.

Weis (1968); Vuyst y Vanbelle (1969); Amos (1971); Chida, Sutoh, Shibata (1971); Dulphy y Demarquilly (1972); Demarquilly (1973); Hardy, Gutiérrez y Domínguez (1975).

Además es incuestionable que el apisonamiento deficiente practicado en el proceso de fabricación haya ejercido influencia sobre la fermentación de los ensilajes, ya que al no quedar eliminado a reducido el oxígeno prevalecieron condiciones para el desarrollo de la flora clostrídica; esto fue corroborado por Esperance y col. (1979) que al estudiar el efecto de diferentes tiempos de apisonamiento encontraron incrementos en el pH, el ácido butírico y en el amoníaco de los ensilajes.

Sobre el tiempo de duración de la fabricación se conoce que lo óptimo es crear lo más rápido posible las condiciones de anaerobiosis, así como evitar la entrada de agua al ensilaje para en la primera fase garantizar un buen proceso fermentativo y durante el período de conservación evitar que se produzcan fermentaciones indeseables o se puedan lavar los ácidos con la consiguiente desestabilización del ensilaje e incremento de las pérdidas por efluentes (Ruiz, 1975; McDonald y Edwards, 1976).

Por otra parte, la diferencia entre la digestibilidad de la materia orgánica entre forraje y ensilaje fue significativa (7,2 unidades porcentuales) contrastando con las encontradas por Demarquilly (1973) y Demarquilly y Weis (1970) que reportaron valores de 3,5 y 4% respectivamente; nuestros resultados pueden ser debido principalmente a que el llenado no fue rápido y el apisonamiento no fue adecuado, lo que pudo haber provocado una mala fermentación y que escaparan con los efluentes parte de los constituyentes digestibles del material.

Otro factor que posiblemente tuvo relación con los resultados en la conjugación del contenido de MS y el largo del material, lo que unido a un apisonamiento deficiente de un gran número de ensilajes motivó temperaturas superiores a 42°C planteándose que la digestibilidad de los ensilajes se reduce marcadamente con temperaturas elevadas (Murdoch, 1960; Michelena, 1978).

Estos resultados demuestran que cuando se fabrican ensilajes con forrajes ya maduros y la tecnología empleada no es adecuada, las pérdidas de nutrimentos y los procesos fermentativos indeseables que ocurren en la masa ensilada reducen su calidad y valor nutritivo, obteniéndose con alimentos de estas características bajas producciones de leche.

Los resultados obtenidos con los ensilajes en las condiciones de producción y los replicados en fase de experimentación nos planteó la necesidad de estudiar el ensilaje buscando soluciones al problema de su calidad, valor nutritivo y consumo para formar un método.

Aunque Demarquilly (1977) puntualizó que la duración de la fabricación del ensilaje debe ser como máximo 3-4 días y para silos de gran tonelaje de 6-7 días.

La duración de la fabricación en los ensilajes muestreados osciló entre 5 y 20 días.

Cuando en condiciones experimentales y como forma de comprobación se practicó la conservación de los forrajes con características similares a las de producción y utilizando igual tecnología se observó que los cambios que experimentó el forraje durante el proceso fueron significativos, destacándose la reducción experimentada en los contenidos de proteína y energía que alcanzaron valores de 38,5 y 12,3%



respectivamente; superando considerablemente las reportadas por Demarquilly y Weis (1970) que fueron de 13 y 3,4%.

El valor promedio de energía metabolizable del forraje en este trabajo estuvo en el rango que se reporta en las tablas de alimento latinoamericanos (LATFC, 1974) donde la recopilación de datos de las especies bermuda de costa, pangola y guinea indica que el 84% de los mismos varían de 1,8 a 2,3 Mcal/kg de MS; en Trinidad Butterworth (1964) también determinó valores que difieren entre 1,8 y 2,66 Mcal/kg de MS, mientras que Stobbs y Thompson (1975) en un resumen que hacen de los datos de digestibilidad de los pastos, señalan que los mismos en estado joven, pueden alcanzar un valor de energía metabolizable de 2,4 Mcal/kg de MS.

La magnitud, así como el tipo de fermentación que ocurre en los ensilajes han sido sugeridos como los responsables de la disminución en general de los contenidos de proteína y energía (Wilkins, 1974) de alimentación práctico como dicho alimento, de mejor utilidad que el contenido en esta premisa experimental.

## CAPITULO 3. FORMAS DE MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE LOS ENSILAJES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE

### Introducción

Los resultados obtenidos con los ensilajes en las condiciones de producción y lo replicado a escalada experimental, evidencia que los principales problemas que presentan son debidos a su poca calidad y valor nutritivo, siendo el consumo de alimentos de estas características reducido.

Bajo estas condiciones se obtiene como es lógico baja producción animal.

Aunque la información de que se dispone sobre la utilización de ensilajes tropicales es limitada, hay evidencias de que el método de alimentación (Raymond, 1969) y el tiempo de acceso al ensilaje (Murdoch, 1965) influyen en el consumo y en la producción con dietas de ensilaje.

Por el papel que juega el ensilaje en la época de seca en la alimentación de nuestra masa vacuna es imprescindible buscar solución a esos problemas, de ahí, que el objetivo de este capítulo fuera determinar el potencial de producción de leche de los ensilajes, así como buscar métodos de alimentación que contribuyan a elevar el mismo.

### Experimento 1. Respuestas productivas de vacas lecheras en dietas de ensilaje a voluntad

#### Objetivo

- Estudiar el efecto del ensilaje a voluntad en vacas lecheras estabuladas y el efecto del suplemento sobre el consumo, la producción de leche, su composición y los cambios de peso vivo.

#### Materiales y métodos

**Diseño y tratamientos.** Se utilizaron 9 vacas mestizas de cuarta lactancia y aproximadamente 120 días de paridas con uniformidad en fecha de parto y producción de leche, distribuidas en un diseño cuadrado latino 3 x 3 con períodos experimentales de 21 días. Los tratamientos fueron (A) ensilaje *ad libitum*, (B) ensilaje *ad libitum* más 1 kg de concentrado/vaca/día y (C) ensilaje *ad libitum* más 2 kg de concentrado/vaca/día.

**Procedimiento.** Para la elaboración del ensilaje se utilizó una mezcla de gramínea que contenía más del 70% de hierba pangola y el resto de bermuda cruzada, que habían sido fertilizadas a razón de 50 kg de N/ha y cortadas a una edad de 60 días y ensiladas en un silo bunker de 150 t, recibiendo adición de miel a razón de 40 kg/t de forraje. Durante la prueba, los animales permanecieron alojados en corrales individuales donde recibieron ensilaje *ad libitum* y tenían libre acceso al agua y sales minerales (mezcla de cloruro de sodio y harina de hueso).

El potencial de producción de leche fue determinado en un período preliminar, durante el cual, fueron adaptadas al ensilaje suplementos a razón de 0,5 kg/L producido a partir del quinto.

La producción preliminar fue entre 8 y 10 kg/día, al final del período preliminar los animales fueron aleatorizados según el diseño descrito.

El consumo de ensilaje se midió diariamente al período de toma de datos de siete días por diferencia entre oferta y sobrante, pesado una vez al día en la mañana.

La producción láctea se midió diariamente, realizándose el ordeño mecánicamente a las 6:00 a.m. y 3:00 p.m.

Para determinar la composición de la leche se tomaron muestras de cada ordeño en cantidades alícuotas para formar una muestra por animal por día y determinar grasa y sólidos no grasos.

Los animales se pesaban durante dos días consecutivos antes de recibir el ensilaje al inicio y final de cada período experimental.

Para la comparación entre medias de tratamientos se utilizó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955).

La MS del ensilaje fue determinada mediante estufa a 70°C sin corregir las pérdidas, el pH mediante el potenciómetro con el electrodo de vidrio, los ACTV por destilación al vapor, NH<sub>3</sub> por microdifusión según Conway (1957).

La composición de los alimentos se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Composición bromatológica (%).

	MS	PB	FB	Ca	P
Ensilaje	29,9	6,0	35,4	0,23	0,109
Concentrado	85	16,5	6,1	0,42	0,38

## Resultados

Analizando los parámetros fermentativos pH (4,1); NH<sub>3</sub> expresado por el por ciento del N total (10%) y contenido de AGTV (6%) el material se conservó en buen estado sin que ocurrieran procesos fermentativos indeseables; el bajo contenido de proteína bruta (6%) y el tenor en fibra bruta (35,4%) obligan a calificar a este ensilaje como de baja calidad.

La producción de leche del tratamiento sin suplementación fue significativamente menor  $P < 0,05$  que la de los restantes tratamientos que no difirieron entre sí. Se obtuvieron incrementos en producción de leche de 1,3 y 1,0 kg/kg de concentrado para los niveles de 1 y 2 kg de suplemento respectivamente.

En los tratamientos suplementados el consumo de MS de ensilaje fue significativamente mayor  $P < 0,05$  que en el control.

Las pérdidas del peso de tratamiento sin suplementación fueron significativamente mayores  $P < 0,05$  que la de los grupos suplementados aunque estos difirieron entre sí.

Las dietas estudiadas no tuvieron efecto en la composición de la leche, manteniéndose esta en niveles normales, aunque el balance alimentario arrojó déficit de energía y proteína en todos los tratamientos (tablas 13 y 17) estos fueron de mayor magnitud en el tratamiento sin suplementación y con el menor nivel de concentrados.

## Experimento 2. Efecto de la inclusión del forraje en dietas de ensilaje sobre la producción de leche

### Objetivo

- Investigar el efecto en dietas combinadas ensilaje – forraje para producción de leche.

### Materiales y métodos

**Diseño y tratamientos.** Se utilizaron 8 vacas mestizas Holstein entre la segunda y cuarta lactancia durante los primeros 90 días postparto, en un diseño cuadrado latino 4 x 4 con períodos experimentales de 21 días la producción inicial promedio fue de 10 kg de leche/vaca/día y el peso vivo de 410 kg. Los tratamientos fueron: (A) ensilaje *ad libitum*; (B) ensilaje *ad libitum* más 40 % del consumo de ensilaje en forma de forraje; (C) ensilaje *ad libitum* más 60% del consumo de este en forma de forraje y (D) forraje *ad libitum*. Todos los animales recibieron 2 kg/día de un concentrado comercial de 17% de PB y 2,6 Mcal de EM/kg de MS.

**Procedimiento.** El ensilaje se elaboró con las gramíneas pangola y napier en menor proporción de este último, las áreas habían sido fertilizadas con 50 kg de N/ha, cortándose a una edad de 60 días; adicionándose miel a razón de 40 kg/t de forraje y ensilaje en un silo bunker.

El forraje suministrado fue de esta misma área, la cual había sido cortada de manera que la edad del forraje fuera idéntica a la que se cortó el forraje para ensilar, recibiendo un riego de 15 mm cada 15 días.

Durante la prueba los animales permanecieron alojados en corrales individuales donde tuvieron libre acceso al ensilaje, agua y sales minerales (mezcla de cloruro de sodio y harina de hueso).

Para ajustar el consumo de forraje en los tratamientos B y C se tomó en cuenta el consumo de ensilaje del día anterior.

El consumo de alimentos se determinó diariamente durante los siete días del período de toma de datos por diferencia entre oferta y sobrante pesado una vez al día en la mañana. La producción de leche se midió diariamente realizándose el ordeño mecánicamente a las 6:00 a.m. y 3:00 p.m. para determinar la composición de la leche en días alternos se tomaron muestras de leche de cada ordeño y se usaron cantidades alícuotas para obtener una muestra compuesta vaca/día.

El peso vivo se determinó pesando los animales dos días consecutivos en horas de la mañana al inicio y final de cada período experimental.

Para la comparación entre medias de tratamientos se utilizó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955) se determinó el pH; NH<sub>3</sub> y el contenido de AGVT del ensilaje utilizando las técnicas descritas en el experimento 1.

De los alimentos ofrecidos se tomaron muestras para analizar MS, N x 6,25 y PB por los métodos de la AOAC (1960). La composición bromatológica de los alimentos se ofrece en la tabla 12.

Tabla 12. Composición bromatológica (%).

	MS	PB	FB	Ca	P
Ensilaje	19,2	6,5	30,4	0,30	0,28
Forraje	21,9	8,2	29,3	0,41	0,19
Concentrado	88,3	17	8,2	0,51	0,23

## Resultados

El forraje suministrado en la prueba (8,2%) fue de mayor calidad que el ensilaje (6,5% PB), pero a pesar de considerarse esto último como un alimento de mala calidad el material fue conservado en excelentes condiciones, ya que las pérdidas de proteína ocurridas durante el proceso fueron de 19,5%; el pH de 4,2 y el NH<sub>3</sub> como por ciento total de un 8%.

La producción diaria de leche corregida al 4% de grasa al tratamiento de forraje a voluntad fue significativamente mayor  $P < 0,01$  que la obtenida con ensilaje a voluntad, lo más sobresaliente de los resultados es que la diferencia con los tratamientos de 40 y 60% de forraje no fue significativa no se encontró diferencia en composición de leche entre dietas.

Los consumos de MS total de las dietas combinadas fueron significativamente mayores que las de forraje y ensilaje a voluntad, difiriendo también estos entre sí; aunque el consumo total de MS de las dietas mixtas fueron similares; suministrar el forraje en mayor proporción significó una reducción en el consumo de MS del ensilaje de 0,9 kg/vaca/día. Los animales con ensilaje *ad libitum* consumieron significativamente  $P < 0,01$  menos proteína y registraron pérdidas de peso vivo durante la prueba.

### Experimento 3. Efecto del tiempo de pastoreo sobre la producción de leche de vacas con ensilaje *ad libitum*

#### Objetivo

- Estudiar el efecto del acceso al pasto con y sin restricción sobre el comportamiento productivo de vacas lecheras con ensilaje *ad libitum* y suplementadas con concentrado.

#### Materiales y métodos

**Diseño y tratamientos.** Un total de 24 vacas mestizas Holstein de segunda a quinta lactancia, uniformadas en fecha de parto y producción de leche fueron distribuidas en un diseño totalmente aleatorizado para estudiar los siguientes tratamientos: (A) ensilaje *ad libitum*; (B) pastoreo restringido y ensilaje *ad libitum* y (C) pastoreo sin restricción y ensilaje *ad libitum*. Siendo suplementados todos los animales con un concentrado comercial de 17 % de PB y 2,6 Mcal de EM/kg de MS a razón de 2 kg/día.

La producción inicial de leche y el peso vivo promedio al inicio de la prueba fueron de 12 kg de leche y 400 kg de peso vivo.

**Procedimiento.** El ensilaje fue elaborado con hierba pangola de 60 días de edad que había sido fertilizada con 50 kg de N/ha, adicionándose miel, agua y sales minerales; en el tratamiento (B) el horario de pastoreo se limitó a 4 horas durante la mañana y la estabulación el resto del día, mientras que en el tratamiento (C) el pastoreo se extendió a 14 horas diarias teniendo acceso al pasto después del ordeño de la mañana hasta que eran recogidas para el ordeño de la tarde y después salían nuevamente al pasto.

El consumo de ensilaje se midió una vez por semana por diferencia entre oferta y sobrante.

La producción de leche se midió semanalmente, realizándose el ordeño mecánicamente a las 6:00 a.m. y 3:00 p.m.

El peso vivo se determinó por pesajes durante dos días consecutivos al inicio y final de la prueba, la cual tuvo una duración de 97 días.

Se tomaron muestras semanalmente de los alimentos ofrecidos y del residuo para la determinación de MS, PB y FB de con los métodos de la AOAC (1960).

Para tener una idea del consumo de leche por los animales en pastoreo se determinó la disponibilidad de pasto por el método del marco 0,5 m<sup>2</sup> antes y después de salir los animales de cada cuartón. La composición botánica del pastizal se realizó antes de iniciarse el experimento y a los cuatro meses de prueba aunque por dificultades con el suministro de ensilaje solo se consideró como período experimental 97 días. Las características fermentativas del ensilaje fueron determinadas según se describe en el experimento 1. La composición de los alimentos se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Composición bromatológica (%).

	MS	PB	FC	Ca	P
Ensilaje	27,7	6,8	32,8	0,31	0,26
Pasto	35,6	7,2	36,1	0,39	0,19
Concentrado	88,3	16,7	10,8	0,48	0,36

## Resultados

Similar a los experimentos anteriores el ensilaje tuvo como principal característica un bajo contenido de proteína, siendo los valores de pH, NH<sub>3</sub> y AGTV de 4,3; 16% del Nt y 5,1% de la MS respectivamente. Se encontró diferencia significativa P<0,05 en el consumo de ensilajes entre tratamientos (tabla 14), variando el consumo en proporción inversa con la extensión del pastoreo.

Tabla 14. Balance alimentario.

Balance (kg conc./vaca/día)	E. metabolizable (Mcal)			Proteína (g)		
	0	1	2	0	1	2
Requerimiento total	17,7	19,2	20,0	808	921	982
Aporte del ensilaje	12,6	14,4	14,7	483	552	565,8
Aporte del concentrado	-	2,3	4,6	-	153	306
Déficit	-5,1	-2,6	-0,7	-325	-216	-111

Los animales con acceso al pasto con restricción produjeron significativamente P<0,05 más leche que el tratamiento estabulado, no existiendo diferencia en producción de leche entre los tratamientos con acceso al pasto.

Otro resultado interesante fue el concerniente al incremento de peso del tratamiento de pastoreo restringido, difiriendo significativamente P<0,05 de los restantes en los que se registraron pérdidas de peso.

La persistencia para la producción de leche medida a los 90 días de prueba fue de 80; 75,8 y 65,8% para los tratamientos pastoreo restringido, pastoreo y estabulación respectivamente.

### Experimento 4. Efecto de diferentes niveles de suplementación de concentrado y/o heno sobre la producción de leche de vacas con ensilaje *ad libitum*

#### Objetivo

- Estudiar el efecto de la suplementación de concentrados y de heno sobre la producción de leche, el consumo de ensilajes y los cambios de peso vivo de animales con acceso al pasto con restricción y ensilaje *ad libitum*.

#### Materiales y métodos

**Diseño y tratamientos.** Se empleó un diseño totalmente aleatorizado y 36 vacas mestizas Holstein de cuarta lactancia y más de 90 días de paridas con una producción inicial de 8,4 kg de leche/vaca/día y peso vivo promedio de 410 kg

En un sistema de pastoreo restringido y ensilaje *ad libitum* se compararon los siguientes tratamientos: suplementación con concentrado y heno (ch); suplementación de concentrado (c); suplementación con heno (h) y un tratamiento control no suplementado. El concentrado y el heno se suministraron a razón de 2 y 3 kg/vaca/día, respectivamente.

**Procedimiento.** El ensilaje se elaboró durante el período lluvioso tres meses antes del inicio del experimento, el pasto utilizado fue pangola con 60 días de edad fertilizada con 50 kg de N/ha. La hierba fue cortada y ensilada directamente, se añadió miel a razón de 40 kg/t. Los animales pastaron juntos con carga de 2,5 vacas/ha durante 4 horas al día (7:00 a 11:00 a.m.) en pangola sin riego ni fertilización. Terminado el horario de pastoreo las vacas se situaron en corrales según los tratamientos con acceso libre a ensilaje, agua y sales minerales (mezcla de cloruro y harina de hueso), suministrándose el heno en los tratamientos ch y h.

Similar a como se hizo en el experimento 1 se hizo el balance de nutrientes según la producción obtenida (tabla 15 y 16), por lo que de haberse hecho según el potencial de producción, el déficit hubiera sido mayor.

Tabla 15. Requerimientos.

	EM (Mcal)				PB (g)			
	CH	C	H	Control	CH	C	H	Control
Mantenimiento	13,2	13,2	13,2	13,2	373	373	373	373
Producción	8,3	8,0	5,3	4,6	626	582	400	348
Total	21,5	21,2	18,5	17,8	999	955	773	721

NRC, 1978

Tabla 16. Balance alimentario.

	EM (Mcal)				PB (g)			
	CH	C	H	Control	CH	C	H	Control
Requerimiento total	21,5	21,2	18,5	17,8	999	955	773	721
Aporte del ensilaje	14,5	13,6	10,6	10,0	526	494	383	357
Aporte del concentrado	4,6	4,6	-	-	288	306	-	-
Aporte del heno	4,3	-	4,3	-	175	-	175	-
Déficit	+	+	-3,6	-7,8	0	-155	215	-364

En la sala de ordeño recibían el concentrado los grupos ch y c. El ordeño se realizó mecánicamente a las 6:00 a.m. y 3:00 p.m.

El consumo de ensilaje se midió semanalmente por diferencia entre oferta y sobrante pesado una vez al día por la mañana. La producción de leche se midió semanalmente y los animales se pesaron durante dos días consecutivamente antes de recibir el ensilaje al inicio y final de la prueba que tuvo una duración de 90 días.

Para determinar los parámetros fermentativos de los ensilajes y su composición se emplearon las técnicas ya descritas en los experimentos anteriores. La composición de los alimentos se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Composición bromatológica (%).

	MS	PB	FC	Ca	P
Ensilaje	25,4	6,5	34,7	0,622	0,134
Pasto	38,3	7,1	33,7	0,215	0,307
Heno	82,0	7,3	29,3	0,317	0,558
Concentrado	85,2	16,2	10,4	0,391	0,517

## Resultados

Se observó el efecto de la suplementación del concentrado sobre el consumo, ya que los tratamientos de concentrado+heno ingirieron aproximadamente 2 kg más de MS de ensilaje que el de heno y el control, aunque no fue significativo, se observó un ligero incremento en el consumo (0,4 kg) con la adición de heno.

Los consumos de ensilajes expresados como kg de MS por cada 100 kg de peso vivo fueron 1,9; 1,8; 1,4 y 1,3 para las dietas ch, c, h y control respectivamente.

Las mayores producciones de leche se obtuvieron en los tratamientos donde el concentrado formó parte de dieta, mientras que los animales sin suplementación mostraron los peores resultados y produjeron significativamente  $P < 0,01$  menos leche; la respuesta al concentrado en producción de leche fue de 1,3 kg por kg de suplemento, se observó una tendencia a incrementarse ligeramente la producción con la adición de heno aunque no fue significativa.

Los animales suplementados mostraron ganancias de peso vivo de 200 g/día durante todo el período experimental difiriendo significativamente del tratamiento de heno en el que no se registraron ganancias y del control que tuvo pérdidas de peso de 300 g/animal/día. Se vio efecto de las dietas en la persistencia para la producción de leche, las cuales fueron 85,7; 73,8; 54,7 y 47,6 % para ch, c, h y control, respectivamente. No se observó diferencia significativa en la composición de la leche.

## Discusión

La producción de leche obtenida con ensilaje sin suplementación de concentrados que se reportan en el experimento 1 y 4 de este capítulo demuestra que el potencial de producción de leche de los ensilajes tropicales es reducido cuando este alimento es de baja calidad, lo que coincide con los hallazgos del capítulo II y los resultados de Cabrera y Rivera-Brenes (1953); King, Branon y Webb (1964); Clifton, Millar y Camerum (1967). Por otra parte, se han reportado para ensilajes de mayor calidad en países templados producciones entre 7 y 11 kg/vaca/día cuando se suministran como único alimento a vacas lecheras (Brown, 1958; Murdoch, 1962; Gleeson, 1972; Castle y Watson, 1975). El pobre rendimiento en leche se debe fundamentalmente a los bajos consumos de este alimento (Esperance, 1980).

Los resultados obtenidos en el consumo con la suplementación están de acuerdo con la tendencia general reportada por Campling y Murdoch (1966); Campling (1970); Salinas y Figueroa (1974); García-Trujillo, García y Pérez Infante (1976); Cohen (1976); Zambrano y Urbalejo (1976); Reuloba y Ruiz (1977); Muñoz y Elías, J. de

Dios Suárez (1977) y Martín (1981) cuando han suplementado animales consumiendo como dieta básica alimentos bastos.

Con relación al efecto obtenido por la suplementación de concentrados sobre la producción de leche en estabulación y bajo pastoreo (experimento 4) se considera que varios factores pueden estar relacionados con los incrementos reportados, ya que la suplementación pudo haber aumentado el consumo de MS, o la digestibilidad de esta o ambas a la vez, coincidiendo las respuestas con las obtenidas por Brown (1959) y (1960); Murdoch y Hodgson (1962); Murdoch y Hodgson (1967) y Castle y Watson (1970).

Sin embargo, la ausencia de diferencias significativas en producción de leche entre los niveles de suplementación comparados con el experimento 1 contrastan con los resultados de Gleeson (1972) y Journet (1972) que obtuvieron incrementos en el rendimiento en leche cuando utilizaron mayores cantidades de concentrado.

Esto ha sido atribuido a que los niveles de suplementación estudiados fueron bajos y parece que en ambos tratamientos el concentrado fue utilizado para el mismo propósito o sea activar la microflora ruminal.

A pesar del bajo contenido de proteína del ensilaje y de suministrarse como alimento en el tratamiento control del experimento 1, el consumo de MS del ensilaje alcanzó valores de 1,8 kg por cada 100 kg de peso vivo, resultando superior a los que han encontrado con ensilajes tropicales (Cachpoole y Hensell, 1971; Xandé, 1976; Salinas, Esperance y Milera, 1981) este consumo se puede atribuir al contenido de MS del ensilaje (29,9%), esto explica por qué el consumo del tratamiento de ensilaje *ad libitum* en el experimento 2 con bajo % de MS, aunque se suplementó concentrados registró un valor de 1,4 kg de MS por cada 100 kg de peso vivo, lo cual fue corroborado por Esperance y Perdomo (1977) que encontramos una correlación altamente significativa ( $r^2=0,87^{***}$ ) entre el contenido de MS del ensilaje y el consumo.

La mayor calidad del forraje suministrado en el experimento II (8,2% PB) con relación al ensilaje (6,5% PB) y el heno de que el consumo de este alimento haya sido un 39% mayor que el de ensilaje explica la superioridad del forraje en términos de producción de leche y cambio de peso vivo; resultados similares fueron descritos por Smirnova (1966); Skovborg y Anderson (1974) y en Cuba Ruiz (1975), quien comparó con toros mestizos de más de dos años de edad dietas de un forraje fresco o ensilaje y la combinación de estos en partes iguales.

Con la dieta combinada de ensilaje y forraje, el consumo total de MS y la producción de leche se incrementaron en 34,2% (4,3 kg) y 14,6% (1,3 kg) respectivamente, similar a los resultados de Baxter, Owen, Montgomery, Gordon y Miles (1973) y Pereira, Lamela y Esperance (1981) que en estudio con hembras bovinas obtuvieron un mejor comportamiento con las dietas de ensilaje y forraje. Hay evidencias de que en animales que reciben ensilaje a voluntad el suministro de forraje en cantidades en cantidades limitadas produce cambios significativos en la producción de AGV del rumen debido a una mayor fermentación ruminal con relación a las dietas de ensilaje, solamente McCullough (1969); Pardue, Fongate, O'Dell y Brannon (1975); Esperance y Perdomo (1977) y Aguilera, Gutiérrez y Rosario (1979) que encontraron una mayor proporción de AGV en el rumen de animales que además de ensilaje recibieron forraje o heno.

Por otra parte, Ruiz (1975) al estudiar el efecto de la adición de forraje en dietas de ensilaje encontró una mayor digestibilidad en la dieta combinada.

Estos resultados nos sugieren que el incremento en producción de leche de 1,3 kg en los tratamientos de ensilaje y forraje con relación al ensilaje pudiera estar relacionado además del mayor consumo de alimentos a los cambios ocurridos en el marco fermentativo del rumen, así como a un incremento de la digestibilidad de la ración.

Aunque se observó un mejor comportamiento animal en las dietas combinadas de ensilaje y forraje, en la práctica no todas las unidades de producción disponen de forraje durante el período seco, sin embargo, a pesar del menor rendimiento del pasto, con un manejo adecuado y utilizando cargas según la disponibilidad, este puede servir de complemento al ensilaje.

Es interesante señalar el efecto del pastoreo con restricción, obteniéndose con su inclusión incremento significativo en producción de leche (1,7 kg/vaca/día) en comparación con los animales estabulados; sin embargo, la producción de leche se redujo con la extensión del horario de pastoreo. Aunque el consumo de MS de ensilaje en el grupo estabulado superó en 17,3 y 54,1% al pastoreo restringido y sin restricción, respectivamente, la mayor producción obtenida con el pastoreo restringido se explica con el mayor consumo de MS total debido al aporte hecho a la dieta por el pasto; resultados similares han sido reportados por Miller, Clifton y Fowler (1968); Montgomery, Baxter y Bearden (1970); Baxter, Owen, Montgomery, Gordon y Miles (1973) y Montgomery, Baxter, Owen y Gordon (1976).

Ugarte y Domínguez (1980) en pasto con riego, fertilización y sin restricción del horario de pastoreo (16 horas la día) reportaron incrementos significativos en la producción de leche cuando la oferta del pasto varió de 1,5 a 2,5% del peso vivo e incrementaron de esa forma el consumo pasto de 6,1 a 8,5 kg de MS/vaca/día; en nuestro caso cuando se aumentó la oferta de 0,8 a 1,1% del peso vivo y por ende el consumo de 3,5 a 4,7 kg de MS se observó además de reducción en la producción pérdida de peso vivo. El menor tiempo de acceso al ensilaje y por lo tanto un reducido consumo de este implicó que los animales tuvieron que buscar en el pasto cerca del

35% de sus requerimientos de energía; la capacidad de carga de nuestros pastos en explotación de secano oscila de 0,8 a 1,2 vacas/ha (García-Trujillo, 1974) y la carga utilizada en esta prueba fue mayor, obligó a un gran esfuerzo en la selección del pasto, así como a un tiempo de pastoreo cerca del límite de fatiga (Stobbs, 1974), con el consiguiente gasto de energía de mantenimiento a causa de una mayor actividad en busca del alimento; según Osuji (1974) es la actividad del mantenimiento que más gasto de energía produce. Por otra parte se ha señalado (García-Trujillo, 1980) que bajo nuestras condiciones las vacas no deben obtener de los pastos de secano más del 15% de sus requerimientos de energía.

Esas pueden ser las razones para que en el tratamiento de pastoreo sin restricción disminuyera la producción de leche en comparación con el pastoreo restringido y pérdidas de peso. El nivel de producción de leche obtenido bajo pastoreo restringido y ensilaje *ad libitum* concuerda con las reportadas por Salinas y Figueroa (1974) y Salinas, Esperance y Milera (1981).

Los resultados obtenidos en este capítulo con ensilajes confirman la importancia del método de alimentación cuando el ensilaje es el alimento básico de la dieta de vacas lecheras pues no se observó respuesta en consumo, producción de leche y cambios de peso vivo con la suplementación, la combinación de alimentos y el acceso al pasto con restricción.



## CAPITULO 4. FORMULACIÓN DE UN SISTEMA CON ENSILAJE

### Introducción

Es conocido que la mayoría del ensilaje y del heno que se fabrican en el país provienen de áreas forrajeras ajenas por lo general, al área de las vaquerías, por otro lado, el excedente de pasto que se produce en primavera en los cuarterones en que pastan los animales no se preserva disminuyendo por tanto la eficiencia con que se utiliza la producción de pastos.

El objetivo de este capítulo es estudiar un sistema de producción de leche para áreas de secano con pasto pangola donde se segregue en la época de primavera parte del área de pastoreo con el fin de preservarla en forma de ensilaje y heno; haciendo una máxima utilización de la producción de pastos que permita obtener incrementos en la producción por área y alimentos conservados de buena calidad para conjugar en la época de seca, según los resultados obtenidos en los capítulos anteriores un sistema de alimentación donde además de los alimentos preservados se combine la suplementación de concentrados y el pastoreo restringido para obtener una producción de leche aceptable en la seca.

### Materiales y métodos

#### Sistemas experimentales

Durante dos años se estudiaron dos sistemas de producción de leche en pasto pangola, bajo condiciones de secano, empleando un área total de 20 ha. El sistema experimental (fig. 6) consistió en segregarse el 50% del área en el período de mayo a agosto, ensilando en dos ocasiones y el 25% de septiembre a octubre para la fabricación de heno. Los animales pastaron libremente (16 h) el resto del área con una carga total de 3 vacas/ha, la cual se incrementó en el área de pastoreo a 6 vacas/ha de mayo a agosto y a 4 vacas/ha de septiembre a octubre. Durante la seca los animales pastaron restringidamente (4 h diarias) la totalidad del área recibiendo además, una ración diaria de ensilaje y heno más una suplementación de 2 kg/vaca/día de un concentrado comercial (17% PB y 2,6 Mcal de EM/kg MS), esta última también se empleó durante la primavera.

En el sistema de control se utilizó un carga sobre el pasto de 3 vacas/ha, pero no se segregó área para la conservación, pastando los animales en la totalidad del área tanto en la primavera como en seca. Durante la seca fue necesario suministrar una ración de forraje de Napier de un área adicional, la cual disminuyó la carga total de este sistema de 2,6 vacas/ha. Se empleó el mismo sistema de suplementación de concentrado que en el sistema experimental.

La fertilización utilizada en ambos sistemas fue de 150 kg de N/ha/año en cinco aplicaciones en el área de pastoreo de mayo a octubre y en tres aplicaciones en el área de forraje.

La fertilización con  $P_2O_5$  y  $K_2O$  se realizó a razón de 100 kg/ha/año en una aplicación a principio de primavera.

**Animales.** Se utilizaron 60 vacas mestizas entre segunda y cuarta lactancia. El rebaño estaba compuesta por una mitad de las vacas repentinas (paridas entre mayo y junio) con una producción inicial entre 10 y 12 kg de leche/vaca/día, las cuales fueron aleatorizadas en los tratamientos al inicio de la primavera y en el período de septiembre-octubre cuando se incluían animales en los tratamientos. Las vacas en ambos sistemas se sustituían según iban arribando al final de la lactancia, tomándose como índice una producción menor de 2 kg/vaca/día; cada año se renovaban todos los animales utilizando la misma metodología explicada anteriormente.

**Manejo del pasto.** En el sistema experimental el área estaba dividida en cinco cuarterones, dos de los cuales tenían el 50% del área y fueron los que se dedicaron a la conservación mientras que en el sistema de control se disponía de seis cuarterones de igual tamaño. En ambos sistemas los animales pastaron en un solo rebaño con un tiempo de ocupación de 6 y 14 días y de reposo de 12 y 20 días para los grupos experimental y control respectivamente en la época de primavera. En la época de seca el tiempo de ocupación fue de 4 y 3 días y el de reposo de 16 y 15 para ambos tratamientos.

El forraje suministrado durante la seca al tratamiento control fue de Napier (*Pennisetum purpureum*) de un área adicional de 2,5 ha fertilizada en primavera a razón de 50 kg N/ha sin riego durante la seca con una edad de 45 días cuando se comenzó a suministrar a los animales.

**Conservación.** El ensilaje se fabricó con una edad de 40-45 días con pangola que había sido fertilizada con 50 kg de N/ha en silos bunker, la edad fue seleccionada de acuerdo a trabajos previos realizados en Indio Hatuey, el corte se efectuó con silocosechadora SPKZ que troceó el material a una longitud de 8 cm, se adicionó miel a razón de 40 kg/t de forraje; se practicó el apisonamiento con tractores de ruedas de gomas.

El heno se fabricó a finales de octubre con material de 45 días de edad, empleándose una segadora de cuchillas en peine, el corte se efectuó en horas de la mañana, efectuándose un volteo a las 9 horas sol, empacándose al segundo día y almacenándose bajo techo.

**Mediciones.** Para tener una idea del consumo en pastoreo se determinó la disponibilidad del pasto por el método del marco de 0,5 m<sup>2</sup> antes y después de salir los animales de cada cuartón. La composición botánica del pastizal se realizó al inicio y al final de cada época.

El consumo de ensilaje y forraje se midió quincenalmente por diferencia entre oferta y sobrante.

La producción de leche se determinó quincenalmente realizándose el ordeño mecánicamente a las 4:00 a.m. y 3:00 p.m.

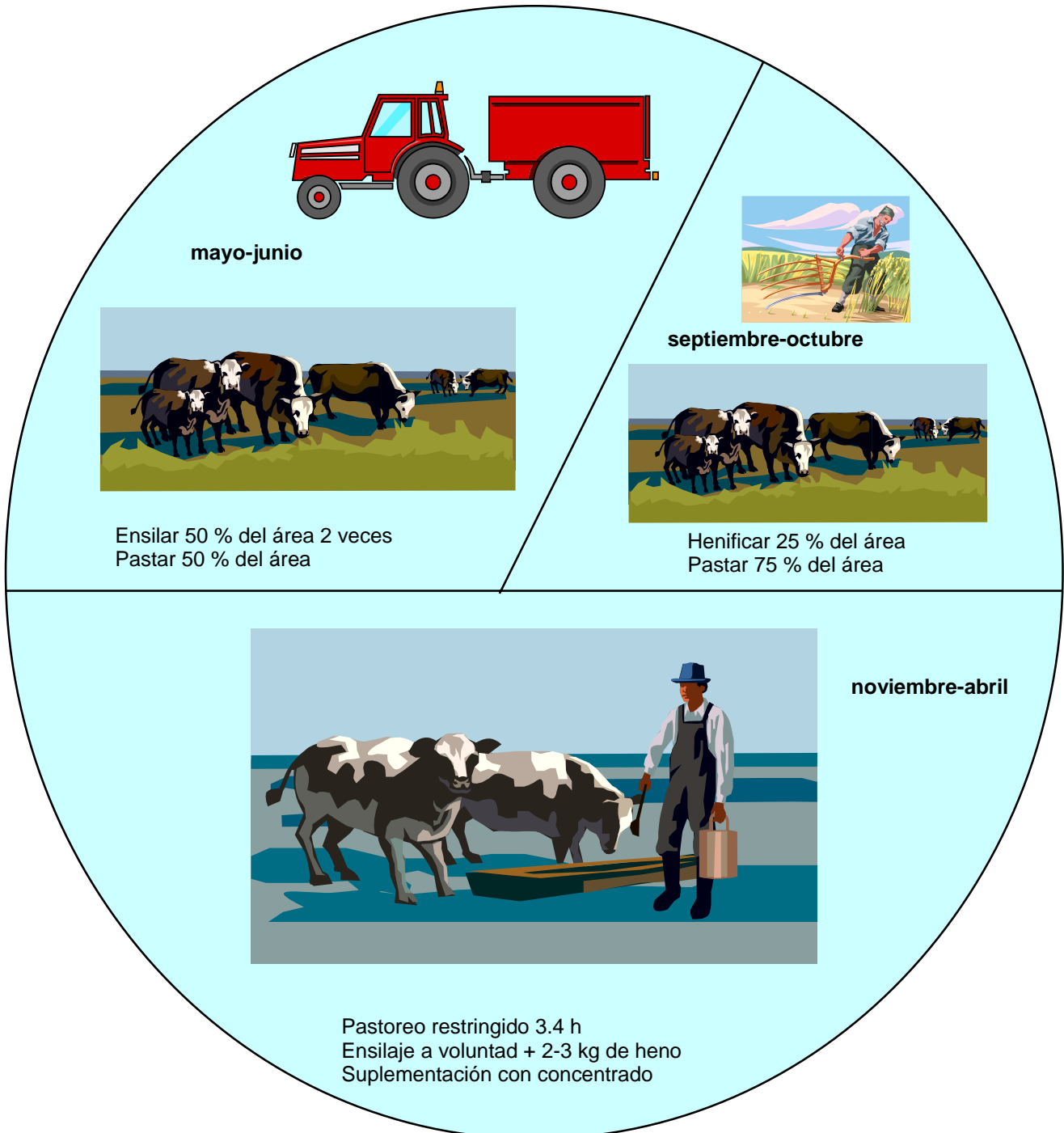


Fig. 6. Esquema del sistema de producción de leche, basado en la segregación de los excedentes de pastos en la primavera.

De los alimentos ofrecidos se tomaron muestras mensualmente para la determinación de MS, PB y FB de acuerdo a los métodos de la AOAC (1960) mostrándose su composición en la tabla 18.

Tabla 18. Composición de los alimentos.

Alimentos	Primer año			Segundo año		
	MS (%)	PB (%)	FB (%)	MS (%)	PB (%)	FB (%)
Pasto (primavera)						
Sistema experimental	25,0	8,0	30,1	23,0	7,3	31,0
Sistema control	28,1	7,2	33,0	22,0	6,5	22,1
Concentrados	80,0	16,8	8,9	83,0	17,0	10,5
Forraje	31,0	7,4	37,6	29,5	6,8	36,0
Ensilaje	24,1	8,2	35,8	27,0	7,6	33,0
Heno	86,0	8,6	38,7	82,0	7,8	36,0

## Resultados

La calidad del pasto, forraje y los elementos conservados se muestran en la tabla 18 como se puede observar en la época de primavera la calidad del pasto (% PB) fue superior en el sistema de segregación que en el control, oscilando en el primero entre 8 y 7,3 en el control entre 7,2 y 6,5.

La calidad del forraje empleado en el sistema control fue menor en el segundo año, donde el por ciento de PB fue 6,8; igual sucedió con el ensilaje fabricado en el sistema de segregación. El heno tuvo una tendencia a presentar mayor contenido de proteína que el ensilaje. La cantidad de alimentos conservados (tabla 19) en todos los años fue suficiente para suministrar entre 18 y 21 kg/vaca/día de ensilaje como promedio de los seis meses de seca y entre 0,73–1 kg /vaca/día de heno. La menor producción de ensilaje se obtuvo en el último año, resultando lo contrario para el heno cuya producción se incrementó en 2 t.

Tabla 19. Cantidad de alimentos preservados en el tratamiento experimental.

	Primer año	Segundo año
		Ensilaje (5 ha)
Total	115	102
t/ha	23	20
kg/vaca	3 833	3 400
		Heno (2,5 ha)
Total (t)	10	12
t/ha	4	4,8
kg/vaca	133	160

La preservación como ensilaje fue satisfactoria en todos los años, presentándose bajas pérdidas de material ensilado, y un producto de buena calidad fermentativa.

Tanto en las áreas de pastoreo como en las de segregación se observó un mejoramiento de la composición botánica del pastizal producto del manejo en comparación con las áreas del sistema de control. El por ciento de pureza del pastizal al final del experimento fue de 85 y 72 para los sistemas experimental y control respectivamente.

La producción de leche por vaca (tabla 20) no mostró diferencias significativas entre tratamientos en la época de primavera a pesar de que estas fueron superiores en el sistema de segregación en 0,5 kg/vaca/día. El empleo de una mayor carga promedio anual permitió incrementar la producción por área en un 17% en el sistema de segregación con relación al control.

Tabla 20. Comparación de los sistemas en producción de leche por animal.

Tratamiento	Primer año		Segundo año	
	Primavera	Seca	Primavera	Seca
Experimental	8,6	7,2	8,7	7,3
Promedio anual	7,9		8,0	
Control	8,1	6,9	8,2	6,8
Promedio anual	7,5		7,5	
ES $\bar{X}$	± 0,3 NS	± 0,21 NS	± 0,32 NS	± 0,4 NS

## **Discusión**

Se ha establecido un rango para el potencial de producción de los pastos tropicales con fertilización nitrogenada entre 8 y 15 t de MS/ha/año (García-Trujillo, 1974). La hierba pangola es una de nuestras especies que mayor producción puede dar en la época de lluvias cuando se aplican altas dosis de fertilizantes (Pérez Infante, 1970; Crespo, 1975; Paretas, 1978).

Soca y Aspiolea (1977) en estudios sobre fertilización reportaron con pangola una alta eficiencia de utilización del nitrógeno; por otra parte, García-Trujillo (1977) encontró que su producción es suficiente para alimentar entre 3 y 5 vacas/ha bajo estas condiciones. Sin embargo, con riego y fertilización durante la seca su rendimiento apenas alcanza el 30% de la producción anual.

Estas características junto a su persistencia al pastoreo sugieren que esta especie tiene potencial para ser integrada a un sistema de manejo del pasto que incluya la conservación del excedente producido en primavera.

Como se muestra en los resultados no se observaron diferencias significativas en la producción de leche individual en primavera entre los tratamientos en ninguno de los años estudiados a pesar de la mayor presión de pastoreo utilizada en el sistema de segregación.

Contrario a esto Hancock (1958); Riewe (1961); Colman y Holder (1968); Stobbs (1969); Hart (1972) y Paladines (1972) reportaron descenso en la producción por animal al incrementarse la carga sobre el pasto. Nuestros resultados, pueden deberse a que la disponibilidad de pasto en los períodos de mayo-agosto y de agosto-octubre cuando se emplearon las mayores cargas y el uso de la suplementación de concentrado parecen haber aportado los nutrimentos suficientes para que quedaran cubiertos los requerimientos de los animales.

Además, es de destacar que el pasto en la época de primavera tuvo un mayor contenido de PB en el sistema de segregación que en el control a pesar de recibir la misma fertilización; la diferencia en la calidad del pasto se atribuye a que fue más corto el ciclo de rotación, lo que coincide con los resultados de Hamilton (1968); Hamilton y Lambourne (1970) y McFeely, Browne y Carty (1975); reportando estos últimos incrementos en la producción de leche individual de 5 y 11% respectivamente por el efecto de rotaciones rápidas. Conforme a esto García-Trujillo (1980) concluyó que en los períodos de rápido crecimiento del pasto las rotaciones de corta duración permiten ofrecer a los animales alimentos de superior calidad.

De esta forma, la mayor calidad del pasto en el sistema experimental pudo haber compensado alguna disminución de la disponibilidad/vaca del pasto.

Otro resultado interesante fue que en sistema de segregación la producción por área superó en un 17% a la del sistema control debido al empleo de una mayor carga, similar a los reportes de McKeekan y Walshe (1963); Alexander (1968); Conway (1970); Colman (1970); Hull, Raguse y Henderson (1971); Delgado y Alfonso (1974) y Valdés (1977), los que han encontrado incrementos en la producción por área entre un 16 y 72% al aumentar la carga entre 11 y 100%.

Las producciones por área reportadas para los sistemas de segregación y control de este trabajo fueron de 8 300 y 6 904 kg respectivamente. En el primer caso la producción corresponde a los valores superiores para pastos de secano fertilizados con nitrógeno encontrados en una revisión del tema realizado por Stobbs (1976) mientras que la del sistema control son similares a las de Blydenstein, Louis, Toledo y Camargo (1960) de 6 014 kg de leche /ha/año, con pangola de secano fertilizada.

En general el sistema de segregación permitió una mayor producción por área, principal objetivo a lograr en los sistemas intensivos de producción animal (Cooper, 1969). Por otro lado, el hecho de haber conservado el 50% del área como promedio al año en forma de ensilaje y heno reflejó una mayor eficiencia de utilización del pasto, lo cual coincide con los resultados de Logan y Miles (1958) y García-Trujillo (1980), quien planteó que el pastoreo rotacional como método eficiente de manejo del pasto se justifica cuando se dispone de pastos fertilizados, manejados con altas cargas y se conserva el excedente de producción.

Al efectuarse tres cortes del área segregada para conservar (dos como ensilaje y una en forma de heno) durante la primavera a un intervalo de aproximadamente 45 días, el alimento obtenido para suministrar durante el período de seca superó en calidad al forraje suministrado en el sistema control, pues no solo se tomó en cuenta el estado de madurez del forraje, sino que se cumplieron una serie de requisitos durante la fabricación, tales como, llenado rápido y buen apisonamiento, quedando así resueltos parte de los problemas planteados en el capítulo III.

El comportamiento de las precipitaciones en el último año explican la reducción en la fabricación de ensilajes y el aumento en 2 t de heno con relación al año anterior, pues hubo menos lluvia mientras el área estuvo segregada para ensilar que la que hubo cuando se destinó a la fabricación de heno.

Las cantidades de alimento conservado con la segregación osciló entre 23-19 t /ha de ensilaje entre 5,6-4 t de heno lo que alcanzó para suministrar entre 25,6-21,1 y 1,25-0,9 kg/vaca/día de ensilaje y heno respectivamente como promedio de 150 días de seca. Durante el período de seca la dieta suministrada en el sistema de segregación ofreció producciones que oscilaron entre 6,3 y 7,2 kg de leche/vaca/día, reportándose diferencia significativa con el control en el último año de evaluación.

Los resultados de los trabajos discutidos en los capítulos III de esta tesis y los obtenidos por Esperance, Cepero, Pino y Perdomo (1980), demostraron que con dietas mixtas de ensilaje, suplementando concentrados e incluyendo heno con animales bajo pastoreo restringido se pueden obtener producciones satisfactorias en leche cuando se utilizan ensilajes de buena calidad.

El por ciento de los requerimientos de energía y proteína que los animales tuvieron que buscar del pasto en cada época estuvo de acuerdo con disponibilidades de este, los animales consumieron el 17,3 y 14,8% de sus requerimientos de energía y proteína del pasto durante la seca, lo cual indica que el manejo fue adecuado y que no hubo sobre pastoreo, ya que el mayor aporte de nutrimentos de esta época fue hecho por el ensilaje.

Es interesante que el 63,2 y 52,2% de la energía y proteína respectivamente suministrada en el sistema de segregación provino de los alimentos conservados elaborados de la misma área de pastoreo, lo que da idea de la potencialidad del sistema en cuanto al aporte de los nutrimentos.

Por último se puede apreciar por los resultados obtenidos factores que caracterizan a los sistemas de producción de leche a base de pastos tales como, carga, fertilización, calidad del pasto, suplementación y conservación de alimentos fueron integrados de forma tal que permitieron obtener incrementos en la producción por área sin que se redujera la producción por animal. Por otra parte, la aplicación del sistema de segregación permitió obtener alimentos para cubrir casi al 60% del período seco, lo cual facilitó un uso eficiente del pasto.

Todo esto confirma la posibilidad de aplicación de este sistema en condiciones de producción.

## CAPITULO 5. EXTENSIÓN EN LA PRODUCCIÓN

### Consideraciones económicas del sistema para ensilaje en condiciones de producción

#### Breve introducción a la evaluación económica

La gran crisis por la que atraviesa la economía mundial y como premisa fundamental de nuestro desarrollo el análisis económico de las diferentes actividades del país adquiere cada día mayor importancia y más aún cuando se trata de hacer la alimentación de la masa ganadera principalmente en los pastos y sus formas conservadas para hacer un uso eficiente de la tierra.

La presente evaluación tiene como objetivo la valoración económica de los resultados obtenidos cuando se aplicó el sistema de segregación de áreas en condiciones de producción con pasto pangola en áreas de secano.

#### Materiales y métodos

El fundamento del sistema empleado aparece desarrollado en la primera parte del capítulo III, en esta ocasión, por tratarse un área de producción se ajustó a las condiciones y características de la vaquería experimental con un área de 40 ha y 120 animales, segregándose el 25 y 20% del área de pastoreo para la fabricación de ensilaje y heno respectivamente; se fertilizó a razón de 80 kg de N/ha/año en las áreas de pastoreo y 150 kg N/ha en las áreas para conservar mientras que en el control se utilizó un área de forraje de 10 ha que se fertilizó con 75 kg N/ha/corte y recibió riego.

En primavera y seca y en ambos sistemas se suplementó con concentrados de 17% de PB y 2,6 Mcal de EM/kg de MS a razón de 0,45 kg/kg de leche producida a partir del quinto. En ambos sistemas se mantuvo el rebaño dividido en dos grupos de producción (de alta y baja) y un grupo seco, rotando el grupo de alta delante y detrás el de baja, mientras que las vacas secas lo hicieron en cuarterones destinados a este grupo (4 en total).

En la época de primavera la calidad del pasto fue superior en el sistema de segregación que en el control; los contenidos de PB de los alimentos ofrecidos en la seca en adición al pasto fueron de 8,6; 8,2 y 8,0% para el ensilaje, heno y forraje respectivamente.

Para hallar los costos del litro del leche en los sistemas utilizaron los precios establecidos por el MICONS para las construcciones y equipos, así como para la depreciación de estos, mientras que las actividades agrícolas y pecuarias el análisis se basó en datos suministrados por el MINAGRI, los gastos directos se tomaron de las propias vaquerías y los productos como pienso, fertilizantes, leche, etc., según el listado vigente del CEP (1978). Las primeras tablas de resultados recogen algunos indicadores técnicos que sirvieron de base para la determinación de los indicadores económicos.

#### Resultados

Para analizar los resultados se tomó en cuenta la eficiencia de cada uno de los sistemas bajo las condiciones propias en que se desarrolló el trabajo, para el cálculo económico se tomaron los resultados sobre área, número de cuarterones, riego, carga y producción de leche.

Se observa que para el sistema de segregación el indicador de producción total/ha resulta favorable (tabla 21) debido a la mayor carga promedio anual utilizada, además producto de la conservación se logra garantizar el 60% del alimento del período seco (tabla 22).

Tabla 21. Indicadores técnicos (producción de leche).

	Sistema segregación	Sistema control
Vacas/ha (carga)	3	2,4
Total de vacas	120	126
Vacas en ordeño	85	89
Producción total (kg)	333 291	365 491
Producción/ha/año	8 432	7 318,8
Producción/vaca		
Primavera	11	11,1
Seca	8	8,0
Promedio del año	9,5	9,6

Tabla 22. Indicadores técnicos (conservación).

	Julio	Septiembre	Noviembre
Area segregada (ha)	10,9	9,3	8,2
t MV/ha	18	20,4	15,7
t MS/ha	4,1	4,3	4,2
Alimento conservado (t)	196,2	189,7	32,1
kg/vaca	1 389	1 343	268,0

En la tabla 23 se muestra la estructura del costo de fabricación de heno y silo analizada porcentualmente y en la tabla 24 el costo del ensilaje y el heno producido en el período y de la t de cada uno de esos productos.

Tabla 23. Indicadores económicos. Estructura de los costos de fabricación.

Elementos del costo (%)	Heno	Ensilaje
Forraje insumido	58,31	63,08
Otros materiales	2,89	14,41
Salarios	-	1,67
Contribución a la seguridad social	-	0,16
Servicio de maquinaria	6,39	11,96
Costo de administración	17,49	8,72
Total	100	100

Tabla 24. Indicadores económicos. Costos de producción del ensilaje y heno.

Elementos del costo (%)	Ensilaje (385,9 t)	Heno (32,1 t)
Forraje insumido	1 995,10	561
Otros materiales	455,36	27,83
Salarios	52,48	
Servicio de maquinaria	383,19	205,12
Costo de administración	275,91	168,20
Total	3 162,04	963,00
Costo de 1 t	8,19	30,00

Al efectuar un análisis comparativo de los costos totales y por elementos entre los sistemas, se observó que la diferencia entre los costos totales a favor del sistema de segregación se debió fundamentalmente, al mayor costo de alimentación en el sistema de control (tabla 25). Se observó diferencia en los costos unitarios y en el costo total del litro de leche que fueron menores en el sistema de segregación. Los gastos de administración constituyeron el 29,7% del costo del litro de leche (tabla 26).

Tabla 25. Análisis comparativo de los costos.

Elementos del costo	Sistema segregación	Sistema control
Consumo animal	20 000,30	28 799,56
Salarios	6 543,48	7 099,25
Depreciaciones	9 747,77	10 575,69
Servicios veterinarios	2 091,22	2 268,83
Energía eléctrica	1 720,19	1 866,30
Gastos de administración	17 805,70	19 318,00
Menos		
Costos asignados a nacimientos	607,12	658,69
Total de costos	56 697,28	69 268,97

Tabla 26. Indicadores económicos.

	Sistema segregación	Sistema control
Costo total del litro de leche	\$0,168	\$0,189
Costo del litro de leche por concepto de alimento	\$0,059	\$0,078
Costo del litro de leche sin incluir gastos de administración	\$0,117	\$0,136

Aunque el valor de la producción fue mayor en el sistema de control, la relación valor de la producción por peso gastado fue favorable para el sistema de segregación, donde también fue menor el costo del peso producido (tabla 27).

Tabla 27. Indicadores económicos.

	Sistema segregación	Sistema control
Ingresos de leche	67 458,60	73 188,20
Egresos	56 697,28	69 927,66
Relación ingreso/egreso	1,18/1	1,04/1
Costo de peso producido (¢)	84	95

De acuerdo con resultados obtenidos es factible y puede considerarse económicamente favorable el sistema de segregación de áreas para la fabricación de ensilaje y heno. Sin embargo, es necesario profundizar en los estudios sobre el mismo con el empleo de otras especies o variedades con distintos niveles de fertilización y bajo nuevas condiciones con el objetivo de hacerlo más eficiente.



## **CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN GENERAL**

En la premisa experimental de esta tesis quedó evidenciado que debido a las características del material ensilado, a los cambios experimentados por el forraje durante la conservación y a los parámetros fermentativos, un gran por ciento de los ensilajes estudiados fueron de baja calidad y valor nutritivo.

Es interesante destacar que de los cambios experimentales por el forraje durante el proceso de experimentación el que experimentó el contenido de proteína fue el más notable, esto unido al bajo por ciento de proteína de los ensilajes explica en parte por qué el bajo potencial de producción de leche de los ensilajes de estas cualidades, así como la necesidad de mejorar las características de este alimento para la producción animal.

Nuestros resultados coinciden con los hallazgos de Raymond (1969) que señaló que el ensilaje como único alimento no aporta los nutrimentos necesarios para mantener producciones altas de leche y menos cuando es de baja calidad y se promueve bajos consumos, de ahí que en los experimentos I y IV del capítulo III se obtuvieron respuestas productivas aun cuando se emplearon bajos niveles de suplementación de concentrados, estos resultados y la política del gobierno revolucionario de basar la alimentación de la masa bovina en pastos y sus formas preservadas, fundamentalmente, destinando los concentrados para vacas de alta producción, sugieren la necesidad de buscar otros productos que permitan un aprovechamiento óptimo y económico del potencial lechero de estos animales.

Hay evidencias de que el suministro de algunos alimentos fibrosos con el ensilaje mejora la eficiencia de utilización de la dieta, lo que ha sido confirmado con los resultados mostrados en el capítulo III.

De los alimentos suministrados en adición al ensilaje desde el punto de vista de su disponibilidad cada uno presentó sus peculiaridades, por ejemplo el pasto a pesar de la menor producción reportada en el período seco por Crespo (1974); García y Crespo (1976); Paretas, Gómez, Ojeda y Roche (1974), aportó cuando su acceso fue con restricción del 19 hasta un 34% de los requerimientos de energía.

En el capítulo III se confirmó lo planteado por García-Trujillo (1980) que cuando los animales tienen que buscar más del 15% de los requerimientos de energía del pasto, se practica sobrepastoreo, lo que puede evitarse cuando se suministra además de ensilaje a vacas en pastoreo restringido heno o forraje.

Con relación al forraje cuando este fue de buena calidad (8,2% PB experimento 2 capítulo III) por provenir de áreas con riego se obtuvieron incrementos en producción de u 19,8%, pero como no todas las áreas disponen del riego si es forraje de secano o se cosecha a una edad avanzada el incremento en producción de leche es menor como lo demuestran los resultados de Esperance, Cepero, Pino y Perdomo (1981). Por otra parte, se estudió la variante del suministro de heno, aunque el incremento en producción de leche no fue significativo, lo cual está de acuerdo con Senra, Ugarte y Elías (1979). Una de las ventajas del suministro radica en que puede ser obtenido como se comprobó en el capítulo IV de los cuarterones de las vaquerías cuando se segregan áreas y que si se elabora a una edad óptima del forraje y bajo buenas condiciones climáticas, el producto obtenido es de elevada calidad según reportan Esperance y Cáceres (1979); Gutiérrez, Esperance y Hernández (1979); Cáceres y Esperance (1980).

El análisis indicó que el suministro de forraje o heno se justifica económicamente en nuestro trabajo porque con 2 kg de forraje y 1,2 kg de heno se aporta la energía y proteína equivalente a 1 kg de concentrado, siendo los anteriores recursos nacionales, además desde el punto de vista de comportamiento animal los incrementos en producción de leche y las reducciones pérdidas de peso vivo justifican el empleo de dietas combinadas.

Al estudiar la forma de mejorar la eficiencia de utilización de los ensilajes se obtuvieron los mayores incrementos de producción de leche (44,5%) con relación al control, en el tratamiento donde los animales recibieron ensilaje a voluntad, heno concentrado y pastoreo restringido (experimento 4 capítulo III). Un método similar de alimentación fue incluido al elaborar el sistema de alimentación a base de ensilaje.

Una idea de la eficiencia de esta dieta en cuanto al aprovechamiento del pasto y sus formas conservadas es que 80,7 y 67% de los requerimientos de energía y proteína, respectivamente provinieron de estos. Bajo estas condiciones el pasto aportó a la dieta el 17,3 y 14,8% de las necesidades de energía y proteína no se práctico sobrepastoreo, lo que permitió una recuperación rápida del mismo desde el inicio del período lluvioso de forma que pudo ser incorporado de nuevo al manejo que implicó la segregación.

Debido al aporte de nutrimentos que deben hacer los alimentos conservados en el período seco para no tener que abusar del pasto, lograr una calidad elevada de estos es un aspecto fundamental para los resultados del sistema.

En el capítulo II se observó el efecto del estado de madurez del forraje sobre la composición bromatológica de los ensilajes (tabla 1) mientras que en las figura 4 y 5 se evidenció la influencia de la calidad sobre el valor nutritivo. Es de resaltar que la poca calidad y el reducido valor nutritivo fueron la causa principal de bajo potencial de producción de leche de los ensilajes hechos con forrajes maduros, ya que al ensilar estos a una edad óptima y por consiguiente aumentar la digestibilidad, la producción de leche aumentó en 0,2 kg por cada unidad de incremento de digestibilidad (Esperance, Cáceres, Ojeda y Perdomo, 1980).

No se observó efectos de los tratamientos en la composición de la leche en ninguno de los trabajos experimentales realizados, conforme a los reportes de Waugh, Poston, Mochrie, Murley y Lucas (1965), quien no obtuvo variaciones en la composición de la leche cuando en dietas de ensilaje estudió la suplementación de concentrados.

De igual forma Murdoch y Hodgson (1969); Holter, Urban, Kennet y Sniffen (1973) no encontraron cambios de contenido de grasa con dietas similares a las estudiadas en esta tesis.

La suplementación de concentrados, la combinación ensilaje-forraje y el acceso al pasto con restricción redujeron significativamente las pérdidas de peso vivo. Esto no se tomó en consideración por tratarse de experimentos de corta duración. Considero esto como uno de los aspectos deficientes de esta tesis.

Al analizar los resultados obtenidos debemos resaltar algunos aspectos que consideramos de interés:

1. En el capítulo II además de servir de premisa para el desarrollo experimental, ofrece ecuaciones para determinar el contenido de PD (fig. 2) y EM (fig. 3) de los ensilajes. Considero que estas ecuaciones pueden ser de utilidad para los productores, ya que se utiliza el por ciento de proteína bruta para calcular los contenidos proteico y energético.
2. En el capítulo III cuyo objetivo fundamental fue mejorar el comportamiento productivo con ensilajes de baja calidad reobtuvieron incrementos en consumo producción de leche con la suplementación de concentrados, la combinación del ensilaje con forraje o heno y el acceso al pasto con restricción.

Al considerar la conservación en forma de ensilaje y heno, dentro de un sistema de manejo del pasto, se pudieron obtener alimentos de mejor calidad que los reportados en condiciones de producción (capítulo II).

Es de destacar la importancia del método de alimentación utilizado en el sistema de segregación, lo hizo posible que no se observara diferencia significativa en producción de leche entre la segregación y el control durante el período seco.

Considero de gran importancia los incrementos en producción por área y la reducción del costo del litro de leche en el sistema de segregación cuando fue extendido a producción

Durante el desarrollo experimental se evidenció que la reducida calidad de los ensilajes fue la principal causa de que se obtuvieron bajos consumos y que se limitara la producción animal.

Los trabajos efectuados con el objetivo de incrementar la calidad y valor nutritivo de los ensilajes y por ende la producción de leche con este alimento (Esperance, 1979a; Esperance, Cáceres, Ojeda y Perdomo, 1980; Esperance, Ojeda y Cáceres, 1981) mostraron aumentos en el consumo de MS, producción de leche y reducción en las pérdidas de peso vivo, cuando se estudió el efecto de la edad, el contenido de MS del forraje y se empleó ácido fórmico como aditivo.

Estos resultados confirman la posibilidad de mejorar el rendimiento animal con nuestros ensilajes.

## **CONCLUSIONES**

1. Los ensilajes de las áreas de producción resultaron de baja calidad debido a que se cosecharon forrajes de avanzado estado de madurez y no se emplearon técnicas adecuadas de conservación.
2. El uso de ensilajes sin suplementación y de tamaño de partícula de 6 a 10 cm que afecta el consumo voluntario y reduce las posibilidades productivas, llegando a pérdidas de peso de 500 g/día.
3. Con la suplementación de concentrados (aun en pequeñas cantidades 1 kg kg/vaca/día) a ensilajes de mediana a baja calidad, se obtuvieron incrementos de un 12,5% en el consumo, se obtuvo respuesta en producción de leche de 1,3 kg de leche/kg de concentrado y se redujeron las pérdidas de peso vivo.
4. La inclusión del 40% del consumo de ensilaje en forma de forraje y del 0,5% del peso vivo en forma de heno respectivamente, permite incrementos en producción de leche de 0,5 a 1 kg/vaca/día.
5. La restricción de pastoreo en dietas de ensilaje incrementó la producción de leche en 1,7 kg/vaca/día, mientras que al aumentar el tiempo de pastoreo a 14 horas no hubo ventajas en producción de leche y afectó la composición botánica del pastizal.
6. Con la segregación de parte del área de pastoreo y su conservación como ensilaje y heno, se incrementó la producción por área en un 17%, se obtuvo alimentos para cubrir más del 60% del período seco, se utilizó eficientemente el pasto y se redujo el costo de producción del litro de leche en \$0,02.

## **RECOMENDACIONES**

1. En vacas de mediano potencial lechero y ensilajes de baja calidad la suplementación de concentrados es una necesidad.
2. Al utilizar el ensilaje como parte de una ración empleada además del concentrado, forraje o heno a razón de 40% del consumo de ensilaje o el 0,5% del peso vivo respectivamente.
3. Restringir el horario de pastoreo de 3 a 4 horas al día para permitir un mayor tiempo de acceso al ensilaje; incrementar el consumo de MS total con el aporte del pasto y evitar que con el sobrepastoreo se afecte la composición botánica del pastizal.
4. Ensilar los forrajes en un estado adecuado de madurez (40-45 días para las especies de pastoreo) con el objetivo de obtener un alimento de elevado valor nutritivo.
5. Se sugiere la segregación de parte del área de pastoreo de las vaquerías con pasto de secano (20-40%) tomando en cuenta para determinar los por cientos de área a conservar los siguientes factores: disponibilidad del pasto: carga animal sobre este, número de cuartones de que disponga la unidad, así como la cantidad de fertilizante disponible.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abdel-Malik, W.H.; Abou-Raya, A.K.; Makky, A.M. & Hathout, M.K. 1973. Effect of chopping and molasses addition on the nutritional qualities of trash silage prepared from the first cut of clover-ryegrass mixture 4. Studies on silage consumption of milk production with Friesian cows. **Agricultural Research Reviews**. 51:81-9
- Aguilera, G.R. 1975. Dinámica de fermentación de ensilajes de pastos tropicales. **Rev. cub. Cienc. agríc.** 9:227
- Aguilera, G. 1979. Dinámica de fermentación del ensilaje de pastos tropicales. II. Pangola común (*Digitaria decumbens* Stent.) ensilada con y sin 4 % de melaza de caña de azúcar. **Pastos y Forrajes**. 2:489
- Amos, G.E. 1971. **Agriculture**. 70:24
- Andrieu, J. & demarquilly, C. 1974b. Valeur alimentaire du maïs fourrage. III. Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilajes de maïs. **Ann. Zootech.** 23:27
- AOAC. 1960. Official methods of analysis of AOAC. 9<sup>th</sup> Ed. Assoc. of Official Agricultural Chemists. Washington, DC.
- Aspiolea, J.L. & Arteaga, S. 1977. Nitrogen fertilization in tropical brown soils in the Escambray region Cuba. Proc. XIII Int. Grassld. Congr. Leipzig, RDA.
- Baewre, L.; Saue, O. & Nedkvitne, J.J. 1974. The effects of formaldehyde containing additive on the feeding value of silage. Proc. 3<sup>rd</sup> Silage Conf. Edinburgh.
- Baxter, H.D.; Owen, J.R.; Montgomery, M.J.; Gordon, C.H. & Miles, J.T. 1973. Three forage systems and two concentrate feeding systems for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 56: 119
- Baxter, H.D.; Owen, J.R.; & Waldo, D.R. 1966. Effect of laceration of chopped forage on preservation and feeding value of alfalfa-orchard grass silage. **J. Dairy Sci.** 49: 1441-5
- Boado, Alberta. 1969. Tesis para la Candidatura en Ciencias. Escuela Superior de Veterinaria. Checoslovaquia.
- Brabander, D.L.; Aerts, J.V.; Bouchque, C.V. & Buysse, F.X. 1976. Influence de la longueur de hachage de l'herbe ensilée sur l'ingestion chez les vaches laitières. **Revue de l'Agriculture**. 2:341-54
- Brenem, K. & Ulvesli, O. 1960. Ensiling methods. **Herb. Abst.** 30:1
- Brito, V.; Ugarte, J. & Michelena, J. 1980. Sustitución de bagacillo-miel urea por ensilaje o pasto de alta calidad. Segundo Encuentro de Técnicos Medios. Programas y Resúmenes. Jornada XV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Cuba
- Brown, S.M. 1960. Silage feeding of the dairy cow and its effect on milk yield and composition. Proceeding of the XI International Dairy Congress 210
- Brown, S.M. 1959. Silage feeding of the dairy cow and its effect on milk yield and composition. Proceeding of the XV Dairy Congress. p. 210
- Brown, W.O. & Kerr, J.A.M. 1965. Losses in the conservation of grassland herbage in lined trench silos. I. Comparison of long and lacerated silages made the warm fermentation process. **J. Agric. Sci.** 64: 135
- Bryant, A.M. 1976. The utilization of whole grain in maize silage by cattle. Proceedings of the N.Z. Society of Animal Production 36:76
- Butterworth, M.H. 1963. Digestibility trials with forages in Trinidad and their use in prediction of nutritive value. **J. Agric. Sci.** 60:341
- Butterworth, M.H. 1964. The digestible energy content of some tropical forages. **J. Agric. Sci.** 64:319
- Cabrera, J.I & Rivera-Brenes, L. 1953. The value of grass silage for feeding dairy cows in Puerto Rico. **J. Agric. Univ. P. Rico**. 37:59
- Carter, W.R.B. 1960. A review of nutrient loss and efficiency of conserving herbage as silage barn-dried hay and field cured hay. **J. Brit. Grassl. Soc.** 15:220
- Catchpole, V.R. 1970. Laboratory ensilage of three tropical pasture-legumes *Phaseolus stropurpureus*, *Desmodium intortum* and *Lotononis bainesii*. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 10:580-76

- Chida, S.; Sutoh, M. & Shibata, K. 1971. Studies on silage making. 16. The effect of wilting and chopping of forage on the quality of silage. **Sc. Rep. of the Fac. Ag. Okayama Univ.** 37: 61
- Campling, R.C. & Murdoch, J.C. 1966. Grass silage. **Outlook on Agriculture.** 5:17
- Campling, R.C. 1966. The intake of hay and silage by cows. **J. Br. Grassld. Soc.** 21:41
- Castle, M.E. & Watson, J.N. 1970. Silage and milk production a comparison between wilted and grass silage made with and without formic acid. **J. Br. Grassld. Soc.** 25:278
- Clifton, C.M.; Miller, W.J. & Camerum, J.W. 1967 Coastal Bermuda grass hay and silage at two stages of maturity fed with two concentrate levels to lactating cows. **J. Dairy Sci.** 46:959
- Claveran, R. 1975. Aplicación de la tecnología al nivel del agricultor y del ganadero. En: El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. Proc. Sem. CIAT. Cali, Colombia
- Colman, R.L. & Holder, J.M. 1968. Effect of stoking rate on butterfat production of dairy cows grazing kikuyu grass pasture fertilized with nitrogen. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 7:124
- Colman, R.L. 1970. Future use of nitrogen fertilizers on pastures and crops in subtropical. New South Wales. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.** 36:224
- Conway, A. 1970. Grazing management for beef production. **J. Br. Grassld. Soc.** 25:85
- Conway, E.J. 1957. Micro diffusion analysis and volumetric error. 4<sup>th</sup> ed. Crosby Lockwood and sons Ltd. London
- Cooper, M. & Mac, C. 1969. El uso del pasto para la producción de leche y carne. **Rev. cub. Cienc. agríc.** 3:97
- Cordovi, E.; Menéndez, J. & Galindo, Leonor. 1978. evaluación en corte y pastoreo de especies del género *Cynodon*. Primer Seminario Científico Técnico. Estación Central de Pastos. MINAG. p. 43
- Crespo, G. 1973. Algunas pruebas del comportamiento del pasto pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) en las condiciones de Cuba. **Rev. Div. Agrop.** 3:19
- Crespo, G. 1974. Respuesta de seis especies de pastos a niveles crecientes de fertilización nitrogenada. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 8:181
- Crespo, G. 1976. Fertilización diferida de nitrógeno y producción anual de los pastos (*Digitaria decumbens*, Stent.) y guinea (*P. maximum*, Jacq.). **Rev. cubana Cienc. agríc.** 10:229
- Cribeiro, T.; Elías, A. y Sánchez, N. 1976. Suplementación con concentrados para vacas lecheras pastando una combinación de leguminosas y gramíneas. 1ra. Reunión ACPA. p. 75
- Deinum, B. & Dirven, J.G.P. 1973. Climate, nitrogen and grass. 6. Comparison of production and chemical composition of some temperate and tropical grass species grown at different temperatures. **Neth. J. Agric. Sci.** 11:81
- Deinum, B. & Dirven, J.G.P. 1973. Comparison of forage quality of ten tropical grasses. Suriin. Landb.
- Delgado, A. & Alfonso, F. 1974. efecto de los sistemas de pastoreo y densidad de carga en la ceba de ganado de carne en pasto pangola. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 8:133
- Demarquilly, C. 1970. Influence de la fertilizacion azotae sur la valeur alimentaire des fourrages verts. **Ann. Zootech.** 19(4):423
- Demarquilly, C. y Weis, P. 1971. Liasson entre les quantites de matiere seche des fourrages verts par moutons et colles ingerse par les bovins. **Ann. Zootech.** 20(2):119
- Demarquilly, C. 1973. Chemical composition, fermentation characteristics, digestibility and intake of silages: modifications in comparison with the fresh forage. **Ann. Zootech.** 22(1):35
- Demarquilly, C. & Dulphy, J.P. 1977. Effect of ensiling of feed intake and animal performance. Int. Meet Anim. Prod. From. Temp. Grassld. Dublin. p. 53
- Demarquilly, C. 1977. Les principes de l'ensilage. L'Elevage 27
- Derbyshire, J.C., Gordon, C.H. & Waldo, D.R. 1976. Formic acid as a silage preservative for milking cows. **J. Dairy Sci.** 59:278

- Deswyson, N.D. & Vabelle, M. 1978. How chopping improves grass silage intake by sheep and heifers. Proc. 7<sup>th</sup> Gen. Meet European Grassld. Fed. Meulbeke.
- Dominguez, G.H. 1980. Factores más importantes en la fabricación de un buen ensilaje. **Agropecuaria Popular**. 1(1): 27
- Donaldson, E. & Edwards, R.A. 1976. Feeding value of silage; silages made from freshly cut grass and formic acid treated wilted grass. **J. Sci. Fd. Agr.** 27:536
- Dudar, Y.A.; Machado, R. & Pedraza, J. 1975. Rendimiento biológico y comportamiento de pastos introducidos y nativos sin aplicación de riego y fertilizantes. Serie Técnico Científica A-10. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Dulphy, J.P. 1972. Influence of the conservation method of green forages on their digestion rate in the rumen. **Annales de Zootechnie**. 21: 525
- Dulphy, J.P.; Bechet, G. & Thomson, E. 1975. Influence of the physical structure and quality of conservation of grass silages on their voluntary intake by sheep. **Ibid.** 24:81
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1972a. Effect of type of forage harvester on the feeding value of silages. 1. Preliminary results. **Ibid.** 21:163
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1973. Effect of type of forage harvester and chopping fineness on the feeding value of silages. **Ibid.** 22:199
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1975a. Influence of the type of forage harvester on the value of grass silages for heifers of dairy breeds. **Ibid.** 24:351
- Dulphy, J.P. & Journet, M. 1973. Utilization des ensilages d'herbe par les vaches laitières. **Fourrages**. 56:71
- Dulphy, J.P.; Bechet, G. & Thomson, E. 1975. Influence de la structure physique et de la qualité de conservation les ensilages de graminées sur leur ingestibilité. **Ann. Zootech** 24(1):81
- Dulphy, J.P. 1977. Les ensilages d'herbe sont très bien valorisés par la vache laitière... S'ils sont bons. L'Élevage.
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1977. Influence de l'addition d'acide formique sur la valeur des ensilages de graminées pour les génisses. **Ann. Zootech**. 26:45
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. **Biometrics**. 11:1
- Echeverría, B. 1973. Fabricación de ensilajes en la provincial de Las Villas. Tesis Ing. Agron. Univ. Central de Las Villas. Cuba
- Echevarría, N. & Rodríguez, F. 1977. Resúmenes. IV Reunión de ALPA. La Habana, Cuba. p. 10
- Echevarría, N. & Rodríguez, F. 1977. Estudio de sistemas de producción de leche basado en gramíneas y leguminosas. Resúmenes ACPA. VI Reunión. La Habana, Cuba.
- Elías, A. 1977. Producción de carne bajo sistemas de pastoreo en el trópico. ALPA. VI Reunión. La Habana, Cuba.
- Esperance, M. & Perdomo, A. 1977. Efecto de la suplementación con concentrado y/o heno sobre el consumo y la fermentación ruminal en dietas de ensilaje *ad libitum*. Resúmenes V Jornada Provincial de Ciencias Veterinarias. Matanzas.
- Esperance, M. 1978. Conservación de pastos y forrajes mediante ensilaje. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo).
- Esperance, M. & Cáceres, O. 1979. Metodología para la fabricación de heno. Proyecto de aplicación de resultados. EEPF "Indio Hatuey". (Mimeo).
- Esperance, M.; Echevarría, N. & Ojeda, F. 1979. Estudio de la calidad de los ensilajes en áreas de producción. Resumen 2da. Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 201
- Esperance, M.; Cáceres, O.; Ojeda, F. & Perdomo, A. 1979. Marcos fermentativos, valor nutritivo y producción de leche con pangola ensilada a dos edades. Resumen 2da. Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 37
- Esperance, M. 1980. Algunos factores que afectan la calidad de los ensilajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo).

- Esperance, M.; Cepero, R.; Pino, P.A. & Perdomo, A. 1981. Método de utilización de ensilajes para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 3:343
- Esperance, M.; Ojeda, F. & Cáceres, O. 1981. Marco fermentativo, valor nutritivo y producción de leche con hierba pangola ensilada con ácido fórmico o miel. **Pastos y Forrajes**. 4:237
- FAO. 1972. Anuario de Producción y Comercio. Roma.
- Ford, C.W. 1973. In vivo digestibility of cell wall polysaccharides of *Setaria splendida* and *Lolium perenne* cv. Kangaroo Valley. **Aust. J. Biol. Sci.** 26:1225
- Frame, J. 1971. The grazing animal. In fundamental of grassland management. **Scotesh. Agric.** 50:28
- Funes, F.; Yepes, S. & Hernández, D. 1971. Estudio de introducción en Cuba. I. Principales gramíneas para corte, pastoreo y tierras bajas. Memoria EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Funes, F.; Ronda, A.; Pérez, L. & Aja, A. 1978. Intervalo de corte en ocho gramíneas. Primer Seminario Científico Técnico de la Estación Central de Pastos y Forrajes. Resúmenes. p. 83
- García, M.I.A. 1972. Respuesta del gamelote a tres niveles de abonamiento nitrogenado y cuatro fecha de corte. **Res. Zootec. e Ins. Art.** 3:4
- García, R.; García, F. & Pérez Infante, F. 1976. Influencia de la adición de concentrados sobre el consumo y digestibilidad del ensilaje de maíz con terciopelo. Acta Primera Reunión ACPA. p. 61
- García-Trujillo, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basada en la utilización de pastos, forrajes y su formas preservadas. EEPF "Indio Hatuey".
- García-Trujillo, R. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. **Boletín de Reseñas. Pastos y Forrajes**, CIDA. La Habana.
- García-Trujillo, R. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. **Boletín de Reseñas Pastos y Forrajes**. CIDA No. 1. La Habana, Cuba.
- García-Trujillo, R. 1980. Principales sistemas de producción de leche a base de pasto para condiciones de secano. IV Seminario Cien. Téc. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1977. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. Resúmenes III Seminario Cient. Téc. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.; Wiseman, H.G.; Kane, E.A. & Melin, C.G. 1961. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage and direct-cut silage. **J. Dairy Sci.** 44:1299
- Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C. & Kane, E.A. 1960. Consumption and feeding value of silage as affected by dry matter content. **J. Dairy Sci.** 43:866
- Govet, P. Fatianoff, N.; Welter, S.Z.; Durand, N. & Chevalier, R. 1965. influence of raising the DM content on the biochemical and bacteriological development of a Lucerne conserved by silage. **Ann. Biol. Anim. Broch. Biophys.** 5:79
- Greenhill, W.L. 1964. The buffering capacity of pasture plants with special reference to silage. **Aust. J. Agric. Res.** 15:511
- Grive, C.H. & Osburn, D.F. 1965. the nutritional value of some tropical grasses. **J. Agric. Sci.** 65:411
- Gutiérrez, A.; Esperance, M. & Hernández, R. 1979. Efecto del tipo de máquina de corte sobre la velocidad de desecación y pérdida de nutrientes de las especies bermuda cruzada-1, pangola común y PA-32. **Pastos y Forrajes**. 2:311
- Hamilton, R.I. 1969. Ann. Rep. Div. Trop. Past. CSIRO. Aust. 1967-68. p. 45
- Hancock, J. 1958. The conversion of pasture to milk. The effect of stoking rate and concentrate feeding. **J. Agric. Sci.** 50:3
- Hardy, C.; Domínguez, C. & Gutiérrez, A. 1979. Conservación de pastos y forrajes. Los pastos en Cuba. 1ra. ed. p. 419
- Harris, C.E. & Raymond, W.F. 1963. The effect of ensiling on crop digestibility. **ibid.** 18:204



- Harris, C.E.; Raymond, W.F. & Wilson, R.F. 1966. The voluntary intake of silage. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Grasslands Congress. Helsinki. p. 564
- Harris, C.E. & Raymond, W.F. 1968. The effect of ensiling on crop digestibility. **J. Br. Grassld. Soc.** 23:248
- Harris, C.E. 1976. Effect of chemical desiccants on the drying rate and respiration rate of perennial ryegrass leaves. Annual Report, 1975. Grassland Research Institute. Hurley, 69
- Hart, R.H. 1972. Forage yield, stoking rate and beef gains on pasture. **Herb. Abstr.** 42:345
- Hernández, Marta & Rodríguez, G. 1978. Influencia de la fertilización y la frecuencia de corte en el rendimiento y composición de pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.). **Pastos y Forrajes**.
- Hernández, R. & Gómez, A. 1977. Evaluación de variedades destacadas de pastos de suelos calcáreos. Resúmenes III Seminario Interno Cient. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Holter, J.B.; urban, W.S.; Kennett, W.S. & Sniffen, C.J. 1973. Corn silage with and without grass hay for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 56:915
- Huber, J.T.; Graf, G.C. & Engel, R.S. 1965. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. **J. Dairy Sci.** 48:1121
- Hull, J.L.; Raguse, C. & Henderson, D.W. 1971. Further studies on continuous and rotational grazing on irrigated pastures by yearling beef steers and heifers. **J. Anim. Sci.** 32:984
- Jackson, N. & Anderson, B.K. 1968. Conservation of fresh and wilted grass in air-tight metal containers. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 19:1
- Jackson, N. & Forbes, T.J. 1970. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter. **Animal Production.** 12:591
- Jackson, N.; O'Neill, S.T. & Dawson, R. 1974. The composition and quality of grass silage made in Northern Ireland. An Analysis of six years results (1967-1972). **Record of Agricultural Research.** 22:45
- Jasiorowski, H.A. 1973. Twenty years with no progress? World Univ. of Fla. Gainesville, Florida. p. 509
- Liscombe Experimental Husbandry Farm. 1975. **Liscombe Grass Bulletin.** No. 2. Silage M.A.F.F.
- Ludlow, M.M. & Wilson, G.L. 1967. Studies on the productivity of tropical pasture plants. I. Growth analysis, photosynthesis and respiration of Hamil grass and Siratro in a controlled environment. **Aust. J. Agric. Res.** 19:35
- Machado, R. & Pedraza, J. 1976. Introducción de pastos en la provincia La Habana. Resumen 1ra. Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 48
- Machado, R. & Pedraza, J. 1976. Introducción de pastos en la provincia de Oriente. Resumen 1ra. Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 46
- Machado, R.; Gómez, Yolanda & Quesada, G. 1978. Comportamiento de pastos introducidos en la provincia Las Tunas. **Pastos y Forrajes**.
- May, A.H.; Abou-Naya, A.K.; Abdel Malik, W.H. & Hathout, M.K. 1973. Effect of chopping and molasses addition on the nutritional qualities of trench silages prepared from the first cut clover-ryegrass mixture. 2. Influence on efficiency of nutrient presentation. **Agricultural Research Review.** 51:61
- Marsh, R. 1979. the effects of wilting on fermentation on the silo and on the nutritive value of silage. **Grass and Forage Science.** 34:1
- McCarrick, R.B.; Keane, E. & Tobin, J. 1965. The nutrition value of ammonium bisulfate and molassed silages. I. Comparisons of acceptability and feeding value for beef and dairy cattle. **Irish J. Agric. Res.** 4:115
- McCullough, M.E. 1969. Optimum feeding of dairy animals. The University of Georgia Press.
- McCullough, M.E. 1975. The influence of silage additives on silage losses and feeding value. **Georgia Agr. Res.** 17:13
- McDonald, P.; Henderson, A.R. & Whittenbury, R. 1966. The effect of temperature on silage. **J. Sci. Fd. Agric. Res.** 17:476

- McDonald, P. & Whittenbury, R. 1973. The ensilage process. In: Chemistry and biochemistry of herbage. Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press: London and New York. 3. p. 33
- McMeekan, C.P. & Walshe, M.J. 1963. The interrelation ship of grazing method and stoking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. **J. Agric. Sci.** 61:147
- Medina, O; Wollner, H. & Castillo, G.L. 1968. The effect of different levels of NPK fertilizer on the yield of pangola. **Cuban J. of Agric. Sci.** 2:115
- Melimonadze, S.; González, Yolanda; Serrano, I. & Cartaya, Martha. 1975. Influencia de diferentes niveles de N ene. Rendimiento, composición bioquímica, crecimiento y desarrollo de guinea común cv 21 (*Panicum maximum* Jacq.) (inédito).
- Meléndez, F. 1975. En: Consideraciones sobre algunos aspectos de la Agric. Trop. Cárdenas. Tabasco, Méjico.
- Meirelles de Miranda, R. 1975. El papel que desempeña el ganado de carne en el desarrollo de América Latina. El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. CIAT. Cali. Colombia.
- Messer, H.J.M. & Hawking, J.C. 1977. The influence of moisture content and chop length of forage maize on silage bulk density and the pressure on bunker silo walls. **Journal of Agricultural Engineering Research.** 22:175
- Michalet, Brigitte. 1975. Recherches sur les causes desvariations des quantites d'ensilaje d'herbe ingerées par les ruminants. These Doct. Ing. Université de Nancy
- Michilena, J. 1973. El valor del ensilaje de gramíneas o leguminosas en la alimentación del ganado. **Revista de Divulgación Agropecuaria.** 3:25
- Miller, C.H.; Polan, C.E.; Sandy, R.A. & Huber; J.T. 1969. Effect of altering the physical form of corn silage on utilization by dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 52:1955
- Miller, E.J.; Clifton, J.K.; Millar, J.K. & Fowler, P.R. 1968. Effects of feeding unlikely forage singly and in combination on voluntary dry matter consumption and performance of lactating cows. **J. Dairy Sci.** 48:1046
- Montgomery, M.J.; Baxter, H.D.; Own, J.R. & Gordon, C.H. 1976. Value of fresh forage and concentrate to dairy cows fed stored forage. **J. Dairy Sci.** 59:690
- Moore, L.A.; Thomas, J.W. & Sykes, J.F. 1960. The acceptability of grass/legume silage by dairy cows. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. p. 701
- Muñoz, E.; Elías, A. & De Ríos Suárez, J. 1977. Forrajes conservados y suplementos nitrogenados para vacas lecheras en pastoreo de secoano. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 11:267
- Murdoch, J.C. 1960. The effect of temperature on silage fermentation. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. Reading. p. 502
- Murdoch, J.C. & Hodgson, A.S. 1962. Silage for dairy cow. **J. Br. Grassld. Soc.** 17:133
- Murdoch, J.C. & Bare, D.I. 1963. The effect of conditioning on the rate of drying and loss of nutrients in hay. **J. Br. Grassld. Soc.** 18:334
- Murdoch, J.C. 1965. The effect of length of silage on its voluntary intake by cattle. **J. Br. Grassld. Soc.** 20:54
- Murdoch, F.R. & Hodgson, A.S. 1967. Milk production response of dairy cows fed high moisture grass silage. 1. Effects of varing levels of hay and concentrate. **J. Dairy Sci.** 50:57
- Nash, M.J. 1959a. Partial wilting of grass crops for silage. 1. Field trials. **J. Br. Grassld. Soc.** 14:65
- Neumark, H.; Bondi, A. & Volcani, R. 1964. Amines, aldehydes and keto-acids in silage and their effect on foodintake by ruminants. **J. Sci. Fd. Agric.** 15:487
- Nicholson, J.W.C. & Parent, R.C. 1957. Various combinations of grass silage and hay for dairy cattle. **Can. J. Anim. Sci.** 37:64
- NRC. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Ojeda, F. 1977. Estudio de la adición de miel final sobre el comportamiento del N en la hierba de guinea cv. Likoni ensilada. Resúmenes III Seminario Interno Cient. Téc. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

- Ojeda, F. 1980. Edad de rebrote y nivel de miel sobre los patrones fermentativos de la hierba guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**. 3:407
- Osují, P.O. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. **J. Range Manag.** 27:437
- Owen, P.G. 1972. Silage additives on their influence on silage fermentation. Journal Serie. Nebraska Agriculture Exp. Sta.
- Oyenuga, V.A. & Asaret, T. 1974. Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some Nigerian fodder grass. *Panicum maximum*. **J. Agric. Sci.** 69:339
- Paladines, O. 1976. Un enfoque de investigación para crear tecnología dirigida al aumento de la producción. En: Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Acapulco.
- Pardue, P.N.; Fosgate, O.T.; O'Dell, G.D. & Brannon, C. 1975. Effects of complete ensiled ration on milk production, milk composition, and rumen environment of dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 58:901
- Paretas, J.J. & Pérez, C. 1971. Rendimiento de la hierba pangola con diferentes fuentes, niveles y momento de aplicación de fertilizantes nitrogenados. Memoria anual.. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Paretas, J.J.; Gómez, L. & López, Mirta. 1974. Intervalos de corte e irrigación sobre la composición química de elefante candelario (*Pennisetum purpureum* Schumach). Resúmenes ALPA. La Habana, Cuba. p.124
- Paretas, J.J. 1978. Uso del nitrógeno con hierba pangola (*Digitaria decumbens*) en las condiciones de Cuba. **Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes** 1(1):87
- Pelletier, G.; St. Pierre, J.C. & Comeau, J.E. 1976. Composition chimique, digestibilité et ingestion volontaire d'ensilages d'herbes et de maïs par des.
- Pereira, E.; Lamela, L. & Esperance, M. 1981. Nota técnica sobre el efecto del forraje y/o ensilaje en dietas de hembras de reemplazo. **Pastos y Forrajes**. 4:91
- Pérez-Infante, F. 1970. Efecto de tres intervalos de corte y tres niveles de nitrógeno en las ocho gramíneas más extendidas en Cuba. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 4:145
- Pérez-Infante, F. & Lucas, E. 1974. Cutting intervals and nitrogen fertilization in four cultivated pastures in Cuba. Proc. XII Int. Grassld. Congr. p. 265
- Pérez-Infante, F. 1975. Evaluación de pastos con vacas lecheras. I. Bajo condiciones de pastoreo. Monog. Impr. André Voisin. La Habana.
- Pérez-Infante, F. & García-Vila, R. 1974. Uso de la caña de azúcar en la alimentación del ganado en época de seca. I. Efecto de la adición de urea en el consumo y la producción de vacas lactantes. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 9:227
- Pérez-Infante, F. 1977a. Posibilidades de los pastos en el trópico. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 11:119
- Portieles, J.M. & Aspiolea, J.L. 1978. Estudio de dosis de N y frecuencia de corte en pasto bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) bajo condiciones de regadío. Resúmenes II Seminario Científico Técnico. Est. Exp. Fertilizantes de Pastos. Escambray, Cuba.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. **Advan. Agron.** 21:108
- Rayner, .1971. Dairy production systems relevant to the tropical regions of Australia. (2) Review of forming practice. Tropical Grassland. Vol. 5, No. 3
- Ríos, C. 1979. Trabajos realizados sobre la calidad del ensilaje. Est. Exp. Barajagua. (Mimeo).
- Riewe, M.E. 1961. Use of relationships of stoking rate to gain of cattle in an experiment design for grazing trials. **Agron. J.** 53:309
- Ribas, Miriam. 1978. Factores que afectan la producción de leche en los trópicos. **Rev. de Divulg. Agrop.** 1:1
- Rodríguez, F.P. 1976. Resúmenes 1ra. Reunión de ACPA. La Habana, Cuba. p. 51
- Rowkis, T. & Ríos, C. Métodos de investigación para determinar la calidad de los silos. Propuesta para implementación nacional de la técnica de control de la calidad de los silos. Est. Exp. Barajagua.

- Ruiz, V. 1975. Balance N, P, Ca en dietas de forraje y ensilaje de hierba pangola (*D. decumbens*, Stent.). Serie Técnico Científicas BD. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 9
- Ruiz Corbea, E. 1979. Utilización de la caña de azúcar en la producción de leche. Tesis de Candidatura.
- Ruiz, R.; Ugarte, J. & García, R. 1979. Potencial productivo de tres sistemas de pastoreo en pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) durante la seca para vacas de medio y bajo potencial lechero. Actas II Reunión ACPA. La Habana.
- Ruxton, I.B.; Clark, B.J. & McDonald, P. 1975. A review of the effects of oxygen on ensilage. **J. Br. Grassld. Soc.** 30:23
- Ruiloba, M.H. & Ruiz, M. 1977. Alimentación del ganado con paja de arroz durante la época de seca. 1. Niveles de proteína suplementaria y melaza en el engorde los novillos. Resumen Tomo II ACPA. VI Reunión. La Habana, Cuba.
- Salinas, A. & Figueroa, J. 1972. Efecto de la adición de harina de pescado a dietas de ensilaje *ad libitum* y pastoreo restringido. Memoria Anual. EEPF "Indio Hatuey". p. 131
- Salinas, A.; Esperance, M. & Milera, Milagros. 1981. Nota técnica sobre el pastoreo de pangola comparado con la combinación de pangola y glycine con ensilaje *ad libitum* en la producción de leche. **Pastos y Forrajes**.
- Saue, O. & Breirem, K. 1969. Formic acid as a silage additive. Proc. 3<sup>rd</sup> General Meeting of the European Grassland Federation. Braunschweig. p. 161
- Semple, J.A.; Grieve, C.M. & Osbourn, D.F. 1966. The preservation and feeding value of pangola grass silage. **Trop. Agric.** 43:25
- Senra, A.; Ugarte, J.; Elías, A. & Ruiz, R. 1979. Effect of including limited quantities of hay to cows grazing in drylots and supplemented with silage. **Cuban J. Agric. Sci.** 13:113
- Skovborg, E.B. & Anderson, P.E. 1974. Conservation of green crops for dairy cows. **Herb. Abst.** 44:3752
- Slack, S.T.; Kennedy, W.K.; Turk, K.L.; Reid, J.L. & Trimberger, G.W. 1960. Bull. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. No. 957
- Smirnova, A. 1966. Effect of silage ration on summer milk yields of cows. **Dairy Sci. Abst.** 30:248
- Stobbs, T.H. 1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. II. Grazing frequency. **Trop. Agric.** 46:195
- Stobbs, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Aust. J. Agric. Res.** 24:821
- Stobbs, T.H. 1974. Components of grazing behaviour of dairy cows on some tropical and temperate pastures. 10:200
- Stobbs, T.H. & Thompson, P.A.C. 1975. Milk production from tropical pastures. **World Animal Review**. No. 13
- Stobbs, T.H. 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pasture. En: Memoria del Seminario Interno de Ganadería Tropical. Secretaría de Agric. y Ganadería. Banco de México, S.A. p. 129
- Sullivan, J.T. 1973. Chemistry and biochemistry of herbage. Edited by Buttler, E.W. & Bailey, R.W. Academic Press. Vol. 3:16
- Sunclarenan, D. 1973. System of milk production. **World Animal Review**. 6:15
- Ugarte, J. & Domínguez, G.H. 1980. Efecto de la disponibilidad de pasto sobre el consumo de ensilaje y la producción de leche. **Rev. cubana Cienc. agric.** 14:13
- Ulvesli, O.; Saue, O. & breirem, K. 1966. Ensiling experiments t Stend Agricultural School 1955-61. Silage examination in the Hordaland District 1953-56. **Herb. Abst.** 36:175
- Valdés, L.R. 1977. Utilización intensiva de pastos para la producción de carne. 3er. Seminario Interno Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Resúmenes. p. 39
- Waldo, D.R.; Smith, L.W. & Gordon, C.H. 1968. Formic acid silage versus untreated silage for growth. **J. Dairy Sci.** 52:982

- Waldo, D.R.; Keys, J.E. & Gordon, C.H. 1969. Additional comparison of formic acid silage versus untreated silage. **J. Dairy Sci.** 52:936
- Waldo, D.R.; Keys, J.E.; Smith, L.W. & Gordon, C.H. 1971. Effect of formic acid on recovery, intake, digestibility and growth from unwilted silage. **J. Dairy Sci.** 54:1
- Watson, S.T. & Nash, M.J. 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver and Boyd. Edinburgh. p. 272
- Waugh, R.K.; Poston, H.S.; Mochrie, R.D.; Murley, W.R. & Lucas, H.L. 1955. Additions to hay to corn silage to maximize feed intake and milk production. **J. Dairy Sci.** 38:688
- Weis, F. 1968. The effect of feed quality sugar as safety additive of to grass silage. *Landio Forsch* 20(2-3). **Herb. Abstr.** 30:203
- Whitenbury, R. 1968. Microbiology of grass silages. Proc. Biochem. Ed. Grampion. Pren-Ltd. London
- Wieringa; G.W. 1958. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. **Neth. J. Agr. Sci.** 6:204
- Wieringa; G.W. 1960. Some factors affecting silage fermentation. 8<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. p. 3 B-3
- Wilkins, R.J. & Wilson, R.F. 1971. Silage fermentation and feed value. **J. Br. Grassld. Soc.** 26:108
- Wilkins, R.J. 1974. The nutritive value of silages. In: Swan, H. and Lewis, D. (eds.). Proceedings of the Eighth University of Nottingham Nutrition Conference for Feed Manufacturers. London. p. 167
- Wilson, R.F. & Wilkins, R.J. 1973. Formic acid as a silage additive for wet crops of cocksfoot and lucerne. **J. Agric. Sci.** 80:225
- Woolford, M.K. 1972. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herb. Abstr.** 42:105
- Wollner, H. & Castillo, J.L. 1968. La influencia de distintos niveles de N en el rendimiento de pangola (*Digitaria decumbens*). **Rev cubana de Cienc. Agríc.** 2:227
- Xandé, J. 1978. Informe preliminar sobre las investigaciones en ensilaje (Mimeo).
- Zambrano, R. & Urbalejo, L.F. 1976. Efecto de niveles de harinolina y melaza utilizando paja de trigo en becerros cruzados. Resumen XII Reunión Anual del Inst. Nac. Inv. Pecuarias.
- Zelter, S.J. 1960. Fermentation behaviour of lucerne ensiled by different methods. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. Reading. p. 505
- Zelter, S.J. 1969. Extent, nature, causes and nutritional significance of losses in forage during harvesting and conservation especially by ensilage. Proc. 3<sup>rd</sup> Europ. Grassld. Fed; Crop Conservation and Grassland. p. 183
- Zelter, S.J. 1970. Extent, nature, causes and nutritional significance of losses in forage during harvesting and conservation especially by ensilage. **La Revue de l'Élevage.** 48:45
- Zimmer, E. 1967. Fodder conservation, silage chemistry and fundamentals. Jber. Forsch. Landw. Volkenrode.
- Zimmer, E. 1974. Theory and practice of fodder conservation. Proc. XII Int. Grassld. Congr. p. 254

ANEXOS

Tabla 28. Rendimiento de leche, composición, consumo y cambio de peso vivo.

Concepto	Nivel de suplementación (kg/vaca/día)			ES $\bar{X}$
	0	1	2	
Producción de leche (kg/vaca/día)	5,0 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	± 0,24*
Composición (%)				
Grasa	4,1	4,0	3,9	± 0,15
S:N.G.	8,6	8,5	8,6	± 0,12
Consumo MS (kg/vaca/día)				
Ensilaje	7,0 <sup>b</sup>	8,0 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	± 0,46*
Concentrado	-	0,9	1,8	-
Cambio de peso vivo (kg/vaca/día)	-0,5 <sup>a</sup>	-0,3 <sup>b</sup>	-0,1 <sup>c</sup>	± 0,08*

<sup>a, b, c</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

\* P<0,05

Tabla 29. Requerimientos.

Kg conc./vaca/día	E. metabolizable (Mcal)			Proteína (g)		
	0	1	2	0	1	2
Mantenimiento	11,9	11,9	11,9	373	373	373
Producción	5,8	7,3	8,1	435	548	609
Requerimientos totales	17,7	19,2	20,0	808	921	982

NRC, 1978

Tabla 30. Rendimiento de leche, composición y cambios de peso vivo.

Forraje	A	B	C	D	ES de la $\bar{X}$
	-	40 %	60 %	<i>ad. lib.</i>	
Ensilaje	<i>ad. lib.</i>	<i>ad. lib.</i>	<i>ad. lib.</i>	-	
Rendimiento de leche (kg)	6,8	8,1	8,0	8,6	± 0,25
Corregida 4 % grasa	6,5 <sup>b</sup>	8,1 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	± 0,23
Composición					
Grasa	3,8	4,0	3,8	3,8	± 0,11 NS
S.N.G.	8,6	8,8	8,7	8,8	± 0,15 NS
S.T.	12,4	12,46	12,2	12,48	± 0,13 NS
Cambio de peso vivo					
kg/vaca/día	-0,3 <sup>b</sup>	+0,08 <sup>a</sup>	+0,05 <sup>a</sup>	+0,06 <sup>a</sup>	± 0,01

<sup>a, b</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

Tabla 31. Consumo de materia seca (kg/día).

Forraje	A	B	C	D	ES de la $\bar{X}$
	-	40 %	60 %	<i>ad. lib.</i>	
Ensilaje	<i>ad. lib.</i>	<i>ad. lib.</i>	<i>ad. lib.</i>	-	
Ingestión diaria MS (kg)					
Forraje	-	3,0	4,0	8,8	
Ensilaje	6,1	7,3	6,4	-	
Concentrado	1,7	1,7	1,7	1,7	
Total	7,8 <sup>c</sup>	12,0 <sup>a</sup>	12,1 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	± 1,01
Como % peso vivo	1,9 <sup>c</sup>	2,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>	± 0,06
Ingestión diaria PB					
kg/vaca/día	0,73	1,06 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	± 0,011

<sup>a, b, c</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

Tabla 32. Producción de leche, consumo y cambio de peso vivo.

Concepto	Tratamientos			ES $\bar{X}$
	PR	P	E	
Producción de leche (kg/vaca/día)	9,6 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	± 0,46 <sup>**</sup>
Consumo de MS (kg)				± 0,3 <sup>**</sup>
Ensilaje	7,2 <sup>b</sup>	4,0 <sup>c</sup>	8,7 <sup>a</sup>	
Pasto	3,5	4,7	-	
Concentrado	1,8	1,8	1,8	
Total	13,0	10,5	10,5	
Cambio de peso vivo (kg/vaca/día)	+0,1 <sup>a</sup>	-0,2 <sup>b</sup>	-0,1 <sup>b</sup>	± 0,02 <sup>*</sup>

<sup>a, b, c</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

\* P<0,05

\*\* P<0,01

Tabla 33. Rendimiento, composición de leche y cambio de peso vivo.

Concepto	Tratamientos			Control	ES $\bar{X}$
	CH	C	H		
Producción de leche corregida (kg/vaca/día)	7,2 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	± 0,5 <sup>**</sup>
Composición (%)					
Grasa	3,7	3,8	3,9	3,8	± 0,1 NS
S.N.G.	8,4	8,5	8,6	8,4	± 0,11 NS
Cambio de peso vivo (kg/vaca/día)	+0,2 <sup>a</sup>	+0,2 <sup>a</sup>	+0,03 <sup>b</sup>	-0,3 <sup>c</sup>	± 0,03 <sup>**</sup>

<sup>a, b, c</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

\*\* P<0,01

Tabla 34. Consumo de MS.

Concepto	Tratamientos			Control	ES $\bar{X}$
	CH	C	H		
Consumo/día de MS					
Ensilaje	8,1 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	5,9 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>	± 0,3 <sup>**</sup>
Concentrado	1,7	1,7	-	-	
Heno	2,46	-	2,46	-	
Total	12,26 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	8,3 <sup>b</sup>	5,8 <sup>c</sup>	± 0,40 <sup>**</sup>

<sup>a, b, c</sup> Medias en la misma fila sin letras en común difieren significativamente P<0,05

\*\* P<0,01

\*\*\* P<0,001

Tabla 35. Comparación de los sistemas en producción de leche por área.

Tratamiento	Primer año		Segundo año		ES $\bar{X}$
	Primavera	Seca	Primavera	Seca	
Experimental	26,8	7,2	26,1	21,9	
Promedio anual	23,7 <sup>a</sup>		24,0 <sup>a</sup>		
Control	21	17,9	19,4	17,6	
Promedio anual	19,4 <sup>b</sup>		19,4 <sup>b</sup>		
ES $\bar{X}$	± 0,21 <sup>*</sup>		± 0,3 <sup>*</sup>		