

CAPÍTULO XIII

MEJORA EN LA CONSERVACIÓN DE PASTOS Y FORRAJES

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE FORRAJES
- III. CONSIDERACIONES SOBRE CONSERVACIÓN DE FORRAJES
- IV. LITERATURA CITADA

Baldomero González

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de doble propósito, explotada en condiciones tropicales cálidas y específicamente en Venezuela está representada por un tipo de animal mestizo, producto del cruce fundamentalmente alterno de razas de estirpe lechero *Bos taurus* provenientes de climas templados, como la Holstein y Pardo Suizo principalmente, con razas de tendencia cárnica generalmente de origen tropical y subtropical tipo *Bos indicus* o cebuinos, que incluyen al Brahman, Guzerat, Nellore, Gyr entre otros y por otro lado, el criollo naturalizado el cual además de aportar genes de adaptación a las condiciones tropicales por su rusticidad, al igual que el *Bos indicus* presenta ciertas condiciones para equilibrar la producción de leche con la carne [9].

Este tipo de animal con sus variantes de cruzamiento que origina una heterogeneidad de sistemas de producción en la orientación del rubro producido, cuya tendencia hacia leche y/o carne esta fundamentalmente supeditada a las condiciones agroecológicas, intensificación del sistema, comportamiento del mercado y precios de los productos, pero fundamentalmente por la particularidad de depender de una alimentación básicamente de pastos bajo condiciones de pastoreo.

Este tipo de ganadería a pesar de su desarrollo con la liberación de nuevas especies forrajeras, mejor adaptadas a un menor uso de insumos, mayor calidad y capacidad de carga; aún persisten ciertos obstáculos o desventajas, por la baja calidad de la gran parte de sus gramíneas, que han limitado poder explotar mejor el potencial genético de los genes lecheros que presenta la ganadería de doble propósito. En este aspecto se han venido desarrollando aunque no agresivamente una serie de alternativas que permitan dar solución al problema del mejoramiento de la calidad de la dieta alimenticia de esta ganadería tropical. Entre estas alternativas se han identificado:

1. Los tratamientos químicos. Los cuales además de costosos son riesgosos para su uso a nivel de finca.
2. El manejo de la planta en sus procesos de producción, conservación y utilización. Este es el más práctico y permite optimizar el uso de los nutrimentos y energía del forraje. Esta disponible, pero es difícil de implementar eficientemente en nuestras condiciones, dado que requiere ser metódico, disciplinado y dedicado.
3. El mejoramiento genético. Esta es la alternativa que obligatoriamente debe estar en cualquier programa de investigación, dado que la misma permite cambios más radicales y seguros, pero a más largo plazo, aunque probablemente resulta ser el más económico. En el trópico han recibido muy poca atención, a excepción de Australia, cuyo trabajo en leguminosas de origen trópico americano, ha sido

ampliamente valioso en especies como *Stylosanthes hamata*, *Macroptilium atropurpureum* y *Leucaena leucocephala* entre otras. Estados Unidos, en la Universidad de Florida con sus trabajos en las especies del género *Digitaria* y *Cynodon* entre otras, Estación Experimental de Tifton, Georgia, donde se ha trabajado y liberado algunas especies y cultivares del millo perla *Pennisetum americanum*, el elefante enano cv: N-75 *Pennisetum purpureum*, híbridos del cruce entre los *Pennisetum purpureum* * *P. americanum*, cultivares del pasto bermuda *Cynodon dactylon* y sus cruces con el estrella mejorado *Cynodon nlemfuensis* Coast cross 1 y 2 entre otros, el CIAT en Colombia, con sus trabajos en los últimos casi 30 años, en especies del género *Brachiaria*, y el género *Andropogon gayanus* en gramíneas, y en gran número de leguminosas forrajeras.

Otro gran problema de la producción animal, específicamente de la ganadería de doble propósito en el trópico cálido, incluyendo a Venezuela, es la predominancia de un clima estacional, que puede ser muy seco, seco o subhúmedo y estar caracterizado por una desuniformidad en la distribución de las lluvias en forma unimodal o bimodal [8, 9], con sus consecuencias de disponer de periodos lluviosos y secos de variada longitud de duración, además de las altas temperaturas y con muy poca variación en la longitud del día (fotoperíodo). Esta situación genera que el crecimiento y disponibilidad de los pastos este en función de la precipitación y humedad del suelo, creando por supuesto altibajos tanto en la dinámica cuantitativa y cualitativa de las especies forrajeras como en la respuesta de los animales que están bajo pastoreo y del resto de consumidores secundarios presentes en el ecosistema pastizal como los insectos, hongos, bacterias, virus etc.

Indudablemente que estos dos aspectos de la calidad de las gramíneas tropicales, así como la estacionalidad en su crecimiento y variación cualitativa, representan la base de este Capítulo, en su función de presentar algunas experiencias realizadas en condiciones tropicales capaces de mejorar el conocimiento para producir y elaborar forrajes conservados de aceptable valor nutritivo, que permitan el óptimo aprovechamiento de la biomasa producida.

II. ESTRATEGIAS DE CONSERVACION DE FORRAJES

El uso de la conservación de forrajes, a pesar de su justificación en los climas estacionales, no es una práctica generalizada en condiciones tropicales, lo cual puede estar sujeto al desconocimiento sobre los beneficios de la tecnología, baja rentabilidad de su aplicación o la no-necesidad de su uso debido al bajo nivel productivo del sistema. Esta tecnología al igual que otra al-

ternativa de suplementación debe ser en su conjunto analizada sobre su posible empleo en los sistemas de producción animal bajo pastoreo.

1. RAZONES O JUSTIFICACIÓN PARA CONSERVAR

La conservación de forrajes es una tecnología capaz de mejorar la eficiencia del sistema “finca”, siempre y cuando se presenten las siguientes condiciones:

a. Déficit estacionales de pastos

Que su presencia sea normal a través de los años en ciertos periodos estacionales, con sus efectos negativos de la disponibilidad y calidad de los pastos, sobre la producción animal y la persistencia de los potreros. Esto es producto de la desuniformidad en la distribución de las lluvias, que se presenta en estas condiciones de “Clima estacional”, tal como se muestra en la Figura 1, lo cual no pueda solucionarse por otras alternativas menos costosas o más eficientes en las estrategias de manejo. En algunos casos, la conservación de forrajes, simplemente se ha usado como una “tecnología extrapolada” de sistemas estabulados intensivos sin pastoreo, sólo por la creencia que esta tecnología es un componente intrínseco de un sistema de producción animal llámase leche, carne o doble propósito.

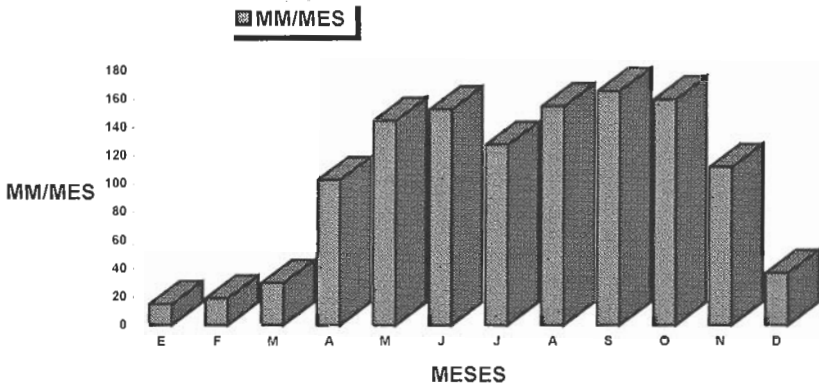


Figura 1. Distribución bimodal de la precipitación

b. Presencia de excedentes de pasto y/o forrajes

Es importante que en el sistema "finca", se manejen cargas animal promedio por debajo de la real capacidad de producción de biomasa forrajera para la estación lluviosa, que determine la producción de excedentes de materia seca en los períodos de mayor crecimiento, a menos que la finca disponga de áreas exclusivas para la producción de cultivos forrajeros, no incluidas en el pastoreo. Si no hay excedentes, debe disminuirse la carga animal en función de un promedio anual en el sistema de pastoreo, que se ajuste a la producción de biomasa forrajera total del año. Es decir, en épocas de buen crecimiento, la producción de pastos y forrajes se utilizará o compartirá entre el pastoreo exclusivo de los semovientes y el corte con fines de reserva, mientras que, en la época de limitaciones de crecimiento, la utilización estará en función más de las reservas y en menor grado del pastoreo, esto con el objetivo de solucionar un problema de demanda alimenticia como también de proteger las inversiones existentes en potreros.

Tal como se muestra en la Figura 2, [2], existe una relación entre la carga animal, el área disponible para conservación (ADC) y el área requerida a ser conservada (ARC) en función de los requerimientos de mantenimiento.

La implementación de la conservación de pastos y forrajes se hace más necesaria y rutinaria en climas estacionales y sin riego, a medida que el sistema se hace más eficiente y por lo tanto trabaja con cargas animales o presio-

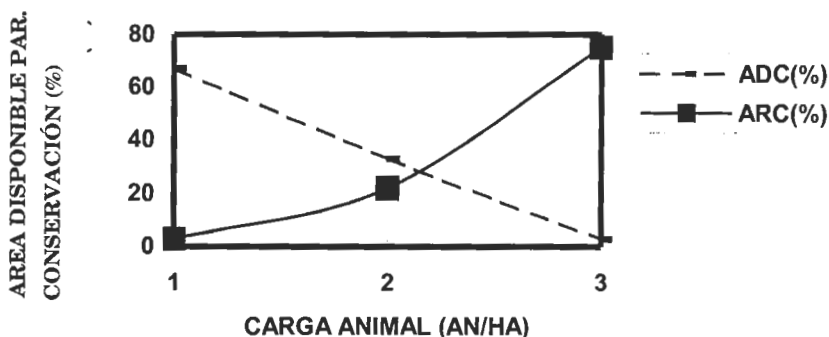


Figura 2. Relación entre carga animal y área para conservar

nes de pastoreo más altas, donde el estrés animal es más agudo en los períodos de menor oferta por limitaciones de crecimiento. En estos casos la conservación de forrajes sólo es una práctica de manejo que reserva lo que “sobra en tiempos de abundancia o excedentes”, que en la generalidad de los casos se pierde y se envejece por sub-pastoreo, para ser utilizado en estaciones de escasez o de déficit forrajero; lo cual pudiéramos considerar en estos tiempos de economía, como la creación de un “Fondo de Estabilización Forrajera”, para evitar los efectos de las alzas y caída de las lluvias, sobre el crecimiento y producción de los pastos y forrajes y por supuesto en el rendimiento animal. Este “Fondo”, además del forraje conservado puede ser auxiliado por cultivos forrajeros y subproductos vegetal, animal e industrial etc., producidos en la misma finca y/o de origen externo. Por lo tanto, la decisión de conservar y cuanto conservar, debe estar siempre supeditado a la presencia de excedentes, de tal manera de no afectar en un momento dado la respuesta animal; al disminuir las áreas de pastoreo, para ser dedicadas a la conservación, en vez de un beneficio, se causarán efectos negativos en el sistema finca. La decisión crítica del sistema “Finca” esta en determinar:

¿Que cantidad de pasto produce su finca y como se distribuye en las estaciones lluviosas y secas?

¿Cuál debería ser la carga animal o población animal, que debería mantener la finca para hacer un uso más eficiente de la biomasa forrajera generada?, Manteniendo el pastoreo combinado con la conservación.

¿Que cantidad de excedentes y en que forma reservaría para el fondo de estabilización?

Estas interrogantes tratan de explicarse, con la información que se ha generado en la zona de El Laberinto, área caracterizada por tener un clima estacional seco y subhúmedo tropical, donde predomina el pasto guinea *Panicum maximum* cv: común. En esta especie, algunos investigadores [25] han logrado estimar la producción y distribución estacional de la materia seca en el pasto guinea a través del año; esta información basada en un promedio de producción de materia seca a lo largo de 2 años, contrastada en sus valores de precipitación, nos permiten a la vez hacer algunas estimaciones sobre las posibilidades de cargas potenciales, en función no solamente de la producción de biomasa forrajera, sino también del aprovechamiento efectivo de esta disponibilidad en la combinación pastoreo y corte; en estos casos, se plantean 2 alternativas de aprovechamiento o disponibilidad efectiva del pasto guinea del 60 y 70%, considerando la naturaleza macollosa del mismo y su alta dependencia del área fotosintética y puntos de crecimiento axilares para un rebrote significativo. Basadas en esta disponibilidad efectiva estimada, las necesidades de un animal de 450 kg peso vivo como oferta considerando sus requerimientos de un 3% de materia seca sobre la base de su peso vivo y las pérdidas por re-

chazo, pisoteo etc., las cuales se han estimado en esta especie en un 50 % por encima del consumo/animal/día, se presentan a través de las figuras siguientes 3A, 3B y 3C, las relaciones de disponibilidad total con precipitación, disponibilidad efectiva del 60 y 70 % versus cargas animales de 2 y 3 UA/ha y las variaciones de excedentes y déficit de pastos desde el punto de vista estacional.

2. ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN DE PASTOS Y FORRAJES

Hay muchas alternativas, algunas de ellas combinadas que constituyen soluciones o paliativos para mantener o al menos minimizar las caídas bruscas de la producción animal y evitar el deterioro de los potreros. Entre estas podemos mencionar:

- Diferimiento de la utilización de los pastos de la finca, ya sean para ser pastoreados o cosechados posteriormente.
- El uso del riego y/o fertilización nitrogenada para alargar o mantener el periodo de crecimiento e incrementar tanto la cantidad como la calidad de los forrajes.
- El aprovechamiento de subproductos de origen vegetal y/o animal, así como restos de cosecha producidos por la propia finca y/o compra-

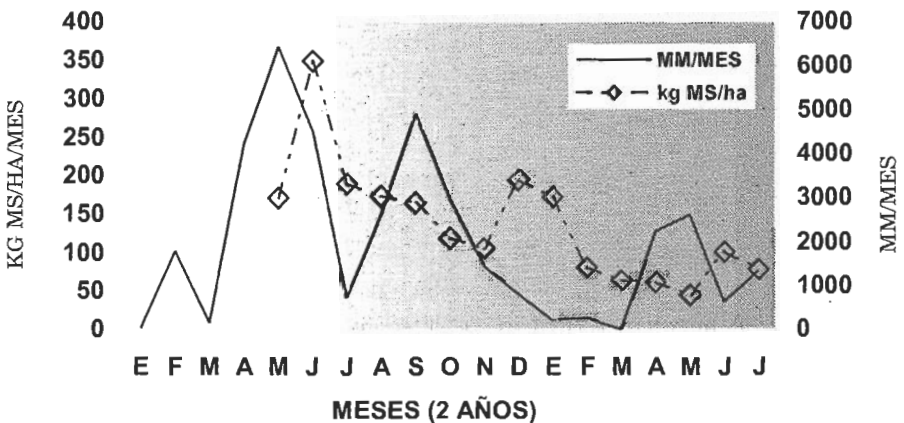


Figura 3A. Disponibilidad de materia seca en pasto guinea y precipitación en un bosque seco tropical

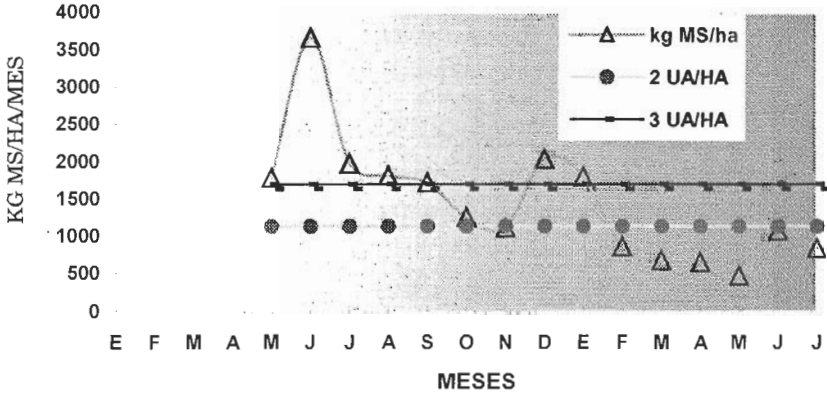


Figura 3B. Disponibilidad efectiva 60% vs requerimientos de 2 y 3 UA/Ha en pasto guinea

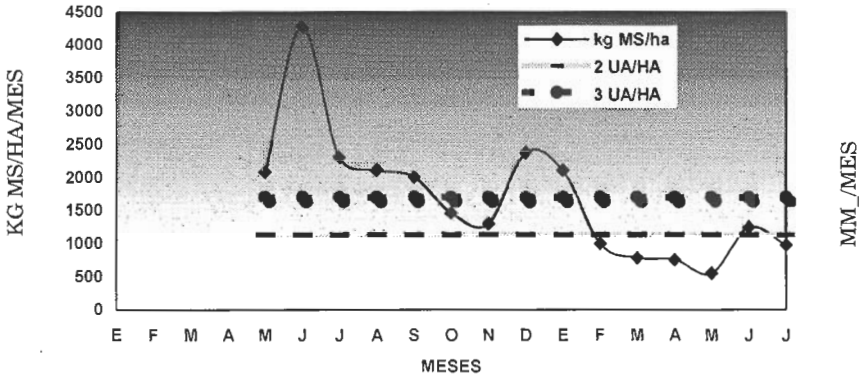


Figura 3C. Disponibilidad aprovechable MS (70%) vs 2 y 3 UA/HA en guinea en bosque seco tropical

- dos fuera de ella, incluyendo forraje deshidratado en forma de harinas o pelets.
- d. Ajustes de la carga animal a través de los procesos de compra y venta de animales, alquiler de potreros, entrega de animales en sociedad, movimiento hacia otras fincas con mejor disponibilidad.

- e. La cosecha de pastos catalogados como excedentes de las fincas y/o siembra de cultivos forrajeros exclusivamente para ser utilizados en procesos de conservación tradicional para uso interno o para la venta.

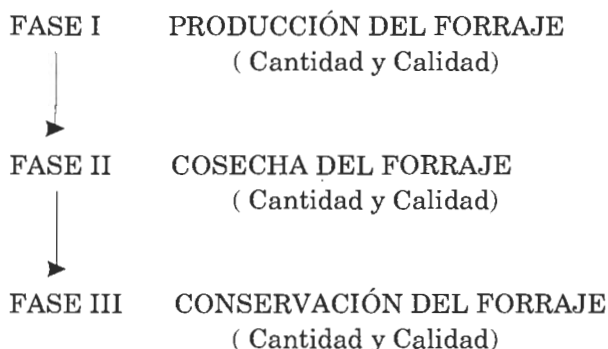
De estas alternativas, muchas de las cuales deben ser manejadas en forma integral, sólo se desarrollarán en esta publicación, las técnicas de henificación, ensilaje y henilaje, haciendo énfasis en la problemática de su uso en condiciones tropicales, y en la mejor forma de vender definitivamente su implementación en los sistemas de ganadería de doble propósito ubicados en climas estacionales tropicales, los cuales periódicamente sufren los estragos de los efectos de la sequía.

III. CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSERVACION DE FORRAJES

La conservación tradicional de pastos y forrajes, aunque esta más que justificado su uso en climas estacionales, presenta una serie de limitaciones en condiciones tropicales, que no han permitido su difusión en forma masiva en los sistemas de producción animal ubicados en estas condiciones agroecológicas. Entre estas limitaciones podemos mencionar:

- a. En general, la baja calidad de las gramíneas forrajeras tropicales, no garantiza la inversión en su conservación.
- b. El efecto de ciertas condiciones tropicales desfavorables en los procesos de conservación de pastos (temperatura, radiación etc.)
- c. El mal manejo agronómico en la producción del forraje que queremos conservar
- d. La altas deficiencias técnicas y de manejo del proceso de conservación y suministro o de la alimentación animal, desde la cosecha hasta las condiciones de preservación y utilización del producto final, con las consecuencias de las altas pérdidas económicas y por supuesto de credibilidad en la tecnología.

A continuación se presenta un esquema que resume los factores responsables y necesarios de controlar para obtener los mejores beneficios en la conservación de forrajes, considerando la cantidad y calidad del producto como objetivo final. Para esto el esquema planteado, desde el punto de vista del desarrollo de "Empresas de producción de forraje conservado de primera calidad" lo hemos organizado en 3 principales fases inter-conectadas:



1. PRODUCCIÓN DEL FORRAJE

En esta fase las variables conectadas al objetivo de producir un forraje bueno en cantidad y calidad son básicamente:

a. La(s) especie(s) forrajera(s) en consideración

El planteamiento de mejorar el tópicico de la conservación de forrajes debe iniciarse por la selección de las especies forrajeras que queremos programar dentro de un plan sistemático de conservación eficaz. El proceso de conservación no es una simple práctica de diferir cualquier forraje, más aún, si estamos claros de los problemas de calidad de las especies tropicales. La selección de especies implica:

- Adaptación a las condiciones agroecológicas de la región
- Adaptación a la técnica de conservación que está en condición de realizarse
- Calidad ajustada a los requerimientos nutricionales de los animales del sistema
- Constituir parte del sistema integral pastoreo-conservación de la finca.

Las especies forrajeras tropicales, generalmente utilizadas en los procesos de conservación son las gramíneas, y en muy pocos casos las leguminosas. Las gramíneas perennes mayormente usadas son los cultivares del pasto elefante *Pennisetum purpureum* y sus híbridos con el millo perla *Pennisetum americanum*, bermuda *Cynodon dactylon*, estrella *Cynodon nlemfuensis*, pangola *Digitaria decumbens*, survenola *Digitaria xumfolozi*, alemán *Echinochloa polystachya*, guinea *Panicum máximum*, barrera *Brachiaria decumbens*, brizanta *Brachiaria brizantha*, alambre o aguja *Brachiaria humidicola* y caña de azúcar *Sacharum officinarum* entre otros, mientras en gramíneas no perennes podemos encontrar al maíz *Zea mays* y a cultivares de sorgo fo-

rrajero *Sorghum bicolor* y en algunos casos el aprovechamiento de los residuos de cosecha y socas de cultivares de sorgo granero *Sorghum vulgare*. En el caso de las leguminosas se han tenido experiencias con el frijol común *Vigna unguiculata*, leucaena *Leucaena leucocephala*, mata raton *Gliricidia sepium*, kudzu tropical *Pueraria phaseoloides*, etc.[8, 9]

De estas especies de gramíneas algunas tienen más orientación hacia la técnica del ensilaje y henilaje, como es el caso del maíz, sorgos forrajeros, el pasto elefante y sus híbridos, caña de azúcar, mientras el resto de las especies mencionadas están más adaptadas para la henificación, incluyendo algunos cultivares de sorgos graneros y forrajeros, el millo perla y el cultivar enano N-75 o Mott del pasto elefante, que pueden ser utilizados con éxito en todas las técnicas de conservación. En el caso de las leguminosas, aunque pueden ser utilizadas en cualquiera de las técnicas de conservación, las especies de hábito enredador y con características morfológicas de tallos tipo bejuco y hojas deciduas, presentan dificultad de adaptación al corte con las cosechadoras tipo convencional, para la elaboración de ensilaje a moderada escala [8].

El sistema de producción del forraje debe considerar, además del conocimiento de las especies, la selección de los potreros o de las áreas de cultivos forrajeros, en función de disponer de la mejor biomasa forrajera en cobertura, densidad y estructura, que justifique no sólo la aplicación de cualquier práctica agronómica de producción, como control de malezas, fertilización, plagas etc., sino también la inversión del proceso de conservación sobre la base de la cantidad y calidad del producto final.

b. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales representadas principalmente por el clima, suelo, plagas y enfermedades, son factores del ecosistema pastizal que está en plena interacción, y son la base del proceso de adaptación y producción tanto de las especies de origen vegetal como del propio animal. El clima en sus variables de precipitación y temperatura, tiene un gran efecto sobre la cantidad y calidad de la producción de materia seca. La precipitación en su correlación positiva con la producción de materia seca, nos permite planificar las épocas de producción de los excedentes. Las altas temperaturas del trópico han sido relacionadas directamente en forma general con el engrosamiento de la pared celular y con el mayor contenido de lignina [26], lo cual contribuye a la baja calidad de la mayor parte de los pastos tropicales. Asimismo encontramos especies con mejor adaptación a ciertas condiciones de suelo, inundación o mal drenaje, sequía, sombra, fuego, determinada plaga o enfermedad etc. Este conocimiento del ambiente que disponemos y de la heterogeneidad de las especies existentes en su interrelación con el mismo y con el resto de componentes del ecosistema como los animales bajo pastoreo, junto al manejo del hombre

son la base para asegurar una buena producción y calidad de forraje de los potreros seleccionados.

c. Pastoreo

Esta variable, como elemento defoliador o consumidor de la disponibilidad forrajera a nivel de potrero, tiene su influencia en la producción y calidad del pasto, debido a la variabilidad de elementos que se pueden producir en el sistema, en intensidades de uso (carga animal, presión de pastoreo), frecuencia de pastoreo, especie y clase animal defoliadora etc., los cuales debemos racionalizar si queremos uniformizar la producción forrajera y animal todo el año, sin poner en peligro la persistencia del sistema.

2. COSECHA DEL FORRAJE

Es importante entender que el pasto o forraje a ser conservado, producto de un corte total de la estructura de la planta, que incluye material vivo y muerto en sus componentes tallos y hojas y hasta material inerte del suelo en ciertos casos, es de por sí de menor calidad, que lo seleccionado por el animal bajo condiciones de pastoreo. Es precisamente por esta razón, que se debe hacer el mayor esfuerzo de tipo agronómico, para garantizar que el material a ser cosechado, presente una buena composición química y capacidad digestiva.

Las variables involucradas en garantizar que el forraje se coseche con valores aceptables de cantidad y calidad de la materia seca, se pueden identificar como:

a. Edad o estado vegetativo de corte

El tiempo de cosecha esta muy ligado a las características de las especies forrajeras; sin embargo, para todas ellas el momento o tiempo óptimo esta en lograr equilibrar la máxima cantidad de materia seca con el máximo potencial de calidad del producto final conservado. Generalmente la digestibilidad y el contenido de proteína cruda son usados junto con la producción de materia seca como indicadores de este equilibrio o momento de cosecha, algunas veces referido al estado de la floración (50 % de emergencia) y maduración de la panoja y mazorca como en el caso de los sorgos forrajeros y el maíz respectivamente. El valor nutritivo del forraje a cosechar está determinado por el estado vegetativo de corte, a mayor edad o madurez disminuye la relación hoja/tallo; el contenido de nitrógeno y el de los carbohidratos hidrosolubles, incrementa la fibra, principalmente la ácido detergente, la celulosa y la lignina [22]. Sin embargo, hay variaciones entre especies; así encontramos que el género *Digitaria* en sus especies *decumbens*, *xumfolozi* etc., declinan

su valor nutritivo con la edad, pero más lentamente, permaneciendo más tiempo en su fase vegetativa. Igualmente se ha determinado que en el caso de las leguminosas, específicamente en la producción de henos de siratro *Macroptilium atropurpureum* y soya perenne *Neonotonia wrightii*, el valor nutritivo se afecta menos con la edad en comparación a las gramíneas [6].

Por otro lado durante la cosecha, el clima en su componente precipitación puede afectar el valor nutritivo del forraje cortado durante el proceso de secado o curado en el campo para la producción de heno, de tal manera que el principal objetivo del manejo es armonizar una condición vegetativa aceptable del forraje al momento del corte con los riesgos de daño por el clima, tanto con el forraje cortado como con el material residual.

b. Altura de corte

Es conocido que en el perfil de la estructura del pastizal, los estratos inferiores aunque presentan mayor rendimiento de materia seca, la composición de la misma esta dominada por el material mas lignificado, menos hojas, mayor material muerto y por lo tanto menor valor nutritivo, e inclusive mayor riesgo de contaminación por suelo, lo cual reduce la aceptabilidad animal. En general, se recomienda en especies de tipo erecto o macoloso hacer los cortes entre 7-10cm sobre el suelo; mientras que en especie rastreras o decumbentes deben cosecharse entre los 3-5 cm sobre el suelo.

Existen otras variables relacionadas al momento de cosecha aunque están más ligadas a la técnica de conservación. Entre estas tenemos: el contenido de humedad o de materia seca del forraje, el contenido de carbohidratos hidrosolubles etc., las cuales se discutirán cuando se trate el tema en particular.

3. CONSERVACIÓN DEL FORRAJE

Inmediatamente después de cortado o cosechado el forraje verde, este continúa en proceso de fotosíntesis y respiración por un período corto, en el cual los azúcares se oxidan y se produce proteólisis. Al mismo tiempo, la flora microbiana de bacterias y hongos presente en la planta viva y hasta ese momento inofensiva, comienza a atacar y a descomponer el forraje cosechado. Es precisamente el proceso de conservación en cualquiera de sus técnicas, la tecnología capaz de evitar que este proceso destructivo ocurra, y por lo contrario, permitir que sea almacenado y reservado para ser usado en el futuro, manteniendo intacto su valor nutritivo.

a. HENIFICACIÓN

Proceso de cortar forraje fresco o en materia verde, para ser secado a niveles del 85-90 % de materia seca, ser colectado en estructuras compactas conocidas como pacas o rollos y luego ser almacenado, para ser usado posteriormente en el tiempo.

El corte del pasto generalmente se hace con maquinas cortadoras- acondicionadoras e hileradoras, simplemente cosechadoras- acondicionadoras o utilizando el corte con una cosechadora convencional de pastos o rotativa. En todos estos casos es conveniente el empleo de rastrillo, el cual normalmente es usado para voltear el pasto durante el proceso de secado; sin embargo, cuando el pasto es cortado con cosechadoras convencionales o rotativa, el uso del rastrillo también tiene la utilidad para hacer las hileras e inclusive reunir varias hileras en el caso de bajos rendimientos en el corte.

* Secado del forraje

En condiciones tropicales, la deshidratación del pasto cortado generalmente se hace con la energía solar, a través del calentamiento del aire y del pasto mismo, además de la misma energía del propio forraje. Esta deshidratación en condiciones tropicales es rápida, iniciándose con la pérdida de humedad a través de los estomas de las hojas y de los tallos, haciéndose lenta a medida que el secado se interna en los tejidos. La relación hoja/tallo afecta la tasa de secado, debido a la mayor proporción de tejido interno en los tallos. Alturas de corte más bajas, principalmente en el caso de especies erectas o macollosas, afectan el secado, debido a la presencia de estructuras más gruesas ubicadas sobre la corona de la planta.

La rapidez del secado es determinante en el porcentaje de pérdidas que ocurren en el campo, debido a que el secado inhibe el crecimiento de los microorganismos, reduciendo la pérdida del valor nutritivo [11]. La tasa del secado puede incrementarse "acondicionando" el forraje durante el proceso de corte, ya sea por medios mecánicos o químicos, los cuales producen daños físicos en los tejidos de la superficie de los órganos de la planta y así aceleran la pérdida de humedad. Así mismo, debe considerarse el momento del corte del pasto en función de las condiciones climáticas, tratando de hacerlo coincidir con un período de menor riesgo de lluvias; este paso es básico en la elaboración del heno. En el trópico con clima estacional y distribución "bimodal" de las lluvias, el mejor momento de elaboración de heno, desde el punto de vista de la calidad del pasto y menor riesgo de pérdidas por humedad es al final del primer período más corto de lluvias conocido como el "veranito de San Juan".

El uso de productos químicos como el Carbonato de potasio asperjado sobre el material a henificar ha tenido buen éxito en climas templados [20]. Asimismo el Carbonato de sodio e hidróxidos de sodio y potasio han dado resulta-

dos similares [17]; no obstante, es una práctica costosa y prácticamente no justificable en condiciones tropicales, al igual que ciertos preservativos como el ácido propiónico, sales de amonio y anhídrido de amonio los cuales aceleran también la deshidratación del forraje.

El “acondicionamiento” del forraje fresco cortado por medios mecánicos, es una práctica más común en condiciones tropicales, en vista que la muchas de las maquinas usadas para el proceso de cosecha, traen adicionalmente un mecanismo de 2 rodillos usualmente de goma o plástico sólido por donde se desplaza el forraje cortado en un proceso de presecado para reducir la humedad y el tiempo de secado [3]. En los últimos años, este proceso ha sido mejorado a nivel del desarrollo de las maquinarias cosechadoras autopropulsadas con rodillos maceradores tanto para heno como para ensilaje. A través del concepto de “maceración”, con el uso de 3 rodillos que trabajan a mayor velocidad y estrujado de la planta en comparación a las cortadoras- acondicionadoras convencionales, se realiza un mejor trabajo en la rapidez del secado, el cual se puede reducir entre 20-30 % en comparación a la cosechadora acondicionadora convencional [19], asimismo fracciona el tejido del forraje, mejorando además su degradabilidad en el rumen .

Es importante tener claro también que existe una amplia variabilidad en la pérdida de humedad durante el proceso de secado, en función de las características morfológicas de las especies forrajeras, principalmente en su relación hoja/tallo, grosor de los tallos etc. Estudios al respecto han determinado que el tiempo de secado está linealmente correlacionado con el grado de hojocidad del forraje cortado [6, 12]; a la vez que existe una correlación negativa entre el porcentaje de secado y el grosor del tallo [13].

* Enfardado o empacado

Este proceso igualmente es mecánico mediante máquinas enfardadoras que generan pacas compactas de tipo rectangular y de larga duración y más convenientes de manejar tanto en su elaboración, transporte y almacenamiento. Las máquinas enfardadoras convencionales generan pacas convencionales con dimensiones alrededor de 30 x 45 x 75, las cuales pueden ser regulables, generando pacas estándar con pesos entre 12-18 kg. Es el tipo de paca más usada en condiciones tropicales, incluyendo a Venezuela. Existen otros tipos de máquinas enfardadoras para generar estructuras en forma de rollos gigantes con peso aproximado de 400-500 Kg, las cuales son bastante usadas en condiciones de clima templado[16].

* Almacenamiento

La conservación de heno con alto contenido de humedad y “sin tratamientos” puede llevar a la proliferación de bacterias termófilas y a una re-

ducción en el valor nutritivo y en la aceptabilidad animal. Por otro lado la temperatura durante el almacenamiento, se incrementa con la humedad en el heno [6], con el riesgo de auto combustión.

El proceso comienza por el acarreo, el cual debe hacerse lo más rápido posible para reducir los riesgos de pérdidas en el campo por efecto del clima. El lugar de almacenamiento puede ser desde el mismo campo, donde se utilizan protectores de lonas o polietileno, que permiten proteger el heno de la eventualidad de lluvias, en el caso de elaborar las pacas en el último periodo de lluvias o previo al periodo seco más largo del año como es la característica de un clima estacional seco y distribución unimodal y bimodal. Cuando las pacas son elaboradas en el llamado “Veranito de San Juan”, el sitio de almacenamiento debe ser una infraestructura techada más segura, alta y ventilada, inclusive puede ser un anexo a la vaquera o estar cerca de los lugares de oferta de las pacas durante el período crítico. Las necesidades de almacenamiento están en función de la producción de las pacas a conservar. Para el cálculo del mismo se puede estimar una capacidad de 15-20 pacas convencionales de peso promedio de 15 kg/m^3 [8].

La utilidad del forraje almacenado como heno, debe ser evaluada en orden de importancia en términos de su valor nutritivo, pérdidas producidas y costo (Bs/kg) del heno producido. Las pérdidas durante el proceso de elaborar el heno, pueden ser tan bajas como el 10 %; sin embargo éstas van a depender de los factores mencionados anteriormente. En el trópico se han reportado pérdidas de materia seca en heno de pasto guinea y pasto yaraguá H. rufa entre el 14-62 % [10], sin considerar las pérdidas que ocurrieron en el campo.

b. ENSILAJE Y HENILAJE

Es una técnica de conservación, que consiste en cortar y almacenar pastos o forrajes frescos y verdes con alto contenido de humedad bajo condiciones anaérobicas en estructuras llamadas silos, donde se desarrollará un proceso de fermentación con producción de ácidos orgánicos principalmente láctico y acético, productos de la acción de determinadas bacterias que forman parte de la flora de la planta sobre los carbohidratos hidrosolubles contenidos en el forraje y en ciertos casos complementados con otros agregados en forma de “aditivos”, tales como la melaza, harinas de cereales, yuca, caña de azúcar etc., para producir después de aproximadamente 3 semanas de fermentación un forraje estabilizado denominado “silaje”, con las mínimas pérdidas de los nutrimentos presentes en el forraje original y con una buena aceptabilidad animal.

El corte del pasto fresco es básico en el proceso, ya que una reducción del tamaño de partícula va a facilitar la compresión del forraje, aumento de su densidad (tm^{-3}) y una mayor exclusión del aire dentro del silo. Trabajos con

pastos tropicales como guinea y *Paspalum dilatatum* [14, 18], indican que cortes de partículas entre 1.5–5 cm., produjeron mejores silajes desde el punto de vista de calidad que en cortes superiores 15–30 cm. Los mejores resultados se han logrado cuando se han utilizado cosechadoras-repicadoras de forrajes.

Entre los factores más importantes a considerar en la producción de “silaje”, se tienen el contenido de materia seca, la calidad del forraje y nivel de carbohidratos hidrosolubles y las condiciones de “anaerobiosis”

* Contenido de materia seca (%)

El contenido de materia seca es fundamental para consolidar un buen proceso de fermentación, reducir las pérdidas en cantidad y calidad de la materia seca y lograr una buena aceptabilidad y conversión animal. El contenido óptimo de materia seca en los forrajes frescos a ensilar debe estar alrededor del 30% (24-36%), es decir, forrajes con aproximadamente 70 % de humedad. Ensilar forrajes más secos por encima del 40% de materia seca, genera dificultades para el llenado y desalojo del aire en los silos tipo “bunker”, disminución de la digestibilidad de la fracción celulosa y pérdidas entre el 20-30 % por exceso de moldeado y putrefacción; mientras que, el ensilaje de forrajes muy húmedos por debajo del 20% de materia seca, crea condiciones una vez expuesto al aire, para el desarrollo de actividad microbiana por levaduras, bacterias y hongos, con fuertes olores y pérdidas gaseosas y líquidas por escumamiento de nutrimentos que pueden llegar al 40%; ellos incluyen la descomposición de azúcares en ácido butírico con pérdidas superiores al 20% de energía, además del proceso de proteólisis en el forraje, produciéndose un silaje de baja calidad y aceptabilidad animal, que inclusive puede llegar a ser tóxico al animal [5, 8).

Existe variabilidad entre especies en su contenido de materia seca. El pasto King grass presenta contenidos muy bajos entre el 12-17 %, el elefante enano cv: N-75 generalmente no supera el 20 %, lo cual obliga en ciertos momentos a ensilar forrajes con riesgos de grandes pérdidas por su alto contenido de humedad o sacrificar calidad al ensilar un material de mayor madurez para obtener mayor contenido de materia seca.

El problema del bajo valor nutritivo y alto contenido de humedad en las especies tropicales, es precisamente la justificación de la técnica del “henilaje”, una combinación de las técnicas de henificación y ensilaje, la cual nos permite cosechar la biomasa vegetal en estados vegetativos más jóvenes, aunque tenga mayores contenidos de humedad. Esta técnica aunque puede hacerse con cualquier especie forrajera, se recomienda realizarla en aquellos casos de especies o cultivares forrajeros de alto rendimiento y buen valor nutritivo, pero que presentan muy bajos contenidos de materia seca, tales como sorgos forrajeros, elefante enano, king grass, etc. La técnica consiste en cortar el fo-

rraje y dejarlo en un presecado alrededor de 3 horas, para luego ser llevado a un proceso de ensilaje. En la actualidad, con el desarrollo de las máquinas cosechadoras de pastos con procesos de maceración, se han mejorado las condiciones para el presecado y fermentación del material ensilado [21].

* Calidad del forraje y nivel de carbohidratos hidrosolubles (CHS)

En general la calidad de los silajes provenientes de pastos tropicales y cultivos forrajeros es inferior al producido con especies de clima templado [6, 12], aún cuando se hayan elaborado con la mejor eficiencia posible. La mejor experiencia en el trópico con la producción de silaje ha sido con ciertos cultivos forrajeros como el maíz y los sorgos, que muestran mejor valor nutritivo, aún cuando se genera un conflicto con el uso de la tierra para la producción de granos u otros cultivos.

Los carbohidratos hidrosolubles representan el sustrato primario para la multiplicación de las bacterias responsables de la producción del ácido láctico, las cuales al inicio del proceso están en baja densidad en el forraje, para luego incrementarse por las condiciones anaeróbicas y presencia de sustrato; de esa forma, se produce el suficiente ácido láctico, el cual al mismo tiempo baja los valores absolutos del pH alrededor o menos de 4, lo que determina que las bacterias mueran. El contenido de estos carbohidratos es variable en las especies forrajeras, superando las gramíneas a las leguminosas. En el Cuadro 1 se observa una lista de especies forrajeras con sus variaciones en las concentraciones de materia seca (MS) y de los CHS en función del grado de madurez del forraje. Observamos que forrajes como el maíz y los sorgos, son los que tienen los tenores más altos en este indicador, al superar el valor crítico del 8%, a partir del cual es necesario recurrir a los aditivos azucarados, siempre y cuando los contenidos de materia seca sean superiores al 24 % [8, 16].

Experiencias en el trópico con ensilaje de otras especies como *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Echinochloa polystachya*, mezclas con otras leguminosas como *Vigna unguiculata*, etc., han indicado la necesidad del uso de aditivos como melaza en el orden del 0.5-4.5% y/o harina de maíz o sorgo (3-6 %), para subir el nivel de CHS y hasta realizar un presecado del forraje para elevar el contenido de materia seca. Experiencias en ensilaje de *L. leucocephala* [1], muestran como la adición de melaza(0-4.5%) es capaz de incrementar el valor de los carbohidratos hidrosolubles y la producción de ácido láctico desde 6.3 al 13 % y desde 2.8 hasta 5.0 respectivamente.

* Condiciones anaeróbicas

La rapidez en la creación de las condiciones anaeróbicas facilita el desarrollo de una fermentación a temperaturas más bajas e incrementa la veloci-

CUADRO 1. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS HIDROSOLUBLES (% DE LA MATERIA SECA) EN ESPECIES FORRAJERAS TROPICALES [9, 24].

Especie (%)	Estado vegetativo (% materia seca)	Materia seca	CHS
<i>Zea mays</i>	Mazorca grano lechoso	28.31 - 30.93	18.92 - 20.25
<i>Sorghum bicolor</i> cv: <i>Sudan</i>	Panoja grano lechoso	27.02 - 30.12	13.41 - 18.5
<i>Leucaena leucocephala</i>	Rebrote 3 meses	40.50	6.30
<i>Digitaria decumbens</i>	Rebrote 3 semanas	29.7	4.57
<i>Pangola</i> + <i>Leucaena</i> (33%)	Rebrote 12 semanas	32.1	3.24
<i>Pangola</i> + <i>mata ratón</i> (33 %)	Rebrote 12 semanas	31.9	4.42

dad de bajada del pH, determinando una contracción en la actividad de los microorganismos no deseables que tienen que ver con el daño al forraje, tales como el *Clostridium* tipo proteolítico o alternativamente sacarolítico y las bacterias coliformes que pueden competir con las del ácido láctico por el sustrato e incrementar la producción de ácido butírico. El objetivo es producir un silaje que reúna los siguientes parámetros:

- pH de 4.2 o menos
- Ácido láctico en 50 % o mayor del total de ácidos orgánicos
- Ácido butírico no mayor al 0.5 % de la materia seca
- Nitrógeno amoniacal menor al 10% del nitrógeno total

La creación de estas condiciones anaeróbicas se desarrolla a través de estructuras llamadas silos. Este probablemente representa el principal problema en la elaboración de ensilajes en condiciones tropicales. Ha sido demostrada la importancia de excluir el aire en el ensilaje [23]. El silo más antiguo y simple conocido es el de trinchera subterráneo, el cual utilizaba las paredes del sub-suelo para crear sus condiciones herméticas. Posteriormente, el mismo ha sido mejorado haciéndolo en la superficie, ya sea con paredes fijas o móviles, siendo conocidos como silos "bunker", generalmente compactados con pase de maquinaria y protegidos al final del proceso con láminas de polietileno de baja densidad de 200-225 micrones de espesor; inclusive esta puede ser conextruida con 2 capas blanco/negra, haciendo que la capa blanca quede en contacto con el exterior, reduciendo la absorción de radiación y la tempera-

tura interna de fermentación del forraje. Esta tecnología es una de las más usadas en el país; sin embargo, genera un alto porcentaje de pérdidas [8], además del alto requerimiento de maquinaria para su elaboración.

El uso del polietileno para tapar los silos bunker, fue la premisa para avanzar a silos más sofisticados con el desarrollo de silos envueltos totalmente en plástico [24] tipo "silopress o salchicha" y los "silos al vacío". El caso del silopress está determinado por la existencia de una máquina compactadora conectada a un tractor, que es receptora del pasto cortado el cual es enviado a una larga bolsa salchicha plástica, que inicialmente esta enrollada o tiene forma de acordeón, pero a que medida que recibe el forraje cortado el mismo se va comprimiendo y desplazando el aire dentro de la bolsa, haciendo que esta se vaya abriendo a través de un mecanismo de guaya con un rendimiento alrededor de 1-2 t/m en función de la presión [8]. Este tipo de técnica no ha tenido mucho desarrollo en el país, principalmente por los problemas de la obtención de las bolsas de buena calidad, las cuales inicialmente fueron importadas; además requiere de una alta inversión en el equipo compactador, a pesar que el silaje producido es de buena calidad y las pérdidas son menores en comparación a los silos convencionales.

El silo al vacío, de introducción más reciente en el país se diferencia del anterior en que las condiciones anaeróbicas se logran por extracción del aire del silo por medio de una bomba de vacío. El proceso es sencillo y rápido, adaptándose desde la producción de bolsas para una sola ración hasta bolsas de 60-70 toneladas[8].

IV. LITERATURA CITADA

- [1] Allí, I.; Fairbairn, R.; Noroozi, E.; Baker, B. E. The effects of the molasses on the fermentation of chopped whole-plant leucaena. *J. Sci. Food and Agric.* 35: 285-289. 1984.
- [2] Bishop, A. H.; Birrel, H. A. Efficiency of grazing- fodder conservation systems. *Proc. World Conf. Animal Prod.* 2 (b): 9-20. 1973.
- [3] Catchpoole, V. R. Preliminary studies on curing and storing Nandi setaria hay. *Tropical Grasslands*, 3: 65-74. 1969.
- [4] Catchpoole, V. R. Laboratory ensilage of the tropical pasture legumes- *Phaseolus atropurpureum*, *Desmodium intortum* and *Lotononis bainesii*. *Austr. J. Exper. Agric. Anim. Husb.* 10: 568-576. 1970.
- [5] Catchpoole, V. R.; Henzell, E. F. Silage and silage- making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts.* 41: 213-221. 1971
- [6] Costa , J. I.; Gomide, J. A. Haymaking from tropical grasses. In: *Proc. XVI Intern. Grassland Cong.* 2: 997-998. Versailles: Association Francaise pour la Production Fourragère. 1989.

- [7] Davies, T. Fodder conservation in Northern Rhodesia. *J. Agric. Sci.* 61: 309-328. 1963.
- [8] Ferreira, J. J.; Silva, J. F. C.; Gomide, J. A. Effect of the growth stage, wilting and the addition of cassava scrapings on the nutritive value of elephant grass silage (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Experientiae.* 17: 85-108. 1986
- [9] González, B. Conservación de forrajes y consideraciones técnico-económicas. En: Taller Alternativas para la alimentación del ganado bovino durante el período seco. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* Maracaibo Venezuela. 11 (2): 190-205. 1994.
- [10] González, B. Manejo de gramíneas forrajeras en la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Ninoska Madrić-Bury y Eleazar Soto Belloso Editores. Edit. Astrodata S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. XII: 198-224. 1995.
- [11] Gomide, J. A.; da Cruz, M. E. Haymaking from surplus pasture during the grazing season. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 15: 85-93. 1986
- [12] Harris, C. E.; Tullberg, J. N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut for conservation. *Grass and Forage Science*, 35: 1-11. 1980.
- [13] Jarrige, R.; Demarquilly, C.; Dulphy, J. P. Forage conservation. In: Nutritional limits to animal production from pastures. J. B. Hacker (ed). pp. 363- 387. Farnbarn Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1982.
- [14] Kanbe, M.; Inami, S.; Fujimoto, F.; Yamashita, K.; Seki, M. Suitability of tropical grasses for haymaking with reference to their growth stage. *Res. Bull. Aichken Agric. Res. Center*, 16, 85-94. 1984.
- [15] Levitt, M. S.; Hegarty, A.; Radel, M. J. Studies on grass silage from predominantly *Paspalum dilatatum* pastures in South eastern Queensland. *J. Agric. Sci.* 21: 181-192. 1964.
- [16] Lima, C.R.; Souto, S. M. Nutritive value of hay cut at various growth stages of a crop of perennial soybean *Glycine javanica*. *Pesq. Agrop. Brasileira Zootecnia*, 7: 59-62. 1972.
- [17] Murdoch, J. C. The conservation of grass. In: Grass Its production and utilization. Ed. W. Holmes, pp 174-215. Oxford; Blackwell Scientific Publications. London, UK. 1980.
- [18] Norton, B. W.; Gondipon, R. Effects of alkali treatment on the drying rate and nutritive value of some tropical grasses and legumes. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 50: 55-58. 1984.
- [19] Panditharatne, S.; Allen, V. G.; Fontenot, J. P.; Jayasuriya, M. C. N. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage growth. Additives and chopping length. *J. Anim. Sci.* 63, 197-207. 1988.
- [20] Savoie, P.; Tremblay, D.; Lajoie, J.; Roberge, M.; Lemay, S. P. Forage maceration on a self-propelled mower: effect of windrow deposition and inversion. In: Proc. XVIII International Grassland Cong. Saskatoon and Winnipeg, Canada. ID No 398. 1997.
- [21] Siewerdt, L. Mecanizacao eficiente na producao de feno. *Informe Agropecuario Belo Horizonte*, 6(64): 23-28. 1980.
- [22] Suwarno, K.; Wittenberg, M.; McCaughey, W. P. Comparative characteristics during wilting for forage harvested by maceration vs. A conventional roller-con-

- ditioner. In: Proc. XVIII International Grassland Cong. Saskatoon and Winnipeg, Canada. ID No. 428. 1997.
- [23] Tilley, J. M.; Terry, R. A. The digestibility of the stems of perennial cocksfoot, timothy, tall fescue and lucerne, as measured by an in vitro procedure. *J. Brit. Grassl. Soc.* 19: 363-372.
- [24] Tjandraatmadja, M. The microbiology and nutritive value of tropical silages. Ph.D. Thesis, University of Queensland. 1989.
- [25] Varma, A.; Yadav, B. P. S.; Sampath, K. T. An ensilage technology for the tribal farmers of north- Eastern Hills region. *Indian J. Anim. Sci.* 57: 1306-1309. 1987
- [26] Villalobos, M. H. Efecto de la dosis y épocas de aplicación de nitrógeno sobre la producción de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq). Tesis de Maestría. Postgrado de Producción Animal. Universidad del Zulia, Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, División de Estudios para Graduados. Maracaibo, Venezuela. Xv, 98 pp. 1984.
- [27] Wilkinson, J. M. Silages made from tropical and temperate crops. Part 1. The ensiling process and its influence on feed value. *World Animal Review*, 45: 36-45. 1983.