

**Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

“COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE MICROSILOS MEZCLADOS CON FOLLAJE *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, BEJUCO Y TUBÉRCULO DE CAMOTE MORADO (*Ipomoea batatas* lam), FOLLAJE DE YUCA (*Manihot esculenta*) Y FORRAJE DE MAIZ (*Zea mays*) EN QUINTANA ROO”.

**Informe Técnico de Residencia Profesional que
presentan los C.C.**

Marco Antonio Acosta Carrillo N° de Control 10870002

Cristóbal Landaverde Monroy N° de Control 10870111

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: M en C. Jaime D. Sosa Madariaga



ITZM

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA
EJIDO JUAN SARABIA, QUINTANA ROO**

Juan Sarabia, Quintana Roo Diciembre 2014

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional de los estudiantes de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, C. C **Cristóbal Landaverde Monrroy; Marco Antonio Acosta Carrillo**; aprobados por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **M en C. Jaime Durango Sosa Madariaga**, el asesor externo el **Ing. Florencio Song Solís**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **COMPOSICION NUTRICIONAL DE MICROSILOS MEZCLADOS CON FOLLAJE *Leucaena leucocephala* cv, *Cunningham*, BEJUCO Y TUBÉRCULO DE CAMOTE MORADO (*Ipomoea batatas lam*), FOLLAJE DE YUCA (*Manihot esculenta*) Y FORRAJE DE MAÍZ (*Zea mays*) EN QUINTANA ROO**. Presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Jaime Durango Sosa Madariaga

Asesor Externo



Ing. Florencio Song Solís

INDICE

	Pagina
ÍNDICE GENERAL	i
I INTRODUCCIÓN	1
II JUSTIFICACIÓN	3
2.1 Justificación económica/productiva	3
III OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general	7
3.2 Objetivo específico	7
IV CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA QUE PARTICIPÓ	8
4.1 Macro localización del proyecto	8
4.2 Micro localización	9
4.3 Información sobre la empresa, organismo o dependencia para la que se desarrollará el proyecto	10
4.3.1 Micro localización	10
4.3.2 Misión	10
4.3.3 Visión	10
V PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN	11
VI ALCANCES Y LIMITACIONES	13
6.1 Alcances	13
6.2 Limitaciones	14
VII FUNDAMENTO TEORICO	15
7.1 Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	15
7.1.1 Clasificación	15
7.1.2 Descripción botánica	15

7.1.3 Generalidades de la yuca	.....	16
7.1.4 Follaje yuca en la alimentación animal	.....	16
7.2 Camote morado (<i>Ipomoea batatas lam</i>).	.....	18
7.2.1 Descripción botánica.	.....	18
7.2.2 Valor nutricional	.....	19
7.3 Follaje de maíz (<i>Zea mays</i>)	.....	21
7.3.1 Descripción botánica	.....	21
7.3.2 Valor nutricional	.....	22
7.4 Follaje de leucaena (<i>Leucaena leucocephala cv. Cunningham</i>)	.....	24
7.4.1 Descripción científica	.....	24
7.4.2 Descripción botánica	.....	25
7.4.3 Valor nutricional	.....	25
7.5 Microsilos	.....	26
7.5.1 Descripción del ensilado	.....	26
7.5.2 Procesos químicos-biológicos de ensilado	.....	26
7.5.3 Respiración celular	.....	27
7.5.4 Hidrólisis de las proteínas	.....	27
7.5.5 Acción de los microorganismos	.....	28
7.6 Proceso de ensilaje	.....	29
7.6.1 Fase inicial aeróbica	.....	29
7.6.2 Fase de fermentación láctica	.....	30
7.6.3 Fase de estabilización	.....	3
7.6.4 Fase de deterioro aeróbico	.....	32
7.7 Factores que afectan al proceso de ensilado	.....	33
7.7.1 Ligados a la planta	.....	33

7.7.2 Ligados a la realización del ensilado	.....	35
7.8 Ventajas de microsilos	.....	38
7.9 Desventajas de los microsilos	.....	40
7.9.1 Características físicas de microsilos	.....	41
7.10 Aportación del follaje yuca (<i>Manihot esculenta</i>) al ensilaje	.....	42
7.11 Aportación del follaje de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i> cv. <i>cunningham</i>) al ensilaje	.....	43
7.12 Aportación del follaje y tubérculo camote morado (<i>Ipomoea batatas lam</i>) al ensilaje	.....	44
7.12.1 Tubérculo de camote	.....	44
7.12.2 Follaje de camote	.....	45
7.13 Aportación del follaje de maíz (<i>Zea mays</i>) al ensilaje	.....	46
VIII PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS	.....	48
8.1 Maquinaria y material vegetativo	.....	48
8.2 Cultivos requeridos para la elaboración de micro silos	.....	48
8.2.1 Follaje de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i> cv. <i>cunningham</i>)	.....	49
8.2.2 Bejuco y follaje de camote morado (<i>Ipomoea batatas lam</i>)	.....	49
8.2.3 Follaje de yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	.....	50
8.2.4 Follaje de maíz	.....	50
8.3 Pre-tratamiento	.....	50
8.3.1 Marchitado	.....	51

8.3.2 Picado	.....	51
8.3.3 Mezclado	.....	51
8.3.4 Elaboración de microsilos	.....	52
8.3.5 Mezclas realizadas en los microsilos	.....	52
IX RESULTADOS	.....	54
9.1 Fecha de poda y colecta de follaje	.....	54
9.2 Picado del follaje y tubérculo	.....	55
9.3 picado del follaje de maíz.	.....	56
9.4 picado del follaje de yuca	.....	57
9.5 Follaje de leucaena	.....	58
9.6 Pesaje de los follajes	.....	59
9.7 Homogenización y mezclado de follaje	.....	61
9.8 Compactación y embolsado	.....	61
9.9 Sellado e identificación de los microsilos	.....	63
9.10 Traslado y almacenaje de los microsilos	.....	63
X CONCLUSIONES	.....	64
XI RECOMENDACIONES	.....	65
XI BIBLIOGRAFIA	.....	66

I INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que enfrenta la ganadería en el Estado de Quintana Roo y en el Municipio de Othón P. Blanco, son los elevados costos de producción por concepto de alimento balanceados para rumiantes, donde la fuente de proteína de alta calidad depende de la inclusión de harina de pescado, harina de soya u otra fuente de proteína, por lo que es elevado en su precio, lo que deja muy poco margen de utilidad a esta actividad productiva. Es necesario poder sustituir esta proteína por otras fuentes de proteína no convencionales que maximice el crecimiento e incremente la producción en un menor tiempo para ser eficientes de acuerdo a las inversiones realizadas en estos sistemas de producción de rumiantes. La utilización de forrajes conservados, es una opción económica y ecológica para mejorar la disponibilidad de alimento como fuente de proteína en épocas críticas de producción (Mahecha y Gallego, 2002). El ensilaje requiere menor uso de maquinaria e infraestructura y es menos dependiente del clima, con respecto a la henificación (Weiss, 1996). Su principio de conservación es una rápida disminución del pH, gracias a la producción de ácidos orgánicos por las bacterias ácido lácticos (BAL) que impide crecimiento microbiano y la actividad de las enzimas endógenas catabólicas de la planta preservando el alimento. Las características del forraje que determinan la calidad de la fermentación son su contenido de materia seca, carbohidratos solubles, capacidad buffer y la microflora epifita con la que comienza el proceso fermentativo (Weiss, 1996 y

Bolsen et al.,1992).En este sentido los microsilos son una de la opciones que permite economizaren la suplementación, de igual forma es una práctica para poder obtener una mejor porcentaje de proteína que carecen algunos pastos, otras de la ventajas de esta práctica es el poder suministra una buena alimentación en épocas de carencia de pastos. El microsilo tiene la ventaja de presentar una mejor compactación, que le permite tener una menor porosidad, por lo cual la fermentación es mucho más rápida y eficiente, se pueden almacenar cerca del lugar donde se va a dar el forraje y por su tamaño son fáciles de manejar y de racionar, en tanto su vida útil asegurada es de más de dos años. Disponer de ensilajes le permite al productor, ahorrar el dinero de la siembra y el riesgo de la misma; contando con mayor número de hectáreas para realizar otra actividad o aumentar la carga animal .La finalidad de la presente Residencia Profesional es la elaboración microsilos y estimar la MS en diferentes mezclas de follaje *Leucaena leucocephala cv. cunningham*, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas lam*), follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) en Quintana Roo.

II JUSTIFICACIÓN

2.1 Justificación económica/productiva

En el Estado de Quintana Roo y en específico en el municipio de Othón P. Blanco, la producción ganadera se ve afectada por la falta de insumos producidos en la región factibles de utilizarse en la alimentación de las especie de interés zootécnico . Bajo este esquema los productores y ganaderos de la región, se ven en la necesidad de utilizar concentrados alimenticios comerciales que tienen un alto precio en el mercado o utilizar insumos de alto consumo humano como el caso de los cereales o granos o en el peor de los casos prescindir de la utilización de la suplementación alimenticia en los periodos críticos de producción de sus animales. En cualquiera de los casos dichas prácticas tienen efectos negativos sobre los parámetros productivos y sustentabilidad de la producción de la ganadería de la región. Las fuentes energéticas que están contenidos en los granos de cereales como el maíz y el sorgo constituyen un 60 a un 70% de los concentrados fabricados para la alimentación en bovinos. Además que provoca una marcada competencia por la utilización de dichos insumos en la alimentación humana y la animal, pues en México y en específico en la región sur del Estado de Quintana Roo no existe suficiencia en la producción de dichos cereales en para la alimentación humana y por ende la animal. En Quintana Roo estos aspectos han encarecido la utilización de suplementos alimenticios en los sistemas de producción y frenado

de cierta manera el desarrollo de la ganadería de rumiantes, donde destaca un creciente desarrollo de la crianza bovina que tiende a convertirse en la alternativa productiva de los municipios del sur del Estado, principalmente Othón P. Blanco y Bacalar. Por lo que resulta de manera importante la utilización de los diferentes forrajes de los cultivos existentes en la región que permitan elaborar sus propios alimentos con una alta calidad nutricional y a menor costo económico que ayudaría a disminuir los costos de producción. A este respecto unos de los cultivos más tradicionales de nuestra región son el camote morado (*Ipomoea batatas lam*) y la yuca (*Manihot esculenta*), dichos cultivos que son nativos y esta aclimatados a este medio lo que proporciona una ventaja para su utilización en la alimentación bovina de los cuales el follaje y los tubérculos se encuentran entre los insumos que podrían sustituir a los cereales en los alimentos convencionales común mente utilizados en la alimentación de los bovinos, debido a sus ventajas agroecológicas de cultivo en las zonas tropicales, entre las que destacan sus altos rendimientos en tubérculos y follaje (Machín, 1992). Entre ellos destaca el camote morado (*Ipomoea batatas Lam*), que es tubérculo tropical que ha recibido cierta atención como un posible sustituto de los cereales en la alimentación de ovinos, debido a su relativa abundancia en las zonas tropicales de México. Así mismo dicho cultivos produce una considerable cantidad de follaje y raíces secundarias, factibles de utilizarse en la alimentación de rumiantes. En complemento el camote morado poseen varias ventajas para ser utilizados como un base de la alimentación bovina, entre las que destacan su alta tasa de crecimiento en todo el año con un mínimo de manipulación del cultivo

(González *et al*, 2002) su tubérculos y follaje constituye una fuente importante de carbohidratos, proteínas y carotenos (Linares *et al*, 2008). Así mismo existen varios procesos para su conversión y utilización como alimento de rumiantes, entre los que destacan su conversión en harinas y su ensilado. Sin embargo aunque existen reportes en la literatura internacional y nacional sobre su cultivo así como su conversión en insumos para la alimentación bovina, en el Estado de Quintana Roo y en específico en los municipios de la zona sur, es casi nulo su cultivo y utilización en la alimentación de bovinos. Debido principalmente al desconocimiento de los rendimientos de este cultivo como pienso alimenticio y los factores que lo hacen variar entre los que destaca la fertilización, los procesos de conversión para la elaboración de harinas o ensilados, los parámetros productivos del comportamiento animal que se pueden obtener con su uso y la rentabilidad de su utilización. Existen diferentes forrajes que pueden ser utilizados para la elaboración de alimentos el más abundante en la región es el forraje de maíz (*Zea mays*), que tiene un alto valor nutritivo. El maíz es el cultivo más empleado como fuente de forraje en los sistemas de producción bovina mediante su conservación (ensilaje), debido a un alto rendimiento de biomasa área de 35-95 ton ha⁻¹ (Somarribas, 2007), alto contenido de carbohidratos (Méndez 2000), los cuales favorecen el proceso fermentativo. Los microsilos son una de las opciones que permite economizar en la suplementación, de igual forma es una práctica para poder obtener una mejor porcentaje de proteína que carecen algunos pastos, otras de la ventajas de esta práctica es el poder suministra una buena alimentación en épocas de carencia de pastos, el microsilo tiene la ventajas que presenta una mejor compactación,

que le permite tener una menor porosidad, por lo cual la fermentación es mucho más rápida y eficiente, se pueden almacenar cerca del lugar donde se va a dar el forraje y por su tamaño son fáciles de manejar y de racionar, en tanto su vida útil asegurada es de más de dos años. El hecho de poder disponer de silo, le permite al productor, ahorrar el dinero de la siembra y el riesgo de la misma; contando con mayor número de hectáreas para realizar otra actividad o aumentar la carga animal.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Elaborar microsilos con diferentes mezclas de follaje *Leucaena leucocephala* cv. *cunningham*, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas lam*), follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) en Quintana Roo.

3.2 Objetivo específico

- Elaborar microsilos con diferentes mezclas de follaje *Leucaena leucocephala* cv. *cunningham*, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas Lam*) follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) en Quintana Roo

IV CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ

En la figura 1 y 2 se observa mapa y croquis de localización del Instituto Tecnológico de la Zona Maya que se encuentra en el kilómetro 21.5, carretera Chetumal a Escárcega, apartado postal 207, del Ejido Juan Sarabia, Municipio: Othón P. Blanco, Estado: Quintana Roo.

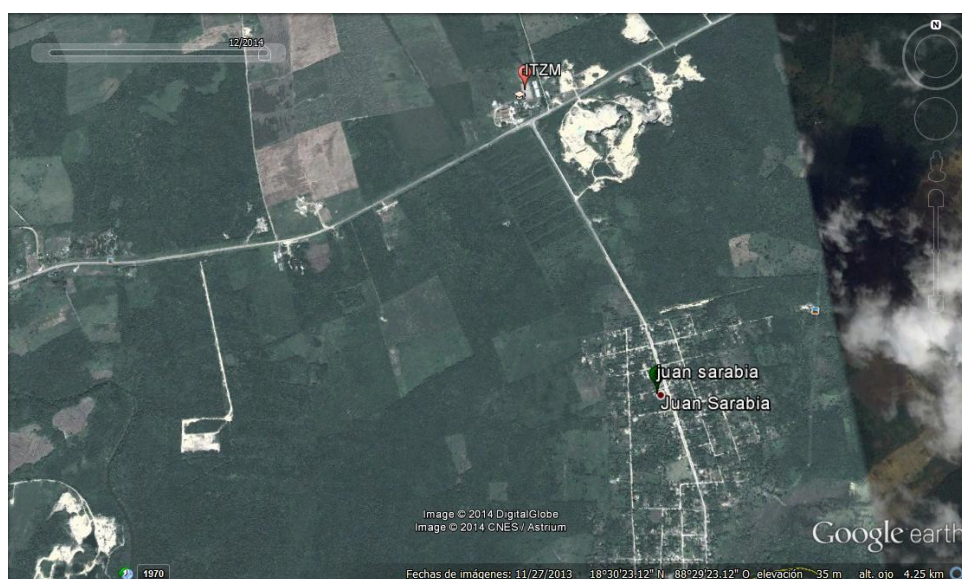


Figura 1. Mapa de localización del ejido Juan Sarabia

4.1 Macro localización del proyecto

En la figura 1 se observa la comunidad del ejido de Juan Sarabia se encuentra ubicada al sur del Estado mexicano de Quintana Roo, específicamente en el municipio de Othón P. Blanco, su ubicación geográfica en coordenadas son;

Latitud: 18.4833 Longitud: -88.4833. La altitud media del poblado de Juan Sarabia es de 15 msnm (metros sobre el nivel del mar).

Como la realización del proyecto de residencia profesional se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya en un área designada para el cultivo de camote, yuca y *Leucaena leucocephala* cv. cunningham, debido a que este Instituto se encuentra ubicado en los terrenos del ejido Juan Sarabia, a continuación se detalla su micro localización.

4.2 Micro localización

El Instituto Tecnológico de la Zona Maya se encuentra ubicado en el km 21.5 en la carretera federal Chetumal-Escárcega (figura 2), a un costado de la trituradora de material de construcción del ejido Juan Sarabia.

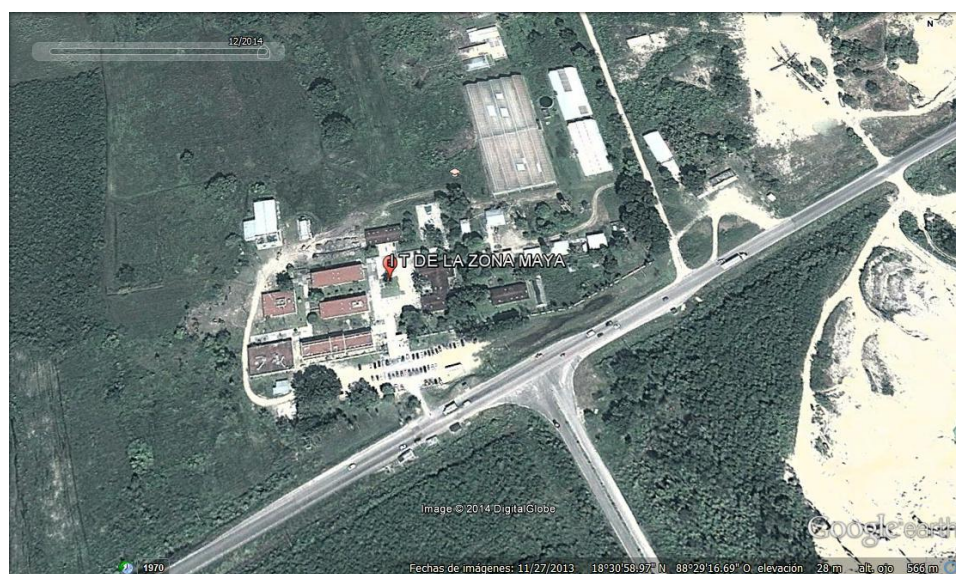


Figura 2. Mapa de localización del I T De La Zona Maya

4.3 Información sobre la empresa, organismo o dependencia para la que se desarrollará el proyecto

4.3.1 Micro localización

La Asociación Ganadera Local Especializada de Ovinocultores se encuentra localizada en la avenida Álvaro Obregón No.408 de la ciudad de Chetumal, municipio de Othón P. Blanco, Q. Roo

4.3.2 Misión

La Misión de la Asociación Ganadera Local Especializada de Ovinocultores del Caribe, es el propiciar el desarrollo Integral de la Ovinocultura, como un medio de vida Honesto, Sustentable y Socialmente Responsable; en el Estado de Quintana Roo, que permita la oferta de productos y servicios de calidad.

4.3.3 Visión

Ser una organización líder, a través de procesos participativos que permitan ofrecer servicios y productos de excelencia, a toda la membresía, fomentando los valores y estrategias que permitan el desarrollo integral de la ganadería bovina en el Estado de Quintana Roo.

V PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN

La ganadería regional tiene grandes problemas de alimentación en sus hatos ganaderos, con un gran desabasto de material vegetativo consumible en la época de sequía que comprende los meses de enero a mayo lo que ocasiona animales con baja productividad con altos índices de desnutrición que en casos severos causan la muerte del bovino y por lo tanto un fuerte golpe a la economía de los ganaderos, con dicha problemática los ganaderos optan por suplementar su hatos con alimentos comerciales que tienen un alto valor adquisitivo lo que limita su uso al no ser económicamente sustentable. Otra opción que frecuente recurren los ganaderos en nuestra región es suplementara los bovinos con gallinaza o pollinaza que no tiene un eficiente aporte proteínico y por lo contrario el ganadero tiene que utilizar más frecuentemente el uso de desparasitante para controlar los parásitos por la ingesta de estos subproductos. Para poder mitigar este problema alimenticio nuestra investigación está enfocada en producir un suplemento alimenticio elaborado con follaje *Leucaena leucocephala cv. cunningham*, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas lam*), follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) que son cultivos nativos de esta región sembrados en temporal de lluvias. Estos cultivos tienen un gran aporte proteínico apto para la elaboración de microsilos los cuales que pueden preservar la calidad del pasto por varios meses. La problemática de la región en la alimentación de rumiantes puede ser solucionada elaborando los microsilos en tiempo de lluvias

que es cuando hay forraje en abundancia y preservarlos para utilizarlos en los meses de enero a abril que son los meses de críticos de sequía y solucionar el desabasto de alimentación en la región.

VI ALCANCES Y LIMITACIONES

6.1 Alcances

En el presente trabajo de Residencia Profesional se alcanzaron los objetivos planteados lo cual se logró con éxito fundamentar la elaboración de 60 bolsas de microsilos divididas en cinco mezclas con diferentes tratamientos en mezclas de follaje *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas* Lam) follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) en Quintana Roo y variación en el porcentaje de kilogramos utilizados para cada tratamiento de los forrajes. Esto permitió obtener las habilidades y destrezas en la elaboración de microsilos, así como aplicar las diferentes competencias profesionales, relacionadas con las diferentes materias que se cursaron en la especialidad de Producción animal sustentable.

De igual modo permitió determinar la concentración de materia seca en cada tratamiento de cada uno de las bolsas que se elaboraron, a través de la practica en el laboratorio de bromatología, así como la utilización de equipo como balanza analítica, estufa de desecación de aire forzado y los cálculos respectivos de materia seca en hoja de cálculo de Excel.

6.2 Limitaciones

La principal problemática para la elaboración de esta investigación fue falta de recursos económicos para logra contar con toda la maquinaria y equipo requerido para la elaboración de microsilos. Entre la maquinaria y equipo que se requirió y que fue una limitación fue la falta de una picadora, ensiladora, así como el traslado de los diferentes forrajes al ITZM, lo que constituyo un problema para la concentración en el área de elaboración de los microsilos. Para solucionar esta limitante fue necesario rentar y prestar con particulares dicha maquinaria y equipo, con el respectivo costo de alquiler que esto implicó. Igualmente se rentó tractor y un remolque, lo cual al no contar con estos implementos genero un costo económico

VII FUNDAMENTO TEORICO

7.1 Yuca (*Manihot esculenta*)

7.1.1 Clasificación botánica de la yuca.

Nombre científico: *Manihot esculenta* Crantz

Sinónimo: *Manihot utilísima*, *Janipha manihot*, *Jatrophadulcis*, *Jatropha manihot*, *Manihot dulcis*.

Familia: Euforbiaceae

Arbusto perenne, sin embargo las especies comestibles se cultivan como anual o bienal.

7.1.2 Descripción botánica

La yuca es un arbusto perenne. Es monoica, ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 y 5 metros, aunque la altura máxima generalmente es de unos 3 metros de altura. Los tallos son particularmente importantes en la yuca, pues el medio que se utiliza para la multiplicación vegetativa o asexual de la especie. Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el pecíolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre 3 y 9. Los lóbulos miden entre 4 y 20 cm de

longitud y entre 1 a 6 cm de ancho; los centrales son de mayor tamaño que los laterales. La principal característica de las raíces de yuca es su capacidad de almacenamiento de almidones.

7.1.3 Generalidades de la yuca

El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es importante en el trópico por el valor energético de las raíces en la alimentación humana y animal; aun en ciertos países, las hojas se utilizan como componente básico en la dieta de millones de personas. El cultivo aventaja a otros por la capacidad de producir en suelos degradados, tolerar la sequía y resistir plagas y enfermedades, Además de los usos alimentarios se puede emplear en la producción de almidones y alcohol. Las raíces de yuca son ricas en calorías pero son deficientes en proteínas, grasa, minerales y vitaminas (Albán, 2004).

7.1.4 Follaje de yuca en la alimentación animal

A pesar de la versatilidad de la yuca en cuanto a su uso en la alimentación para que ella pueda contribuir de una manera efectiva a la solución de las necesidades nutricionales desde las diferentes especies, se requieren condiciones especiales igual que ocurre con otros materiales que se usan con el mismo propósito. Tales condiciones tienen que ver con el adecuado manejo de ciertos factores nutricionales y algunos principios “anti nutricionales” que presentan la yuca y sus derivados en general, así como con el aprovechamiento

eficiente de las características específicas de cada producto. En términos generales al incluir la yuca en cualquiera de sus formas o productos en programas de alimentación animal se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- La concentración de nutrientes.
- La presencia del ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos.

El follaje de la planta de yuca es un recurso nutricional importante para la alimentación animal en el trópico.

El follaje de yuca se emplea en la alimentación animal como fuente de proteína y de xantofilas (pigmentos naturales) aunque se usa con limitaciones en las dietas de los monogástricos a causa del contenido de fibra (Buitrago, 1990). En la utilización de trozos de yuca y residuos industriales de yuca en la alimentación de bovinos, se enfatiza su composición química y valor nutritivo, su uso como medio para suministrar urea a bovinos, el valor nutricional de raciones que contienen trozos de yuca, su utilización para el ganado de engorde y alimentación de ganado lechero. Los residuos industriales de yuca pueden usarse como fuente energética si se suplementa con fuentes apropiadas de proteína y si no se le adicionan costos de transporte al producto. Los trozos de yuca pueden sustituir al maíz y al sorgo en dietas de novillos y las raíces secas pueden sustituir al arroz en dietas suministradas a novillas lecheras. El uso de trozos de yuca y residuos de yuca está determinado.

7.2 Camote morado (*Ipomoea batatas lam*).

La clasificación botánica del camote morado es el siguiente:

Reino: Plantae
Filo: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Solanales
Familia: Convolvulaceae
Género: Ipomoea
Especie: batatas

Esta especie fue descrita por Linneo en 1753 como *Convólulos batatas*. Sin embargo, en 1791 Lamarck, clasifico esta especie dentro del género *Ipomea* en base a la forma del estigma ya la superficie de los granos de polen. Por lo tanto, el nombre fue cambiado a *Ipomea batatas* (L.) Lam.

7.2.1 Descripción botánica.

- Tallo: De hábito rastrero, un color que oscila entre el verde, verde bronceado y púrpura, con una longitud de hasta 1 m y una superficie pubescente.
- Hojas: Las hojas del camote tienen formas y colores variables, incluso en una misma planta. Son simples, tienen una longitud de 4 a 20 cm, tienen

forma ovalada con un borde entero, dentado, lobulado o partido, y sus colores varían del verde pálido hasta el verde oscuro con pigmentaciones moradas.

- Flores: Flores similares a copas o campanillas, agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, y con variedad de colores que van del verde pálido hasta el púrpura oscuro.
- Fruto: Tiene forma capsular, mide entre 3 y 7 mm de diámetro, y contiene de 1 a 4 semillas.
- Semillas: Miden entre 2 y 4 mm de diámetro y tienen forma redondeada levemente achatadas. Están cubiertas por una piel impermeable de color castaño a negro.
- Raíz tuberosa: Es la parte comestible del CAMOTE y posee un sabor dulce muy agradable. El color de la cáscara de blanquecino a amarillo y la pulpa oscila entre el amarillo, anaranjado y morado.

7.2.2 Valor nutricional

El follaje contiene carbohidratos, proteínas y celulosa, mientras que las raíces poseen altos índices de calcio, fósforo, carbohidratos y vitamina A, entre otros elementos. La vitamina A presente en el camote contribuye a mejorar la visión, el estado de la piel, el cabello y las mucosas, además previene algunas enfermedades infecciosas, especialmente las del aparato respiratorio, y retarda

el envejecimiento celular por ser un antioxidante natural. En 100 gr de raíces frescas de camote encontramos:

• > Agua	70.0 g
• > Carbohidratos	27.3 g
• > Proteínas	1.3 g
• > Grasas	0.4 g
• > Calcio	34.0 mg
• > Hierro	1.0 mg
• > Fósforo	200 mg
• > Vitamina A	500 UI
• > Tiamina	0.10 mcg
• > Riboflavina	0.05 mcg
• > Niacina	0.6 mg
• > Vitamina C	23.0 Mcg

7.3 Follaje de maíz (*Zea mays*)

La clasificación científica del maíz es la siguiente:

Reino:	<i>Planta</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Panicoideae</i>
Género:	<i>Zea</i>

Subespecies

- *Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* Iltis & Doebley
- *Z. mays* ssp. *mays*
- *Z. mays* ssp. *mexicana* (Schrad.) Iltis in Galinat
- *Z. mays* ssp. *parviglumis* Iltis & Doebley
- *Z. mays* var. *striatiamylacea* Leizerson
- *Z. mays* var. *subnigroviolacea* Yarchuk
- *Z. mays* f. *variegata* (G. Nicholson) Beetle

7.3.1 Descripción botánica

- Raíz: La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros

nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta,5 sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos (acame).

- Tallo: El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.
- Hojas: Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta.

7.7.2 Valor nutricional

Del forraje de maíz utilizado en los microsilos el grano es el componente de la planta de maíz de máxima digestibilidad, en cambio la fracción vegetativa es de menor calidad y la misma varía con el estado de madurez, el híbrido y con la relación hoja/tallo. Debido a esto, en la mayoría de las situaciones de producción, el valor nutritivo del ensilaje de maíz aumenta cuando se incrementa la proporción de grano en la planta. Elevar la altura de corte cuando se ensila es una práctica que posibilita ese objetivo. Los tallos, que representan el 30-40% del peso de la fracción fibrosa, son los componentes de la planta de

menor calidad y su digestibilidad disminuye hacia la base del mismo. Por lo tanto, al elevar la altura de corte del cultivo no sólo se aumenta la relación grano/planta, sino que también se excluye del material a ensilar la parte inferior del tallo y las hojas más viejas. Esta práctica, si bien produce un ensilaje con mayor digestibilidad y almidón, tiene la desventaja que reduce la cantidad de materia seca que se ensila por unidad de superficie (Aello, M. S. 2008). Este hecho se basa en que la digestibilidad del tallo es de aproximadamente 50% y de la espiga es de más del 80%.

La cantidad de grano: debido a que es el componente con mayor porcentaje de digestibilidad y aporte de energía. El contenido de grano y la calidad del resto de la planta (tallo-hoja) están estrechamente relacionados. El grano es el componente de mayor calidad, por su concentración energética y comprende en situaciones normales entre 40 y 50% de la MS total (Van Olphen et. al. 2000). Si por diversas situaciones climáticas o de manejo se reduce la cantidad de granos, la calidad del tallo resulta proporcionalmente más importante para el valor nutritivo. Cuando el rendimiento en grano es elevado hay una importante removilización de azúcares del tallo hacia la espiga durante el llenado del grano, esta situación incrementa el contenido relativo de pared celular y por lo tanto la calidad del tallo podría disminuir sensiblemente. En síntesis: la variación en el número de granos altera la relación fuente/destino durante el llenado, por lo tanto se obtendrán diferentes relaciones carbohidratos solubles – almidón (Van Olphen et. al.2000). La digestibilidad de la fracción vegetativa: Como se dijo anteriormente, el ensilaje de maíz produce materia seca de alta calidad.

Aproximadamente la mitad de la materia seca que se cosecha proviene de la mazorca y otro 50% del resto de la planta (vainas, tallo, área foliar). Por lo tanto no se debe tratar solamente de aumentar el contenido de los granos descuidando la calidad del resto de la planta ya que la digestibilidad final del silaje estará asociada tanto a la cantidad de mazorcas y grano como a la calidad de la planta, especialmente del tallo.

7.4 Follaje de leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. *cunningham*)

7.4.1 Descripción científica

- Nombre científico *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.
- Sinonimia *Mimosa leucocephala* Lam., *Mimosa glauca* L., *Acacia glauca* (Lam.) de Wit, *Acacia leucocephala* (Lam.) Link, *leucaena glauca* (L.) Benth.
- Nombre(s) común(es) "Liliaque", "liliak" (lengua totonaca), "guash" (guaje) - norte de Puebla y zonas aledañas de Veracruz "huaxi", "xaxim" (guaje), en la península de Yucatán.

7.4.2 Descripción botánica

- Forma biológica: Árbol de crecimiento rápido, con una altura y un diámetro variable según la variedad, En México mide de 1 hasta 6 m de altura, pero puede llegar a medir hasta 20 m y tener un diámetro de 15 y 40 cm.
- Fenología: El follaje, la floración y fructificación pueden ocurrir durante todo el año dependiendo de la disponibilidad de agua.
- Hojas: perennifolio.
- Flores: todo el año.
- Frutos: los frutos maduran en abril.

7.4.3 Valor nutricional

Este recurso forrajero está considerado como la especie tropical de mayor en biomasa y con un alto contenido de proteína. Las evaluaciones realizadas señalan que el rendimiento de MSh^{a-1} a los 57 días de edad oscila en 928,6 kg de forraje comestible (fracción hojas y tallos tiernos no fibrosos) con una proteína cruda de 30,7%, equivalente a 304,6 kg^{ha-1}. Se debe destacar que la densidad de siembra, independientemente de las condiciones agroecológicas existentes, es determinante en el rendimiento que se pueda lograr por unidad de superficie.

7.5 Microsilos

7.5.1 Descripción del ensilado

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el que se inhibe el crecimiento de microorganismos degradadores de la materia orgánica, preservados con ácidos, sean estos agregados o producidos en un proceso de fermentación natural, llevado a un depósito de dimensiones y forma variable denominado silo, en el que se dispone en capas uniformes eliminando el aire mediante compresión y cubriéndolo finalmente (Mannetje, 2001).

7.5.2 Procesos químicos-biológicos de ensilado

El forraje que se ensila experimenta una serie de transformaciones como consecuencia de la acción de las enzimas de la planta y de los microorganismos presentes en la superficie foliar o que puedan incorporarse voluntariamente (aditivos) o accidentalmente (contaminación con suelo o similar). Las enzimas actúan sobre procesos respiratorios y sobre la descomposición de glúcidos y proteínas. (Cañete y Sancha, 1998).

7.5.3 Respiración celular

Al principio el forraje en el silo continúa respirando, absorbiendo oxígeno y liberando anhídrido carbónico, con desprendimiento de calor. Esta respiración ocasiona una pérdida de materia seca muy digestible y sobre todo reduce el contenido de azúcares de la planta, perjudicando la actuación posterior de la flora láctica que no podría encontrar suficiente cantidad de hidratos de carbono para garantizar una suficiente acumulación de ácido láctico. Por ello, es conveniente llenar y cerrar lo más rápidamente el silo. El aire aprisionado en el interior de un silo es desprovisto de oxígeno en menos de 12 horas, produciéndose un ligero aumento de la temperatura de la masa ensilada de 3 a 5 °C. (Cañete y Sancha, 1998).

7.5.4 Hidrólisis de las proteínas

Las materias nitrogenadas de las plantas están constituidas en su mayor parte por proteínas (70 a 80% del total) y en menor cuantía por aminoácidos libres, aminas y de formas minerales (iones nitrato y amonio). Las proteínas se degradan a formas más simples del tipo aminoácidos y aminas, entre otros. Las proteasas hidrolizan las proteínas vegetales en péptidos y aminoácidos. Esta proteólisis disminuye a medida que el medio se acidifica, y se detiene cuando el pH desciende por debajo de 4. Esto explica que, incluso en buenos ensilados, el contenido de nitrógeno soluble sea mayor que el de la planta verde y que pueda representar más del 50% del nitrógeno total (Cañete y Sancha, 1998).

7.5.5 Acción de los microorganismos

Hay gran diversidad de microorganismos que se desarrollan más o menos intensamente en función de las circunstancias predominantes en el ensilaje. Algunos de estos microorganismos son beneficiosos, al acidificar la masa del forraje (disminuye el pH) y desarrollarse en ausencia de aire (anaerobiosis). Otros son perjudiciales, creciendo y multiplicándose en presencia de aire con lo que compiten con la microbiología láctica por los azúcares y otros, más propios de condiciones anaerobias, pueden destruir parte de la proteína, incluso ácidos formados previamente, originando olor desagradable (Argamentería et al., 1997). En una primera fase se registra el desarrollo de bacterias aerobias que son por tanto, más activas cuanto mayor sea la cantidad de aire aprisionado en el forraje. Estas bacterias emplean como sustrato o alimento los hidratos de carbono que pueden transformar en anhídrido carbónico o ácido acético, ácido cuya eficacia conservadora no es muy notable debido a su escasa capacidad acidificante. Tras un período de tiempo que varía entre las 24 y 48 horas aparecen bacterias (*Leuconostoc* y *Streptococcus* que transforman los azúcares en ácido láctico que ayuda a bajar el pH más rápidamente. A medida que las concentraciones de este ácido son más abundantes, estas bacterias van disminuyendo al tiempo que aparecen otras (*Lactobacillus* y *Pediococcus*) que forman ácido láctico en grandes cantidades; esto sucede entre el 3° y 5° día.

7.6 Proceso de ensilaje

Una vez que el forraje fresco es cosechado y hasta que el silo se utilice para alimentar el ganado, se dan cuatro fases que cambian la composición química y microbiana del material ensilado y que se deben conocer para dar un manejo correcto al proceso de ensilaje. Aunque no hay una clara división entre las fases sucesivas, en cada una de ellas ocurren diferentes procesos químicos y microbianos, con intensidad y duración diferentes, de los cuales dependerá el éxito y la calidad del ensilaje, como se detalla a continuación.

7.6.1 Fase inicial aeróbica

La fase aeróbica se inicia al momento de cortar el forraje, continúa cuando se está llenando el silo e incluso puede seguir por un tiempo después de cerrar el mismo. Después de cosechado el forraje, siempre y cuando haya presencia de oxígeno, las células continúan respirando, produciendo anhídrido carbónico y agua, a expensas de los carbohidratos. Por otro lado, la respiración también ocasiona descomposición de proteínas del forraje, lo cual es un proceso indeseable, no sólo porque se reduce la disponibilidad de la proteína presente en el forraje ensilado, sino sobre todo porque se pierde nitrógeno al ser liberado como amonio. Además, este inhibe la producción de ácido láctico (“ácido bueno”), el cual es necesario para conservar el material ensilado. Se debe entender que mientras haya oxígeno en el silo, la respiración no se va a detener. Por esa razón la fase aeróbica debe ser la más corta posible, para

suprimir la actividad de las bacterias aeróbicas e iniciar la fermentación. Si el silo se cierra de forma hermética y el forraje está bien compactado, el oxígeno remanente se consumirá con rapidez (en pocas horas) y de esa manera se garantiza un buen ensilaje.

7.6.2 Fase de fermentación láctica

La fase de fermentación efectiva comienza cuando se agota el oxígeno dentro del silo, y por tanto empieza a dominar la microflora anaeróbica: bacterias, levaduras y mohos que se desarrollan bien en ausencia de oxígeno. En esta fase, las bacterias producen ácidos orgánicos, en especial el ácido láctico, a partir de los azúcares y almidones (carbohidratos fermentables) que contiene el forraje ensilado o que se han agregado aditivos como la melaza o los granos molidos, entre otros. Las bacterias que crecen dentro del silo también pueden producir ácido acético pero en menor grado. La producción de ácidos orgánicos es fundamental para la conservación del forraje ensilado, pues esta lleva a la acidificación (reducción del pH) del material ensilado, lo cual resulta primero en que las bacterias deseables dominen a los micro-organismos anaerobios indeseables, como son las entero bacterias, levaduras, bacilos y clostridios que compiten por los carbohidratos solubles disponibles en el material ensilado y que pueden llevar a formas de fermentación indeseables, incluyendo la pudrición. En general, las bacterias productoras de ácido láctico son más tolerantes a la acidez y por consiguiente pueden resistir un pH más bajo que los micro-organismos anaerobios indeseables. Sin embargo, llega un momento en

que la acidez es tal que ya no permite el crecimiento de las bacterias lácticas y se da paso a la fase siguiente que es la estabilización del forraje ensilado. Durante el proceso de fermentación, además de los ácidos orgánicos, se producen gases y efluentes (sustancias líquidas), por lo que en algunos tipos de silos se busca tener un drenaje para la eliminación de estos últimos. Aunque la intensidad y magnitud de la fermentación dependen de una variedad de factores, la duración de esta fase de fermentación normalmente no excede un mes. Lo que se busca es que, en esta fase, se genere una acidificación rápida y una concentración suficientemente alta de ácido láctico para que el nivel de acidez en el silo aumente rápidamente hasta alcanzar la estabilidad. Cuando toda la actividad microbiana cesa, la fermentación y descomposición del forraje se detienen y esto es justamente lo que se busca lograr para preservar el ensilaje, y de esta manera, se previene una mayor pérdida de los nutrientes contenidos en el forraje.

7.6.3 Fase de estabilización

La fase de estabilización se inicia cuando, por acción de los “ácidos buenos”, desciende el pH del ensilaje a valores por debajo de 4.2. Bajo esas condiciones de acidez, cesa toda actividad enzimática y se inhibe el crecimiento de todos los micro-organismos, aunque algunos pueden sobrevivir formando esporas. En estas circunstancias, el ácido láctico se convierte en el verdadero agente de conservación del material ensilado, pues se detiene el proceso de fermentación,

ya no se producen cambios en el forraje ensilado y el material puede guardarse al menos hasta por 6 a 12 meses, e incluso puede utilizarse al año siguiente.

7.6.4 Fase de deterioro aeróbico

Esta fase comienza con la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se abre el silo y se empieza a usar el ensilaje para alimentar el ganado, pero también puede ocurrir si, por accidente o por acción de animales (roedores, hormigas, pájaros, o incluso el mismo ganado), se producen cortes en la cobertura del silo, en caso que esta sea de plástico (nylon). El deterioro en presencia de oxígeno se inicia con la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. A su vez, esto induce a un aumento del valor del pH, lo que permite el crecimiento de bacilos, pero también de otros microorganismos que crecen bien en presencia de oxígeno (mohos, enterobacterias), los cuales provocan un aumento de la temperatura y la producción de dióxido de carbono, procesos que dañan el ensilaje. El forraje conservado en silos que es afectado por este proceso de deterioro, se designa como “aeróbicamente inestable” y como resultado de ello, se producen rápidamente pérdidas de la materia seca y del valor nutritivo, culminando con la pudrición del material.

7.7 Factores que afectan al proceso de ensilado

7.7.1 Ligados a la planta

La calidad fermentativa en un ensilado depende de la naturaleza del forraje de partida contenido materia seca (MS), carbohidratos hidrosolubles (CHOS), capacidad tampón (CT) (Argamentería, et al., 1997).

- Contenido de materia seca: El contenido correcto de MS (30-35%) de la planta antes del ensilado es un factor importante para el éxito de la fermentación (Ashbell y Weinberg, 2001), así la degradación del ácido láctico y la producción de amoníaco por bacterias butíricas se ven considerablemente atenuados (Cañete y Sancha, 1998). Forrajes con contenidos de más del 70% de humedad son indeseables dado que el crecimiento de los Clostridium no se inhibe aún cuando el pH baje a 4, obteniéndose ensilajes de bajo valor nutricional por pérdidas de efluentes, y poco apreciado por los animales (Alaniz, 2008).
- Contenido de azúcares solubles. Los microorganismos usan los carbohidratos hidrosolubles como la principal fuente de energía para su crecimiento. Los principales son la fructosa, sacarosa. El bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles del forraje pueden limitar las condiciones de la fermentación. Bajo esta condición el pH no baja como para llegar al estado de conservación. Normalmente se requiere un mínimo de 6 a 12% de carbohidratos hidrosolubles sobre materia seca, para una apropiada

fermentación en el ensilaje. El contenido de carbohidratos en las plantas depende del tipo de forraje, de las condiciones del cultivo, así como las ambientales (Alaniz, 2008). Cuando un material pese a su buena calidad, no contiene cantidades suficientes de azúcares es necesario añadirle melaza o alguna otra fuente de azúcares que faciliten su fermentación (Mannetje, 2001).

- Capacidad tampón. La capacidad tampón (CT) en plantas forrajeras es definida como la resistencia que presenta la planta a las variaciones de pH. La capacidad tampón depende básicamente de la composición de la planta en cuanto a proteína bruta, iones inorgánicos (Ca, K, Na) y la combinación de ácidos orgánicos (Jobim et al., 2007). Al aumentar la edad de la planta se incrementa la proporción tallo/hoja, con lo cual los procesos metabólicos disminuyen. Como consecuencia, se reduce el contenido de ácidos orgánicos, lo que conlleva un descenso de la capacidad tampón con la maduración (de la Roza, 2005). Cuanto mayor sea el poder tampón más ácido láctico será necesario que se forme en el ensilado para poder alcanzar el pH óptimo de 4, y mayor cantidad de azúcares fermentables será necesaria para poder proporcionar dicho ácido láctico. (Cañete y Sancha, 1998).
- Grado de madurez óptimo. El proceso del ensilado no mejora en ningún caso la calidad inicial del forraje o del alimento, limitándose a conservarla cuando se realiza de forma adecuada. En forrajes el momento óptimo de cosecha será cuando el valor nutritivo y las características físico químicas estén relacionadas, es decir los forrajes aunque siendo jóvenes

presentan un valor nutritivo elevado, su gran contenido en agua y en materia nitrogenadas los desaconseja para ensilar, dando lugar a una baja producción por hectárea, aunque el consumo sea elevado. Por otra parte cuando son recolectados tardíamente aunque aumente su producción por hectárea, presentan un alto contenido en glúcidos estructurales en sus paredes (celulosa, Hemicelulosa y lignina) y un bajo contenido en materias nitrogenadas, lo que determina un bajo valor nutritivo y un menor consumo, desaconsejándose para ensilar (Cañete y Sancha, 1998).

7.7.2 Ligados a la realización del ensilado

- Tamaño de la partícula. Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDN, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje (Gallardo, 2003). El tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales precauciones para ensilar forrajes. Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedarse bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente.

Pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje (Vieira da Cunha, 2009). El tamaño final de picado va a estar afectado tanto por la regulación de la máquina como por el contenido de humedad de la planta a ensilar. Además, en materia de regulación del equipo, es importante diferenciar que el “partido” de los granos en el cultivo de maíz o sorgo se realiza con el procesador de granos de la máquina (“craker”) y no achicando el tamaño de picado. Las recomendaciones que se encuentran publicadas sugieren que la mezcla final de alimentos procesados (mezclas de ensilajes/henos y concentrados) o un alimento fibroso en particular (ensilaje o heno picado) debe tener entre un 5 y 10% de partículas mayores a 2 cm., entre un 40 y 50% de partículas entre 0,8 y 2 cm. y el resto inferior a dicha longitud (Gallardo, 2003).

- Pre-marchitamiento. La disminución del contenido de agua del alimento a ensilarse se puede realizar mediante el prensado, o bien mediante su exposición al aire libre durante un corto período de tiempo (6 a 24 horas), obteniéndose contenidos de materia seca entre 30 y 40%, no es aconsejable sobrepasar estos contenidos, ya que ello inhibiría también el desarrollo de la flora microbiana beneficiosa y además dificultaría el prensado del silo, obligando a un picado más fino del alimento (Cañete y Sancha, 1998).
- Llenado del silo. La buena conservación de un ensilado depende en gran parte de la rapidez de llenado del silo, siendo conveniente su realización en un solo día, cuando el tamaño del silo supera la capacidad de llenado

diario (no siendo aconsejable superar las 72 horas), en este caso será necesario colocar sobre la parte ya ensilada una cubierta que la proteja durante la noche. En todo caso debe existir una buena coordinación entre los equipos de recolección, transporte y los de llenado y apisonado, con el fin de reducir al mínimo el tiempo de realización del silo. La adecuada distribución del alimento sobre el silo es importante, debiéndose realizar en capas finas inclinadas y uniformes de 10 a 30 cm. De espesor como máximo. Se recomienda que la cantidad mínima de alimento que debe añadirse diariamente para mantener la calidad del ensilado sea una capa de 75 a 90 cm (Cañete y Sancha, 1998).

- Apisonado. El apisonado tiene como finalidad expulsar la máxima cantidad de aire del ensilado e impedir que el aire exterior penetre en el mismo. El apisonado puede ser intenso cuanto más desecado y más groseramente picado este el material, y menos intenso o no realizarlo cuando el contenido en agua del material es elevado y haya sido finamente picado, ya que se comprime de forma natural, y ello puede dar lugar a pérdidas elevadas de nutrientes por el escurrido de jugos (Cañete y Sancha, 1998).
- Cierre del silo. El cierre del silo se debe cerrar inmediatamente finalizado su llenado mediante una cubierta, generalmente un plástico resistente. El objetivo de esta operación es asegurar la estanqueidad de su parte superior tanto al agua como al aire, para reducir la incidencia de las fermentaciones aeróbicas desfavorables. La cubierta debe ser aplicada íntimamente sobre el ensilado para evitar la formación de bolsas de aire

y abombamiento por el viento. Para ello, es necesario que la parte superior del ensilado sea uniforme y tenga una forma cóncava que además facilite el escurrimiento del agua de lluvia que cae sobre ella, inmediatamente después del cerrado del silo, es necesario colocar una carga continua y homogénea, ello permitirá además el cierre hermético del silo, así como conservar sus cualidades durante el período de utilización (Cañete y Sancha, 1998).

7.8 Ventajas de microsilos

- Permite utilizar los excedentes de forraje que se producen en la época lluviosa, conservándolos con buena calidad para ser utilizados en los períodos de escasez de alimentos.
- Es un método práctico para conservar el valor nutritivo del forraje cuando este aún se encuentra en estado óptimo al momento de la cosecha, y de esa manera, se previenen las pérdidas debidas a la maduración que ocurriría si el forraje se dejara en el campo.
- Reduce considerablemente la presencia de muchos de los metabolitos secundarios de acción tóxica que pueden contener algunos forrajes y destruye los micro-organismos dañinos que pueden encontrarse en el material a ensilar.
- El alimento se puede conservar por mucho tiempo, con muy poca pérdida, siempre y cuando el proceso se realice en condiciones óptimas.

- Permite suministrar forraje succulento, de calidad uniforme durante todo el año, y balancear el contenido de nutrientes de la dieta al suplir nutrientes en períodos en que la ración muestra deficiencias, como pueden ser los bajos contenidos de proteína cruda y minerales que caracterizan los forrajes disponibles en la época seca.
- Ayuda a mantener los animales en buena condición corporal y evitar pérdidas económicas por reducción en la producción de leche, por pérdidas de peso y por fallas en la reproducción.
- Contribuye a aumentar la capacidad de carga promedio (mayor cantidad de animales por hectárea) en la finca.
- Se reduce la presión sobre las pasturas, permitiendo el descanso y recuperación de potreros en los períodos de menor precipitación, o cuando inicia el período de lluvias, ayudando de esta manera a evitar el sobre-pastoreo y la eventual degradación de las pasturas.
- Es un factor de seguridad para el productor ganadero, al disponer de un alimento de calidad para sus animales, el cual es producido en la finca y puede ayudar a reducir los costos de producción, comparado con el alquiler de pastos fuera de la finca y/o la compra de henos. También, puede ayudar a reducir el uso de suplementos.

7.9 Desventajas de los microsilos

- Requiere de mano de obra para el corte, acarreo, picado y almacenamiento de un volumen relativamente alto de material verde.
- Necesita de inversión en picadora y en mecanización cuando se trabaja con volúmenes grandes.
- Si el proceso no se realiza apropiadamente, hay riesgo de perder parte o todo el forraje que se ensila.
- Se debe suministrar rápidamente a los animales, después de retirarlo del silo, para evitar pérdidas de nutrientes por volatilización e incluso por pudrición.
- No se tiene información que el ensilaje se venda actualmente en el mercado, por lo tanto es sólo para consumo en la misma finca donde se produce.
- Los ensilajes hechos sólo con pastos (gramíneas) normalmente presentan un contenido de proteína bajo.
- Si se preparan ensilajes con pastos de mala calidad, esto puede más bien derivar en mayores gastos y pérdidas.

7.9.1 Características físicas de microsilos

Existen varios indicadores para determinar si un ensilaje es de buena calidad. Hay procedimientos sofisticados que requieren del envío de muestras al laboratorio; los indicadores de un ensilaje de buena calidad, evaluados a nivel de laboratorio, son:

- Un contenido de materia seca igual o superior a 30%.
- Un PH de 4.2 o menos.
- Una temperatura de 30 a 40 °C (medida a 50 cm de profundidad).
- Un contenido de ácido láctico entre 5 y 9 % en base seca.
- Un contenido de nitrógeno amoniacal que no represente más de un 13% del nitrógeno total.

Sin embargo, existen también procedimientos de campo que pueden ayudar en la evaluación de la calidad de los ensilajes.

La evaluación se basa en el olor, color y textura del ensilaje; pero la verdadera evaluación de si un ensilaje es bueno o malo, es si los animales lo comen ávidamente, lo comen poco o bien lo rechazan. Las siguientes características organolépticas se asocian con ensilajes de alta calidad:

- El olor aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico. La presencia de olores a húmedo (indicativo de la presencia de moho), a vinagre (ácido acético), a orines (amoníaco), a mantequilla rancia (ácido butírico) no es aceptable en un ensilaje de buena calidad. En general, los animales en producción tienden a rechazar los alimentos que presentan olores fuertes.
- El color final debe ser entre verduzco y café claro. En un ensilaje, los colores café oscuro o negro son indicativos que se elevó mucho la temperatura en el silo y se perdieron muchos nutrientes. Es frecuente encontrar algunas manchas blancas o rosadas, indicativas de la presencia de mohos, pero las mismas no serán mayor problema mientras no sean dominantes, sin embargo, por lo general, los animales van a rechazar esas porciones de ensilaje afectadas por el moho.
- La textura del ensilaje debe ser firme, es decir no debe deshacerse al presionar con los dedos.

7.10 Aportación del follaje yuca (*Manihot esculenta*) al ensilaje

La yuca manejada como planta forrajera en sistemas integrados tiene un alto potencial para la producción de proteína de alto valor nutritivo. Sembrada en densidades de más de 50,000 tallos/ha⁻¹ y con una alta tasa de fertilización con abono orgánico (del orden de 100 toneladas/ha/año) puede llegar a producir hasta 3 toneladas de proteína por hectárea/año. La hoja de yuca contiene altas

cantidades de ácido cianhídrico que para los rumiantes no presenta problema gracias al proceso de desintoxicación de estos elementos por los microorganismos del rumen. En contraste, para animales monogástricos la hoja de yuca debe ser secada al sol o ensilada en condiciones anaeróbicas para reducir su toxicidad a tal punto que no cause problemas en los animales monogástricos. Los datos disponibles indican que el follaje de la yuca, al ser suministrado a los rumiantes en forma fresca o como heno, actúa como fuente de proteína sobre pasante. Por tanto puede ser una alternativa a las fuentes proteicas convencionales como son las harinas de soya, de maní y de pescado.

7.11 Aportación del follaje de leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. *cunningham*) al ensilaje

Leucaena leucocephala es conocida por su elevado valor nutricional y por ser similar en la composición química de la alfalfa. Sin embargo el forraje de leucaena es bajo en sodio y yodo, pero es alto en beta caroteno. La presencia de taninos en hojas y tallos en la leucaena reduce la digestibilidad de materia seca y de proteína, pero promueve la proteína de sobrepaso (Jones, 1989). Los valores de digestibilidad y consumo de la leucaena están en un rango de 50 a 71% y de 58 a 85 g/kg^{0.75} (Jones 1979). Los bajos valores de digestibilidad y consumo son asociados con los efectos de la mimosina cuando se ofrecieron dietas solamente a base de leucaena. En el sureste de Australia ganado bovino alimentado con *Leucaena* y pasto *Setaria*, se obtuvieron ganancias entre 310 a 430 kg de peso vivo ha⁻¹ (Jones and Jones 1984).

7.12 Aportación del follaje y tubérculo camote morado (*Ipomoea batatas lam*) al ensilaje

Las cualidades del follaje y tubérculo camote morado (*Ipomoea batatas lam*) para elaborar microsilos son las siguientes:

7.12.1 Tubérculo de camote

En promedio la raíz del camote tiene entre 20 y 30% de materia seca en los casos más bajos puede llegar a 13 a 15% y en los más altos al 40% (Martí 1998) Esta materia seca está compuesta por un alto contenido de almidón principalmente amilopectina (60 a 70%) que es fácilmente digestible por todas las especies apreciable contenido de azúcares (7.5%) principalmente sacarosa hemicelulosas (5%) y lignina (2% LAD) además contiene 3.6% de fibra bruta (FB) fibra neutro detergente (FDN) y fibra ácido detergente (FAD) respectivamente bajo contenido de grasa (< 1%) de modo que dietas en estos alimentos pueden presentar deficiencias en ácido linoleico (FEDNA, 2003), además contiene Ca (0.11%) P (0.14%) Mg (0.05%) K (0.65%) y hierro (35mg/kg) Este tubérculo contiene proteína y aminoácidos esenciales, tiene un inhibidor de tripsina que resulta parcialmente inactiva de cuando se deshidrata a alta temperatura pero no cuando se deseca al sol (FEDNA 2003). El contenido de proteína cruda del tubérculo es de 8 a 9%, dependiendo de la variedad mientras que Gómez y Fernández (2002) indican un contenido de 4.9% y Sánchez (1996) de 3 a 8% base seca. Diferentes autores citados por Sulbarán *et al* (s f) indican que el tubérculo de camote posee altos valores de energía

digestible ($3,300 \text{ kcal kg}^{-1}$) producto de su elevado contenido de almidones González (1994) ha indicado valores entre 3,844 y 4,075Kcal de energía brutakg⁻¹ MS pero otros estudios citan valores entre 3,160 y3,220 kcal de energía bruta kg de MS equivalente a 90 96% de lo aportado por la yuca y el sorgo respectivamente FEDNA (2003) presenta un valor de 2,660Kcal de energía metabolizable/kg MS.

7.12.2 Follaje de camote

El follaje de camote es equivalente a un pasto de buena calidad con un12% de proteína cruda 65% de digestibilidad y muy buena aceptación por el ganado Este esto en proteína azucares y vitaminas pero es relativamente alto en fibra y tiene un bajo contenido de materia seca lo que se explica por qué la introducción del mismo en las dietas reduce frecuentemente la ingesta de materia seca y debido a su alto contenido proteico puede usarse para reemplazar parcialmente otras fuentes de proteína (González y Tepper (s f)) Su contenido de materia seca puede vanar entre 10 y 20% (Vásquez *etal*/2004) con valores entre 12 y 17% de proteína cruda menos de 18% de fibra cruda y una digestibilidad de la materia seca superior al 70% (Ffoulkes*el al* y Ruiz *et al* citados por Ruiz *et al* 1981) Otras investigaciones con diferentes variedades y clones de camote indican que el follaje contiene en promedio 116 de proteína cruda 2 2% de grasa 22 5% de fibra cruda y 12 7% de ceniza base seca (Gómez y Fernández 2002) Se ha indicado que el contenido de proteína cruda del follaje puede llegar hasta 17% de proteína cruda dependiendo de la

variedad. El follaje de camote posee una baja densidad energética aproximadamente 1964 kcal de energía digestible/kg MS con un nivel de 24.5 a 32.8 % de FON y 136 a 266 % de FAD (González 1994).

7.13 Aportación del follaje de maíz (*Zea mays*) al ensilaje

El maíz es importante como forraje para ensilar por su productividad, riqueza en energía, facilidad de recolección, conservación y utilización de los animales. Para que el ensilado de maíz sea rico en energía, es necesario recolectarlo en un adecuado estado de desarrollo del grano, ya que la mitad de la materia seca de la planta procede de este, que a su vez es dos veces más rico en energía que el tallo y las hojas. Aunque es pobre en materias primas nitrogenadas y en algunos minerales (Cañete y Sancha, 1998).

La calidad del ensilaje de maíz está relacionada con la concentración y digestibilidad de la pared celular de la planta (principalmente del tallo, por su gran aporte a la biomasa total) y también con el contenido de grano al momento de ensilar (DALLA et al, 2002). SWIFT (2004) señala que si bien el ensilaje de maíz proporciona una aceptable fuente de energía, proteínas y minerales para rumiantes, su valor nutritivo está determinado por el híbrido, las condiciones climáticas, la madurez a la cosecha y el método de conservación. La calidad nutritiva del ensilaje de maíz mejora a medida que aumenta su contenido de grano, según ROMERO (2004) hasta que éste llega a un 30% de la MS total,

posteriormente una mayor lignificación del tallo reduce el beneficio de un mayor contenido de grano.

VIII PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1 Maquinaria y material vegetativo

La preparación previa a la cosecha de los forrajes se contempló un buen control de las condiciones tanto del material vegetativo como la maquinaria que se utilizó durante el picado y llenado de las bolsas. La picadora se verificó que las cuchillas estuvieran afiladas para mejorar el corte del forraje, el lugar donde se realizó la homogenización de las mezclas se verificó estuviera limpio, en cimiento de concreto, durante el proceso de homogenización y embolsado el forraje se inspeccionó con el objetivo de la detección de mohos o forraje en proceso de pudrición.

8.2 Cultivos requeridos para la elaboración de micro silos

- Follaje de yuca (*Manihot esculenta*).
- Bejuco de camote morado (*Ipomoea batatas Lam*).
- Tubérculo de camote (*Ipomoea batatas Lam*).
- Follaje de maíz (*Zea mays*).
- Follaje de leucaena (*Leucaena leucocephala cv. Cunningham*).

8.2.1 Follaje de leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. *cunningham*)

El forraje de Leucaena utilizado para la elaboración de micro silos se tomó de una plantación localizada en ITZM, que tenía 150 días de establecida. El forraje verde fue cortado manualmente y picado se en una maquina estacionaria en trozos de 3 cm.

8.2.2 Bejuco y follaje de camote morado (*Ipomoea batatas* lam)

El forraje de bejuco de camote morado (*Ipomoea batatas* lam) utilizado para la elaboración de micro silos se tomó de una plantación localizada en ITZM, el área utilizada de siembra fue 2,250 m². El proceso de cosechado de tubérculos y follaje, se realizó en periodo de 150 días, cuando el follaje de la planta se encontraba en un tono verde pálido para evitar que las raíces presente anormalidades. Primeramente se cortó el vejuco de manera manual con la utilización de machetes y se depositara en bolsas de nylon, se realizara un control de peso por bolsa, posteriormente incorporarlo al proceso de picado. El tubérculo de camote se cosechó de forma manual utilizando azadones para escavar el suelo y extraer la batata.

8.2.3 Follaje de yuca (Manihot esculenta)

El establecimiento de la yuca se realizó a través de semilla vegetativa con estacas de aproximadamente 15 cm, que se colocaron horizontalmente a una profundidad de 56 cm, preferentemente al comienzo de la estación de lluvias. La densidad de siembra para producción de tubérculo fue de diez mil plantas por hectárea. La recolección del follaje para la elaboración de microsilos se realizó en un periodo de 150 días..

8.2.4 Follaje de maíz

El follaje de maíz se adquirió en el poblado de morocoy en una parcela de una ha con una densidad de siembra de 30,000 plantas ha⁻¹ a una edad promedio de 85 días. Se cortó la planta completa en producción de elote en estado lechoso, cortándose manualmente y se trasladó en camioneta al Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

8.3 Pre-tratamiento

Después del corte de los distintos follajes y del tubérculo se procedió a realizar las siguientes actividades previas a la elaboración de micro silos: Marchitado, picado y mezclado de los follajes

8.3.1 Marchitado

Este proceso tuvo una duración de 24 horas con la finalidad de disminuir el contenido de humedad, de manera que de acuerdo a las mezclas que se realizaron, se depositó en un piso de concreto expuesto al sol y al aire.

8.3.2 Picado

Para lograr una mejor compactación y homogenización de los microsilos, se procedió a picar los forrajes que se utilizaron, con una máquina a gasolina de 2 HP obteniéndose un tamaño de partícula de 3 cm aproximadamente para el caso del follaje de leucaena, de maíz, de yuca y bejuco de camote. El tubérculo de camote se procedió a limpiarlo y picarlo con machete de manera manual en rodajas de aproximadamente 2 cm de grosor.

8.3.3 Mezclado

Para realizar los microsilos se llevó un control de las cantidades a incluir de forraje y tubérculo de camote como fuente de carbohidratos solubles por cada tratamiento. Una vez adicionado las cantidades de forraje requeridas, se procedió a homogenizar manualmente por medio de bieldos mezclando uniformemente todos los ingredientes en las mezclas.

8.3.4 Elaboración de microsilos

Realizadas las mezclas se procedió a ensilar las mezclas la cual se realizó con una ensiladora fabricada en acero galvanizado y terminación en pintura de intemperie, estructura en acero galvanizado de 8". Adaptador para arrastre con tractor o vehículo automotor. Sinfín de compresión de 1.5 m a 40 kg/m³. Operación con toma de fuerza de tractos y motor a diésel de 9 HP a 1800 RPM. Rotación de la toma de fuerza de 540 RPM, potencia mínima necesaria de 50 HP.

8.3.5 Mezclas realizadas en los microsilos

Se definieron las mezclas de los diferentes forrajes de acuerdo a tratamientos que se establecieron y la cantidad de kilogramos de cada follaje que se utilizó para cada microsilo de 40 kg en los diferentes tratamientos se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Mezclas de forraje realizados en los diferentes tratamientos en la elaboración de microsilos.

TRATAMIENTO	FORRAJE MAÍZ	FORRAJE LEUCAENA	TUBERCULO CAMOTE	FOLLAJE CAMOTE	FOLLAJE YUCA
T1	28	4	4	0	4
T2	18	4	4	10	4
T3	10	4	4	18	4
T4	6	4	4	22	4
T5	0	4	4	28	4

Con los tratamientos definidos se procedió a la elaboración de los microsilos la cual se realizó el día 3 de noviembre del 2014 en el INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA ZONA MAYA a cargo de los alumnos Cristóbal Landaverde Monrroy y Marco Antonio Acosta Carrillo, asesorados por el M en C. Jaime Durango Sosa Madariaga

IX RESULTADOS

9.1 Fecha de poda y colecta de follaje

Con la finalidad de obtener un mayor rendimiento en la producción de follaje y tubérculo de camote, se realizó la cosecha a los 150 días de estado vegetativo, que es cuando la planta de camote morado posee un mayor rendimiento de materia seca y de nutrientes por su estado de madurez. Para el caso de la *Leucaena leucocephala* y del follaje de yuca, la edad de poda fue de 150 días, incluyendo hojas y tallos en las mezclas de los diferentes tratamientos (Figura xxx). Para el forraje de maíz se consideró un estado vegetativo de 83 días, que es cuando la planta se encuentra en producción de elote, la hoja y tallo se encuentran tiernos, lo que asegura una buena fermentación en los microsilos debido a los carbohidratos solubles que posee.

El follaje de camote morado, maíz *leucaena leucocephala* y yuca, así como el tubérculo de camote se obtuvo de los cultivos realizados en el área pecuaria del ITZM. Para el caso de forraje de maíz este tuvo que ser trasladado desde el poblado de morocoy, Municipio de Othón P. Blanco.

Después del corte de los distintos follajes y del tubérculo se realizaron actividades previas a la elaboración de microsilos como son el marchitado. Este consistió en un proceso de secado o pérdida de humedad al sol

o aire libre, durante un período de 24 horas con la finalidad de que el follaje posea menor cantidad de humedad y este entre un 30% de MS. la poda y recolecta del bejuco de camote se realizo de forma manual con machete como ilustra la figura 1



Figura1. Poda y recolecta del bejuco de camote morado.

9.2 Picado del follaje y tubérculo

Para una mejor compactación de los silos y para promover una mejor fermentación y disminución de PH, se trituraron los follaje en partículas de aproximadamente 3 cm. Para el caso del tubérculo de camote morado, se pico manualmente con machete en partículas tipo rodaja de 3 cm de ancho. Como se observa en la figura 2.



Figura 2. Picado del tubérculo y follaje de camote morado previo a la mezcla

9.3 Picado del follaje de maíz.

El picado del maíz se realizó con una picadora tipo INGAR con doble entra, un motor a gasolina de la marca Thunder con una fuerza de 16 Hp, con una capacidad de picado de 450 kg por hora de forraje seco, 1500 kg por hora de forraje en base húmedo y 420 kilogramos por hora para moler grano, cuenta con dos cribas con un grosor de $1/8$ y $3/4$ de pulgadas de grosor. Que tritura el forraje con un grosor de 3 cm. Como se observa en la figura 3



Figura 3. Picado del follaje de maíz previo a la mezcla

9.4 Picado del follaje de yuca

El picado del follaje de yuca se realizó con una picadora tipo INGAR con doble entra, un motor a gasolina de la marca Thunder con una fuerza de 16 Hp, con una capacidad de picado de 450 kg por hora de forraje seco, 1500 kg por hora de forraje en base húmedo y 420 kilogramos por hora para moler grano, cuenta con dos cribas con un grosor de $1/8$ y $3/4$ de pulgadas de grosor. Que tritura el forraje con un grosor de 3 cm. en la figura 4 se observa el follaje de yuca.



Figura 4. Follaje de yuca previo al picado

9.5 Follaje de leucaena

El picado del follaje de leucaena se realizó con una picadora tipo INGAR con doble entra, un motor a gasolina de la marca Thunder con una fuerza de 16 Hp, con una capacidad de picado de 450 kg por hora de forraje seco, 1500 kg por hora de forraje en base húmedo y 420 kilogramos por hora para moler grano, cuenta con dos cribas con un grosor de $1/8$ y $3/4$ de pulgadas de grosor. Que tritura el forraje con un grosor de 3 cm .en la figura 4 se observa el follaje de leucaena como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Follaje de leucaena previo al picado.

9.6 Pesaje de los follajes

De acuerdo al cuadro 1 se realizó el pesaje de los diferentes follajes. Para ello se realizó un cálculo de la cantidad total que se iba a requerir de cada follaje y del tubérculo de camote, para la elaboración de 14 microsilos por cada uno de los tratamientos. Considerando que cada microsilo tiene un peso de 40 kg en base húmeda, en el cuadro 2 se presenta las cantidades que se mezclaron para cada follaje en cada uno de los tratamientos como se muestra en figura 6.



Figura 6. Pesaje del follaje picado para ser integrado a las mezclas por cada tratamiento en la elaboración de microsilos

Cuadro 1. Mezclas de forraje total realizados en los diferentes tratamientos en la elaboración de microsilos.

Sustratos	Forraje Maíz	Follaje Yuca	Tubérculo de camote	follaje camote	Follaje de leucaena
T1	392 kg	56 kg	56 kg	0 kg	56 kg
T2	252 kg	56 kg	56 kg	140 kg	56 kg
T3	140 kg	56 kg	56 kg	252 kg	56 kg
T4	84 kg	56 kg	56 kg	308 kg	56 kg
T5	0 kg	56 kg	56 kg	392 kg	56 kg

9.7 Homogenización y mezclado de follaje

Una vez distribuidas las cantidades de follaje y tubérculo a mezclar, se realizó de manera manual con bieldos la homogenización de las mezclas de los diferentes tratamientos como muestra la figura 7.



Figura 7. Mezcla y homogenización de los diferentes follajes y tubérculo de camote para elaborar los microsilos

9.8 Compactación y embolsado

Para poder realizar los microsilos, se utilizaron bolsas especiales de color negro de polietileno de calibre 7 a 8 mm de grosor con capacidad de 50 kg. Estas bolsas fueron colocadas en una ensiladora vertical previamente graduada, para una capacidad de ensilaje de 40 kg. Para obtener pesos uniformes en cada microsilo, se pesó individualmente ajustándose a 40 kg de peso por cada microsilo como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Ensiladora con bolsa colocada de forma vertical para su llenado graduada a 40 kg para compactar los microsilos.

9.9 Sellado e identificación de los microsilos

Para evitar la entrada de aire a los microsilos, se realizó un sellado hermético con cinta canela y asegurada con un amarre con rafia. La identificación de los microsilos se realizó con una etiqueta que se describía en número de tratamiento y la fecha de realización de los microsilos como muestra la figura 9.



Figura 9. Sellado e identificación de los microsilos.

9.10 Traslado y almacenaje de los microsilos

Para evitar el daño por perforación por ratas, pájaros y hormigas para prevenir la entrada de aire a los microsilos, que pudieran ocasionar fermentaciones no deseables que pudieran ocasionar pudrición, se trasladaron los microsilos a un almacén hermético localizado en el taller de la tecnología y el mueble.

X CONCLUSIONES

- Se realizaron microsilos con diferentes mezclas de follaje *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas* Lam) follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) en Quintana Roo
- Se puede dar uso al follaje *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas* Lam) follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) para solucionar el problema de alimentación en rumiantes durante la época de sequía.
- La producción de microsilos se puede realizar a un bajo costo que puede mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción de rumiantes, debido a su contenido nutricional estos microsilos puede sustituir a los alimentos convencionales como concentrados fuente proteína.

XI RECOMENDACIONES

- La utilización de estos microsilos con follaje de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, bejuco y tubérculo de camote morado (*Ipomoea batatas* Lam) follaje de yuca (*Manihot esculenta*) y forraje de maíz (*Zea mays*) se recomienda su utilización para ganado de doble propósito, debido a su contenido de proteína y a su digestibilidad.
- Durante la elaboración de los microsilos y en su traslado deberá de tenerse cuidado y evitar el manejo brusco e inadecuado, que pudiera perforar o romper las bolsas.
- Se recomienda dar un tiempo de maduración del silo, de un mínimo de 30 días con la finalidad de que se lleven a cabo los procesos aerobios y anaerobios de fermentación de los microsilos.
- Es necesario realizar un diagnóstico de calidad de los microsilos al momento de utilizarlos, para evitar suministrar un ensilaje en estado de pudrición, que pudiera causar problemas digestivos en los rumiantes.

XI BIBLIOGRAFIA

- Aello, M.S., Di Marco, O.N., Parodi, G.M. y Gutiérrez, L.M. 2008. "Corte de dos híbridos de maíz a alturas de 15 ó 50 cm en el rendimiento del ensilaje y del rastrojo dejado por el corte alto" http://www.alpa.org.ve/ojs/index.php/ojs_files/article/viewFile/596/517
- Alaniz Villanueva, O. 2008. Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Regional Durango. Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental, p. 1-35.
- Argamentería G. A., B. De la Roza, A. Martínez, L. Sánchez Y A. Martínez. 1997. El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), p. 1-127.
- Ashbell G. Y Z.G. Weinberg. 2001. Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos. Estudio FAO producción y protección vegetal 161, p. 111-119.
- Ashbell G., Z. G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen Y B. Horev. 1990. A simple system to study the aerobic determination of silages. Technical Notes, Canadian Agricultural Engineering, Winnipeg, p.391-393.
- Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. J Dairy Sci 1992; 75:3066-3083.
- Buitrago, A. 1990. La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 450 p.
- Cañete M. V. Y J.L. Sacha. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260.
- Cañete M. V. Y J.L. Sacha. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260.
- Dalla, D., Ferrero, J., Gutierrez, L. y Viviani, E. 2002. El maíz como cultivo forrajero. (On line). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.

<http://www.inta.gov.ar/valleinferior/info/documentos/animal/forrajero.pdf>
(10 Agos. 2008)

De la Roza B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra), p. 1-20.

FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (red) C de Blas G G Mateos y P Ge Rebollar (eds) Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal Madrid España

Gallardo M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, aapresid.org.ar. EEA INTA Rafaela-Santa fe, p. 51-61.

Gallardo M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, aapresid.org.ar. EEA INTA Rafaela-Santa fe, p. 51-61.

Gómez C Fernández M. 2002. Producción y valor nutricional de follaje y raíces de camote para la alimentación de rumiantes Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM Lima Peru Consultado el 10 de febrero de 2009 En línea <http://www.son.rifo.ve/poranos/eventos/peru/carlosa.htm>.

González C Tepper R. 2009. Resultados sobre el uso del camote (*Ipomoea batatas L*) en alimentación animal y procesamiento industrial en Venezuela Consultado el 6 de julio de 2009 En línea <http://hoavoumanmfo.ve/poranos/eventos/peru/carlosatepper.htm>

Jobim C. C., L. Nussio, R. Reis Y P. Schmidt. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. Revista brasileira de zootecnia, v. 36, suplemento especial, p. 101-119.

Mahecha L, Gallego LA. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Rev Col CiencPec 2002; 15:213-225.

Mannetje. L. 2001. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos En. Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el trópico, FAO. Roma, IT.

Romero, L. 2004. Silaje de maíz. (On line). Guillermo Bavera. http://produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_ensilajes/05-silaje_maiz.htm (10 Agos. 2008)

Ruiz M Lozano E Ruiz A. 1981. Utilization of sweet potatoes (*Ipomoea batata* (L) Lam) in animal feeding III Addition of various levels of roots and urea

- Sulbarán L, González C, Araque H, Vecchionacce H, Vilona F, Quijada J. (s f) Materias primas y arreglos alimenticios en dietas para cerdos en laproducción alternativa
- Swift, M. 2004. Fibre and Energy in Corn Silage. In: Bittman, S. y Kowalenko, C. (eds). Advanced Silage Corn Management. Pacific Field Corn Association, British Columbia, Canadá. pp: 125 – 126
- Van Olphen, P., Dalla Valle, D., Ferrero, J., Gutiérrez, L.M., VivianiRossi, E.; 2004. “Maíz: contenido de granos y calidad del silaje” http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/147-maiz.pdf .
- Vieira Da Cunha M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutotando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.
- Viera Da Cunha M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutotando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.(Nickals, 1997).
- Weiss B. When to consider silage additives.Tri-state dairy nutrition conference.OhioStateUniversity.Department of Animal Science. 1996. p.125-135.