



# MARANGO

*(Moringa oleifera)*

UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE DE ALIMENTACIÓN ANIMAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



## Proyecto MARANGO (PROMARANGO)

Managua, Nicaragua - Agosto 2017

Bryan Mendieta-Araica Phd & Nadir Reyes-Sánchez Phd



# INDICE

1. Introducción .....	1
2. Uso de follaje o biomasa fresca de Marango.....	6
2.1 Uso de follaje o biomasa fresca de Marango en alimentación de vacas lecheras, terneros y novillos.....	8
2.2 Uso de biomasa o follaje fresco en la alimentación de ovejas.....	10
2.3 Uso de follaje o biomasa fresca de Marango en la alimentación de cerdos.....	11
2.4 Alimentación de conejos y cobayos con follaje fresco de Marango.....	12
3. Uso de ensilaje de Marango en la alimentación animal.....	14
3.1 Efecto del uso de ensilaje de Marango en la alimentación de vacas lecheras.....	20
3.2 Uso de ensilaje de Marango en la alimentación de cerdos de engorde y ovejas.....	21
4. Producción de Harina de hojas de Marango.....	21
5. Producción de FES Moringa.....	27
6. Bloques multi nutricionales de Marango.....	30
7. Bibliografía.....	38



## 1. Introducción

Con frecuencia se piensa que las estrategias de alimentación de época seca son sólo para mantener la productividad durante dicho período; sin embargo, estas alternativas también pueden ser una opción muy valiosa para evitar la degradación de pasturas, ya que puede prevenir que se produzca sobrepastoreo en una de las etapas más críticas de las pasturas y mejor aún si esta se extiende al menos un mes después de iniciado el período de lluvias, pues es en esta última etapa, cuando los pastos crecen usando sus reservas orgánicas, y una defoliación intensa y frecuente puede llevar al agotamiento de las reservas en las especies más palatables. Además, al tratarse de un forraje muy tierno, a menudo se presentan diarreas en los animales que lo consumen.

Otro momento en que puede ayudar el uso de estas estrategias de alimentación de época seca es en los períodos con lluvias muy fuertes, cuando los animales no sólo pastorean poco, sino que provocan más daño físico a los pastos, además de los riesgos de accidentes en terrenos con pendiente. Bajo las condiciones descritas y más aún en las difíciles circunstancias que el ganadero enfrenta por los efectos del cambio climático, el uso de otras fuentes forrajeras para asegurar no solo la productividad sino la sobrevivencia de su ganado se vuelve vital.

En este caso nos ocuparemos de mostrar como el Marango puede responder a esas necesidades El árbol de *Moringa oleifera* Lam., conocido de manera coloquial en Nicaragua como Marango; es miembro de la familia Moringaceae que crece en el trópico y con origen en el sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. Es un árbol de tamaño pequeño y crecimiento acelerado, que usualmente alcanza de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos tenemos láminas foliares ovaladas de 200 mm<sup>2</sup> de área foliar organizadas frontalmente entre ellas en grupos de 5 a 6. Las hojas compuestas son alternas tripinadas con una longitud total de 30 a 70 cm.

Flores bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas. Frutos (comúnmente llamados vainas) en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 cm de longitud. Contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas por año. El árbol de Marango (*Moringa oleifera*), posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos (botánicamente denominados silicuas o psidium) y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta puede contener hasta un 60% de proteína.

Este árbol puede prosperar en climas tropicales y subtropicales y puede crecer en una amplia gama de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos bien drenados y francos; aunque ha sido reportado como tolerante a la sequía, períodos prolongados de escasez de agua dan como resultado una pérdida de sus hojas. (Ver Figura 1.)



**Figura 1. Árbol de Marango en pleno desarrollo.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

El Marango o Moringa se valora principalmente por ser rico en proteínas, minerales, beta-caroteno, tiamina, riboflavina y otras vitaminas, particularmente las vitaminas A y C. Se permite utilizar toda la planta, sus silicuas o vainas tiernas son comestibles y tienen un gusto muy similar al espárrago. Las hojas tiernas tienen sabor a berro, y se comen junto con las flores ya sea cocidas o crudas. Las semillas se utilizan para la extracción de aceite o como coagulante para clarificar el agua.

Aunque el Marango ha sido reportado como una fuente invaluable para la alimentación humana, el potencial de su uso en la alimentación animal aún no ha sido aprovechado al máximo, es por eso que recientemente se vienen desarrollando una gran cantidad de trabajos en diferentes especies animales para evaluar su comportamiento y rendimiento.

En el cuadro abajo inserto puede apreciarse la rica composición química que tienen las hojas frescas y la harina de hojas de Marango.

**Tabla 1. Composición química de hojas frescas, harina de hojas y ensilaje de Marango**

Componente	Hojas frescas %	Harina de hojas %	Ensilaje %
<b>Materia Seca</b>	19.3	93.7	26.7
<b>Proteína</b>	24.1	27.4	22.6
<b>Fibra Neutro Detergente</b>	45.3	-	43.5
<b>Fibra Ácido Detergente</b>	29.9	-	29.1
<b>Lignina</b>	10.3		9.9
<b>Cenizas</b>	9.3	11.4	11.6
<b>Total de Azúcares</b>	1.1	3.9	-
<b>Energía metabolizable MJ kg<sup>-1</sup> MS</b>	10.9	29.8	10.8
<b>Calcio</b>	1.4	1.4	-
<b>Magnesio</b>	0.3	0.7	-
<b>Potasio</b>	0.3	1.2	-
<b>Sodio</b>	0.02	0.07	-
<b>Hierro</b>	0.03	0.05	-
<b>Zinc</b>	0.002	0.001	-
<b>Fósforo</b>	0.6	2.5	-

**Fuente: Mendieta et al. 2011; Yaméogo et al. 2011.**

Los valores presentados en la tabla 1 nos muestran la rica composición química de las hojas, sin embargo, este es un árbol tan útil, que sus diferentes partes pueden ser aprovechadas de diferentes maneras, ya sea usándolas frescas o como ingrediente de otros alimentos, tal como puede apreciarse en la tabla 2, donde se muestran los contenidos nutricionales de diferentes partes del árbol.

**Tabla 2. Composición química de las partes comestibles de Marango**

Parte anatómica	Proteína %	Cenizas %	Lípidos %	Fibra dietética %	Carbohidratos no estructurales %
<b>Hoja</b>	22.4	14.6	4.9	30.9	27.1
<b>Vaina tierna</b>	19.3	7.6	1.3	46.8	24.9
<b>Flores</b>	18.9	9.7	2.9	32.4	36.1

**Fuente: Sánchez-Machado *et al.* 2010.**

Así mismo, Marango en sus diferentes partes, sean estas vainas, flores o semillas, tiene múltiples usos medicinales, tradicionalmente se acostumbra utilizar las flores en infusiones y tés para ayudar a curar enfermedades respiratorias.



**Figura 2. Diferentes partes del árbol de Marango, vainas, flores y semillas usadas en medicina tradicional.**

Las hojas de Moringa por su indudable valor nutricional, son una fuente importante para garantizar seguridad alimentaria ya que puede ser consumida por los niños, adultos, mujeres embarazadas y ancianos; con una adecuada dosis no representa riesgo para la salud. Al mantener su follaje verde, las hojas pueden ser consumidas como verduras frescas durante todo el año. Puede incluso ser usado como una fuente alternativa de alimento animal, lo que permite, en períodos con pocas precipitaciones disminuir los costos para la elaboración de raciones de alimenticias para el ganado bovino, ovino y porcino principalmente, aunque su contenido de aminoácidos lo hace muy atractivo para ser usado como parte de las dietas de todas las especies.

**Tabla 3. Contenido de aminoácidos (miligramos por gramo en base seca de las partes comestibles de Marango**

<b>Aminoácidos</b>	<b>Hojas</b>	<b>Vainas tiernas</b>	<b>Flores</b>
<b>Ácido Aspártico</b>	15.8	7.4	12.3
<b>Glutamina</b>	17.1	14.6	17.0
<b>Serina</b>	9.4	7.5	7.5
<b>Histidina</b>	7.0	2.0	3.1
<b>Glicina</b>	10.3	4.3	6.5
<b>Treonina</b>	7.9	3.3	5.4
<b>Alanina</b>	12.5	4.2	8.1
<b>Prolina</b>	12.4	4.0	6.6
<b>Tirosina</b>	4.8	0.4	0.4
<b>Arginina</b>	12.2	0.9	20.1
<b>Valina</b>	11.3	4.3	6.4
<b>Metionina</b>	1.4	0.9	1.0
<b>Isoleucina</b>	8.9	3.1	5.2
<b>Leucina</b>	17.5	5.6	8.7
<b>Fenilalanina</b>	8.9	2.3	3.8
<b>Lisina</b>	15.3	2.5	4.6
<b>Total</b>	172.7	74.5	116.7
<b>Esenciales</b>	83	24.4	38.6

**Fuente: Sánchez-Machado et al. 2010**

Es una planta noble, se desarrolla muy bien en sitios donde otros cultivos no se adaptan con facilidad o se obtienen los rendimientos por debajo de lo ideal, adicionalmente en estas zonas habitan poblaciones con menor capacidad adquisitiva para la compra de alimentos y la dieta es pobre en cantidad y calidad de micro y macro nutrientes, Marango representa una alternativa viable sobre todo porque está puede ser cultivada como un arbusto en los patios o parcelas pequeñas de las familias nicaragüenses.

El Marango puede ser usado en una amplia variedad de especies animales, pero, además, puede ser usado fresco, ensilado o desecado, como forraje único o como parte de una dieta más compleja.

## 2. Uso de follaje o biomasa fresca de Marango

Con muy pocas excepciones, los componentes individuales que definen la calidad del Marango (composición química, digestibilidad y otros) presentan valores lo suficientemente adecuados para cubrir todos los requerimientos de los animales; sin embargo, la mejor expresión del valor nutritivo de un forraje consiste en un elevado desempeño productivo de los animales que lo ingieren, así como una alta calidad de los productos obtenidos. A continuación, se discuten algunas experiencias realizadas en Nicaragua en general y en la Universidad Nacional Agraria en particular a través de PROMARANGO, los cuales reflejan la calidad del mismo.

La forma más fácil de usar el Marango consiste en su uso como forraje fresco, el mismo no es más que la combinación de hojas, tallos y pecíolos suaves y verdes; una de las principales ventajas del uso de follaje o biomasa fresca de Marango es que está disponible durante la época seca y dependiendo de su manejo agronómico, plantaciones puras de esta planta pueden ser sometidas a corte cada 45 días.

Por otro lado, si se usa el forraje proveniente de árboles de Marango dispersos en potreros o en cercas vivas tenemos la posibilidad de usar dicho material en el sitio donde se encuentren y evitar el corte y acarreo.



**Figura 3. Plantaciones puras de Marango destinadas a la producción de follaje o biomasa fresca.(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

La producción de biomasa o follaje frescos de Marango dependerá de la densidad, altura de corte y manejo que se le dé a la plantación de donde se obtenga el material, se ha demostrado una correlación positiva entre la densidad y el rendimiento, sin embargo, no hay un efecto claro de la fertilización sobre la composición nutricional del material obtenido.

Muchas densidades se han probado, desde plantaciones de un millón de plantas por hectárea con rendimientos de hasta 97 toneladas de Materia Seca por hectárea, hasta densidades menores de 750,000, 500, 000 o 170,00 plantas por hectárea, en esta última la producción puede llegar a 25 toneladas de Materia Seca por hectárea. La densidad que se decida seleccionar estará en dependencia de los recursos con que cuente el productor en términos de área, mano de obra y financiamiento para compra de insumos tales como fertilizantes y agroquímicos.

Cuando el follaje o biomasa va a ser destinado a la producción animal, existen otros factores a tomar en cuenta, tales como la altura y la frecuencia de corte; la altura estará en dependencia de las condiciones físicas que tenga el productor para trabajar el cultivo, mientras que muchos productores manejan pequeñas áreas de forma extensiva, la altura de corte puede estar entre un metro y metro y medio sobre el nivel del suelo, sin embargo, es importante hacer notar que este factor influye en la cantidad de material a cosechar, cuanto más alto se corte, menos material se obtendrá, los resultados de PROMARANGO muestran que la altura óptima de corte es de 45 cm sobre el nivel del suelo. Por otro lado, se han probado diferentes frecuencias de corte, 15, 30, 45, 60 y 75 días entre corte y corte y se determinó que cuando se hace corte con una frecuencia de 45 días se obtiene una biomasa con la mejor calidad nutricional.



**Figura 4. Diferentes alturas de corte de Marango en dependencia de la densidad de siembra e intensidad de laboreo.**

La biomasa o follaje fresco de Marango ha sido usado exitosamente en alimentación de diferentes especies animales tales como: vacas lactantes, terneros, cerdos en crecimiento y engorde, ovejas, conejos y cobayos.

## 2.1 Uso de follaje o biomasa fresca de Marango en alimentación de vacas lecheras y terneros.

En vacas lactantes se han usado diferentes niveles de inclusión y su uso dependerá del nivel de intensificación de la lechería, cuando se usa follaje fresco, el mismo debe ser usado al menos doce horas antes del ordeño, de lo contrario, algunos polifenoles aromáticos presentes en las hojas de Marango, transferirán su olor a la leche, brindándole a esta un ligero olor a hierba, que puede ser causa de rechazo por algunos consumidores.

De forma práctica se recomienda usar el follaje fresco de Marango como un complemento a la dieta y no como alimento único, en casos de lechería con un solo ordeño matutino, se pueden suministrar hasta 15 kilos de forraje fresco por vaca en la tarde del día anterior al ordeño. De ser posible, se recomienda hacer un picado de hasta 2.5 cm de longitud de partícula ya que esto coadyuva a la asimilación del alimento y mejora la digestibilidad del mismo, sin embargo, de no disponer de picadora, se puede cortar las ramas de Marango más delgadas ( $\leq 5$  mm de diámetro) y ofrecerlas tal cual, a los animales, a como puede apreciarse en la Figura 5.



**Figura 5. Vacas comiendo follaje fresco de Marango, picado y sin picar. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Hay que destacar que el Marango, como cualquier alimento nuevo, debe pasar por un proceso de adaptación para ser aceptado por parte de los animales, en los diferentes trabajos que los autores han realizado, una práctica simple y barata, aunque muy efectiva, ha sido aplicar hasta un litro de melaza de caña de azúcar sobre el follaje o biomasa fresca cuando se le ofrece a los animales, esta cantidad de melaza se reduce día a día, hasta que al cabo de una semana, ya no se hace necesaria su aplicación y los animales consumen el follaje ofrecido a libre voluntad.

Las plantas de Marango son muy susceptibles al pisoteo, por tal razón el pastoreo en áreas densamente sembradas es desaconsejado, sin embargo, el ramoneo de plantaciones para producción de semillas plenamente establecidas y con especies o categorías animales que puedan consumir los estratos inferiores de plantas, así como las hojas y ramas bajas de las plantas puede ser una buena opción tanto para la alimentación estacional de terneros como para el control de malezas, tal como puede observarse en la Figura 6, donde se introducen terneros menores de un año a plantaciones de Marango con distancia de siembra de 3 m entre árboles y con una edad de establecimiento no menor a un año, los animales permanecen hasta dos días en cada lote, aprovechando ramas bajas, frutos caídos y plantas rastreras, generando a su vez, control de malezas y fertilización orgánica con su estiércol.



**Figura 6. Terneros ramoneando plantaciones adultas de Marango.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

El uso de follaje o biomasa fresca de Marango ha probado ser capaz de sostener producciones de hasta 13 litros de leche por vaca y día.

En dietas para novillos donde se suministran diariamente ocho kilos de Marango fresco más 32 kilos de Taiwán picado y un kilo de concentrado comercial a cada animal, se ha logrado una ganancia media diaria de 777 gramos, casi el doble de los que solo consumen Taiwán más un kilo de concentrado comercial.



**Figura 7. Novillos comiendo mezcla de Taiwán (80%) y Marango fresco (20%).**

## **2.2 Uso de biomasa o follaje fresco en la alimentación de ovejas**



**Figura 8. Ovino caprinos alimentados con follaje fresco de Marango. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Aun cuando Marango es un alimento muy rico en proteína, se ha mencionado ya que es recomendable usarlo solo como suplemento a las dietas que tradicionalmente usa el productor y no pensar en él como en una dieta única. En el caso de ovino caprinos se ha probado una amplia gama de dietas y se ha demostrado que el uso de hasta 2.5 kilos de follaje fresco por animal por día tiene un efecto positivo en la Ganancia Media Diaria de peso de los animales, llegando a registrarse un incremento de hasta 112 gr/día, en comparación con los 30 gr/día que obtienen los mismos animales cuando solo consumen su dieta a base de pastos.

En el caso de ovino caprinos, se recomienda hacer el corte de las ramas por la mañana y ponerlo en comederos elevados; el suministro de follaje debe ser fraccionado al menos en dos veces al día a fin de evitar el rechazo del mismo por parte de los animales por haber perdido la frescura.

### **2.3 Uso de follaje o biomasa fresca de Marango en la alimentación de cerdos.**

El uso de follaje fresco en la alimentación de cerdos de engorde es uno de los primeros trabajos que se realizaron en la Universidad Nacional Agraria en relación a esta planta. Los resultados indican que puede sustituirse hasta el 30% del concentrado comercial en la dieta de cerdos en crecimiento sin afectar negativamente los rendimientos en Ganancia Media Diaria, Peso Vivo Final y Conversión Alimenticia; aunque estos indicadores son un poco menores a los obtenidos en cerdos alimentados con concentrado comercial, el productor se ve compensado por los menores costos de alimentación y por el uso de un alimento que puede producir en la finca, otro aspecto a destacar es el efecto positivo en la calidad de la canal.

Existen experiencias de productores que alimentan a sus cerdos adultos hasta el 50% de la dieta diaria con follaje fresco, obteniendo resultados adecuados a la producción porcina y reducidos costo de producción.



**Figura 9. Alimentación de cerdos adultos con follaje fresco y picado de Marango**

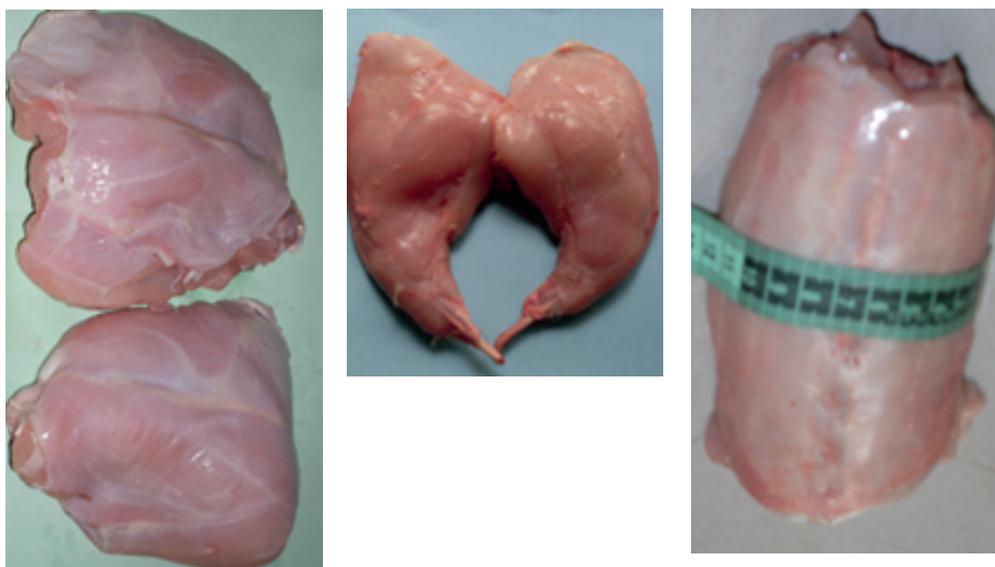
## 2.4 Alimentación de conejos y cobayos con follaje fresco de Marango



**Figura 10. Conejos alimentados con follaje fresco de Marango (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Se ha demostrado que sustituir hasta el 30% del concentrado comercial de la dieta de conejos con follaje fresco de Marango tiene un efecto positivo sobre el peso vivo final de los mismos; los conejos pueden llegar a pesar hasta 2.74 kilos al sacrificio con dietas como la mencionada, este es un detalle a tomar en cuenta si se considera que los alimentados con concentrado comercial llegan a pesar hasta 2.71 kilos y a un mayor costo.

Por otro lado, la canal de los conejos alimentados con Marango se caracteriza por ser muy magra, lo que está en línea con las nuevas tendencias en la alimentación humana saludable.



**Figura 11. Características de la canal de conejos alimentados con follaje fresco de Marango. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Por otro lado, experiencias en la alimentación de cobayos con la biomasa o follaje fresco de Marango indican que puede reducirse hasta en un 37% los costos de producción, sustituyendo un 30% del concentrado comercial por follaje de Marango; los pesos vivo finales de los cobayos aldiferencias significativas entre sí y oscilan entre 0.60 y 0.65 kilos.



**Figura 12. Cobayos alimentados con 30% de la dieta a base de follaje fresco de Marango. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

### 3. Uso de ensilaje de Marango en la alimentación animal.

En los países del trópico, la producción animal se basa principalmente en pasturas dominadas por gramíneas, sin embargo, la producción de biomasa durante la época seca, generalmente no es suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales del ganado. Para mitigar esto, los ensilajes son una de las alternativas alimentarias relativamente simples de producir y que usan el excedente de la producción de forraje de la época lluviosa.

Muchas gramíneas son usadas para la elaboración de ensilajes, tales como Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), Sorgo (*Sorghum bicolor*) o caña de azúcar, entre otros. La composición química de los forrajes tropicales dificulta la producción de ensilaje de alta calidad sin el uso de aditivos; la adición de melaza u otra fuente de carbohidratos solubles es usada ampliamente a fin de promover un bajo pH y una alta proporción de lactato en dichos ensilajes.

En síntesis, la baja calidad de los ensilajes tropicales es frecuentemente causada por el bajo valor nutritivo de los forrajes ensilados. La necesidad de ensilajes con mejor calidad en el trópico conduce a la búsqueda de nuevas soluciones usando especies forrajeras no convencionales. El uso de follaje arbóreo o arbustivo para alimentar al ganado se ha ido incrementando con el tiempo. El follaje de los árboles puede ser usado para obtener ensilajes con mayores cantidades de proteína que los que se obtienen en los ensilajes tradicionales y ofrecen la posibilidad de sustituir concentrados comerciales. Aunque hay muchas especies agroforestales de interés para la alimentación animal, nos centraremos en el uso de Marango por sus múltiples ventajas agronómicas, de distribución espacial en el país y de contenido nutricional de su follaje.

Muchas experiencias han habido usando ensilaje de Marango en la dieta de vacas lecheras, ovejas y cerdos, pero antes de detallarlas debemos analizar el proceso de elaboración del ensilaje. ¿Cómo ocurre el proceso de ensilado? 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.

#### Período I. 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.

## **Período II. 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 en 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 enterobacterias, 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.

Cabe anotar que, 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.

## **Período III. 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.

## Periodo IV. 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 (p.e. roedores, 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 micro-organismos que crecen bien en presencia de oxígeno (p.e. 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.



**Figura 13. Daños por hongos en ensilaje de Marango y Pasto Guinea. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

## ¿Cuáles son las características de un ensilaje de buena calidad?

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 ó menos.
- Una temperatura de 30 a 40oC (medida a 50 cm de profundidad).
- 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 cafés 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.



**Figura 14. Aspecto y color de un ensilaje de Marango de buena calidad. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Existe una gran diversidad de silos que pueden usarse para el almacenamiento de forrajes. Entre los diferentes tipos, en primer lugar, se podría diferenciar entre silos permanentes y temporales y luego, por la ubicación del silo: por debajo de la tierra, encima de la tierra o en recipientes. Además, para su hechura se puede hacer uso de una gran variedad de materiales.

En esta guía describiremos los tipos de silos más comunes en nuestro país entre los pequeños y medianos productores ganaderos. Además de los tipos de silo descritos en este documento, existen otros muy usados en el mundo, por ejemplo, el silo torre propio de las explotaciones ganaderas grandes, sobre todo en climas templados. Sin embargo, por su alto costo y la necesidad de contar con equipo especializado para su llenado, casi no es utilizado en nuestro país.

#### Silos temporales

Cuando un productor va a hacer un silo por primera vez, cuando los recursos disponibles en la finca son limitados o cuando la cantidad de forraje a ensilar es pequeña, es recomendable usar algún tipo de silo temporal. Por otra parte, aun cuando un productor sepa cómo preparar el ensilaje, no se recomienda invertir mucho dinero en una infraestructura permanente, mientras no se decide que esta será una práctica rutinaria todos los años.

Entre los tipos de silos temporales se encuentran:

- El silo en bolsa plástica o barril
- El silo cincho o silo de molde
- El silo de montón
- Los silos que se hacen aprovechando temporalmente alguna infraestructura presente en la finca, como bodegas o partes del corral

Por ser los más comunes entre pequeños y medianos productores, en esta guía haremos mención detallada de los silos de bolsa plástica y de barril. Los silos en bolsas plásticas de calibre 6 a 8, normalmente sirven para conservar entre 30 y 50 kg de forraje.

La compactación generalmente se realiza por pisoteo, durante el cual se debe tener bastante cuidado, pues las bolsas se dañan con facilidad. Una alternativa para disminuir el riesgo de dañar la bolsa, es usar dentro de la bolsa, un saco de fibra de polipropileno, como la que se usa para vender fertilizantes o concentrados.

Al terminar el llenado de la bolsa, esta se debe cerrar herméticamente. Durante su almacenamiento, se debe proteger las bolsas plásticas contra los animales domésticos y depredadores, amontonándolas en un lugar protegido y con algo de peso encima.



**Figura 15. Proceso de producción de ensilaje de Marango en bolsa. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Los silos en barriles pueden conservar hasta 150 kg de forraje. Se recomienda usar barriles plásticos, porque los ácidos producidos en el proceso de ensilaje corroen rápidamente los barriles de metal. La compactación se realiza por pisoteo, luego se tapa la parte superior con una bolsa plástica que se sella con una cinta. Es importante llenar el barril por completo ("con copete") para evitar las bolsas de aire al momento del sellado.



**Figura 16. Silo de barril hecho de 95% Marango y 5% melaza. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Estos dos tipos de silos son útiles sobre todo cuando se ensilan pequeñas cantidades de forraje, como es el caso de fincas muy pequeñas, donde se requiere de relativamente poco forraje conservado, o en casos que se use el silo sólo “para emergencias” durante períodos cortos. Una ventaja es que su preparación no requiere de mucho equipo ni infraestructura y la demanda de mano de obra para ese propósito es mínima. Sin embargo, aunque se puede realizar el picado a mano, este tomaría bastante tiempo, además que para obtener un tamaño más uniforme de las partículas de material ensilado siempre será mejor usar una picadora, la cual puede ser una inversión muy grande para un pequeño productor si se piensa en una de motor, pero existen algunas picadoras manuales, e incluso otras que se pueden acoplar a una bicicleta estacionaria.

### **3.1 Efecto del uso de ensilaje de Marango en la alimentación de vacas lecheras.**

Muchas combinaciones pueden ser utilizadas cuando se prepara ensilaje de Marango, todo estará en dependencia de los recursos alimenticios que tenga disponibles el productor en su finca, aunque hay buenas experiencias haciendo ensilajes sólo de Marango (95% de follaje de Marango y 5% de melaza), no es nuestra recomendación usarlo como alimento único para el ganado, ya que, aunque tiene un alto valor alimenticio, no tiene TODOS los nutrientes que un animal pueda requerir, por tal razón, siempre es recomendable usar el ensilaje como parte de una dieta.

Una gran ventaja del uso de ensilaje de Marango, es que puede ser usado en explotaciones ganaderas donde se hacen dos ordeños al día, ya que el proceso de ensilaje elimina los compuestos aromáticos que pudieran transferirse a la leche y por el contrario, expertos degustadores afirman que la leche proveniente de vacas alimentadas con ensilaje de Marango tiene mejor sabor y aroma que la de leche de vacas alimentadas con dietas tradicionales de pastos y concentrados, más importante aún, la composición de la leche en términos de grasa, sólidos totales, proteína y caseína no varía entre una y otra y el uso de ensilaje permite sostener producciones de hasta 14 litros al día.

Como una forma sencilla de manejar la alimentación con ensilaje, se sugiere ofrecer 20 kilos del mismo por la mañana, después del ordeño y 20 kilos hacia el final de la tarde.



**Figura 17. Vacas comiendo ensilaje de Marango. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Experiencias exitosas se han reportado usando mezcla de 70% de follaje de Marango y 30% de cáscara de yuca, cuando esta ración es ofrecida como único alimento a vacas criollas, se ha podido sostener producciones de hasta 6 litros al día en un ordeño.

### 3.2 Uso de ensilaje de Marango en la alimentación de cerdos de engorde y ovejas.

El ensilaje de Marango ha demostrado ser muy palatable para los cerdos en crecimiento y engorde y ha sido usado exitosamente para sustituir alimento concentrado. Debe entenderse que los cerdos son animales monogástricos que no están anatómicamente diseñados para altos consumos de forrajes, sin embargo, la sustitución de hasta 30% del concentrado de la dieta por ensilaje de Marango nos permite reducir los costos y obtener ganancias medias diarias de hasta 500 gramos.



Figura 18. Cerdos en engorde alimentados con 30% ensilaje de Marango y 70% de concentrado comercial. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)

En el caso de ovejas, el uso de hasta 7% de la dieta a base de ensilaje de Marango ha probado tener un efecto positivo sobre la terneza de la carne, lo que repercute a favor del precio y aceptación de la misma.

## 4. Producción de harina de hojas de Marango

La producción animal en las áreas tropicales es un sistema complejo y no puede ser aislado de la dimensión económica y social que viven los productores. La suplementación con concentrados comerciales durante la época seca es generalmente muy cara y por consiguiente los niveles de uso de los mismos en la alimentación animal son muy bajos.

El uso de concentrados o de otro tipo de subproductos como suplementos alimenticios para la ganadería de pequeños y medianos productores dependerá del acceso a dinero en efectivo y el precio de los alimentos, además del costo de transporte y disponibilidad de los mismos. Por lo expuesto, se hace necesaria la búsqueda de alternativas de bajo costos que puedan ser cultivadas por los productores y que esté disponible todo el año, esto les permitiría a los ganaderos mejorar el nivel nutricional de su producción y paso a paso mejorar su economía.

Un importante ingrediente de los concentrados en la harina de soya debido principalmente a su alto contenido de proteína y buen perfil de aminoácidos, sin embargo, las condiciones locales para su producción no son siempre las idóneas y su precio la pone fuera del alcance de muchos pequeños y medianos productores; en muchas regiones de nuestro país, la urea es usada como una fuente alternativa de nitrógeno para los rumiantes, sin embargo, la misma no es producida en Nicaragua y esto hace que ocasionalmente haya escasez en los mercados agropecuarios.

Planteados estos aspectos, sería de mucho beneficio para los pequeños y medianos productores reemplazar toda o parte de las materias primas mencionadas por otras más baratas y que puedan ser producidas en condiciones de recursos escasos. Una buena fuente de proteínas es la harina de hojas, diferentes árboles y arbustos forrajeros tales como Leucaena, Morera, y Acacia, estas han sido usadas para alimentar ovejas, gallinas ponedoras, novillos y vacas lecheras con buenos resultados productivos, sin embargo, el efecto perjudicial que pudieran tener algunos compuestos anti nutricionales presentes en las hojas de dichas especies ha sido objeto de mucha discusión y la presencia de compuestos como mimosina, glucósidos cianogénicos, taninos condensados y alcaloides ha limitado el uso ad libitum de los mismos en la alimentación animal.

El Marango ha probado ser una buena fuente alternativa de proteína y que además tiene niveles muy poco detectables de taninos, tripsinas e inhibidores de amilasa, todo lo que permite que incluso sea considerado como una importante fuente para la alimentación humana en grandes áreas de nuestro planeta desde tiempos inmemoriales. Una ventaja de la producción de harina de Marango es que requiere de tecnología accesible y de costos que pueden ser asumidos por pequeños y medianos productores.

Es de vital importancia definir un método de conservación de las hojas, donde se mantengan las propiedades del material por más tiempo. Surgiendo la iniciativa de deshidratarlas y generar así un extracto foliar u harina de hojas, prolongando de ésta manera la durabilidad del producto final, ya que el objetivo primordial del proceso de deshidratación es reducir el contenido de humedad del producto, a un nivel que limite el crecimiento microbiano y las reacciones químicas. Dependiendo del fin que se le vaya a dar a la harina de hojas se pueden usar dos procedimientos diferentes, uno que llamaremos rústico, que se hace con material que se va a usar para la alimentación animal y otro, refinado, que se puede usar para la fabricación incluso de harina de hojas para alimentación humana.

Lo primero en la producción de harinas es la correcta selección del material a usar, para el caso del Marango se recomienda usar la fracción fina del follaje, es decir, cortar las ramas, tallos y hojas y descartar aquellas ramas y tallos que tengan un diámetro superior a 5 mm, es decir el grosor de un lápiz, eso garantiza que el material seleccionado tiene la mejor calidad posible. Para secar dicho material podemos tener varias disposiciones, una es hacer manojos y secarlos a la sombra como se hace en el caso de frijoles, o ponerlos en láminas plásticas o bandejas con fondo de malla bajo sombra tal como pueden apreciarse en la Figura 19.

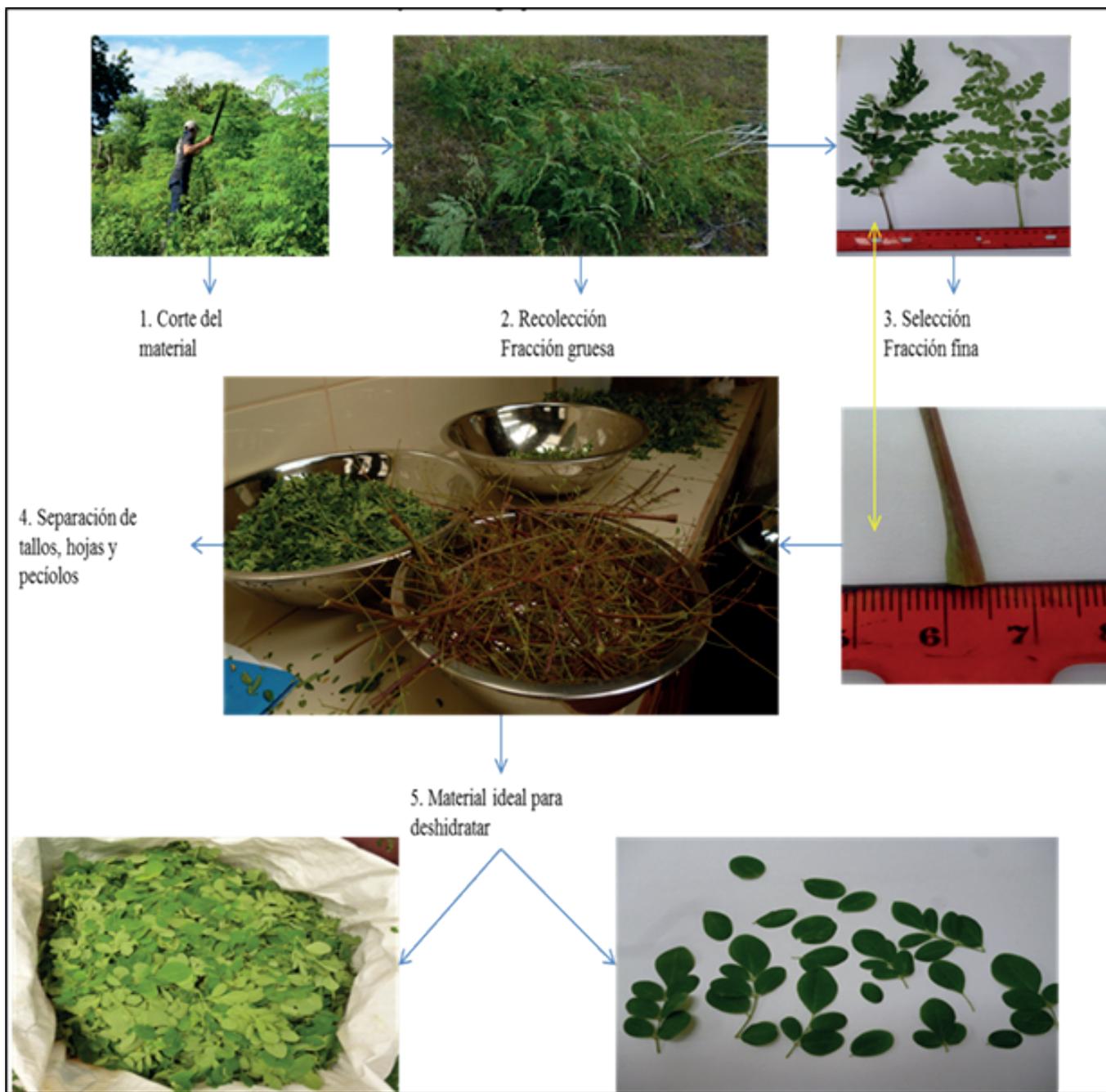


**Figura 19. Distintas disposiciones para el secado de follaje de Marango.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

La experiencia práctica nos ha demostrado que la forma más fácil y económica de elaborar harina de hojas de Marango de forma rústica para la alimentación animal sigue los siguientes pasos. Proceso para la fabricación de Harina de Hojas de Marango

<p><b>1.- Corte de material</b></p>	
<p><b>2.- Selección de material a secar</b></p>	
<p><b>3.- Poner el material a secar en láminas de plástico negro bajo la acción directa del sol en capas no más gruesas de 10 cm. Asegurarse de darle vuelta cada dos horas hasta que las hojas aún con el color verde, se puedan estrujar en la mano sin que salga humedad.</b></p>	
<p><b>4.- Luego de al menos seis horas de exposición al sol, las hojas más pequeñas del material se desprenden solas de los tallos y ramas, por tal razón se deben sacudir a fin de ir obteniendo el material base de la harina.</b></p>	
<p><b>5.- Con ocho horas de secado, será posible separar los tallos y ramas de las hojas tal como se ve en la foto.</b></p>	
<p><b>6.- El material final deberá ser compuesto solo por hojas y fracción fina.</b></p>	
<p><b>7.- El material ya seco y seleccionado puede ser molido en un molino de martillo y deberá ser almacenado en sacos, en un lugar seco y a la sombra.</b></p>	

El productor puede incluso desear fabricar harina de hojas de Marango para su propio consumo o el de su familia, para eso puede seguir un procedimiento diferente al expuesto previamente; en el esquema abajo inserto puede verse como empieza el proceso de selección del material a secar.



**Figura 20. Recolección y selección de material a deshidratar para la obtención de Harina de Hojas de Marango para uso doméstico.**

El secado para uso doméstico puede ser realizado en varios tipos de hornos, sean estos industriales, artesanales o solares, PROMARANGO ha diseñado un tipo de horno que es de relativo bajo costo y que puede ser fabricado sin necesidad de muchos materiales.

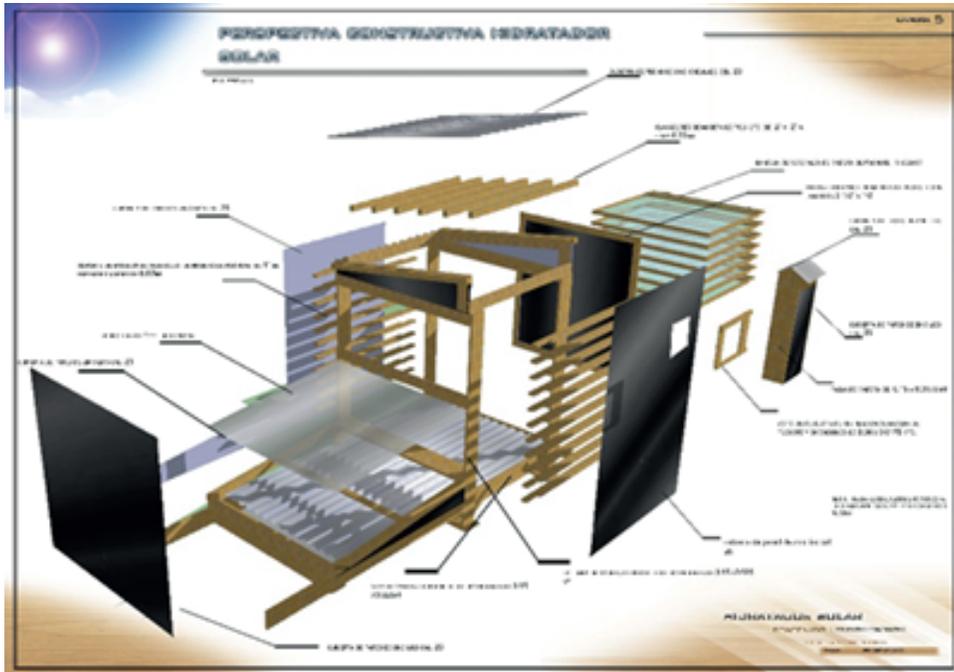


Figura 21. Horno o deshidratador solar para la elaboración de Harina de hoja de Marango.

El proceso para la elaboración de Harina de hojas de Marango es descrito de forma gráfica en la figura abajo inserta.



Figura 22. Proceso de secado de hojas de Marango para obtener harina.

La Harina de hoja de Marango puede ser usada de varias formas, como ingrediente de concentrados caseros o como ingrediente en bloques multi nutricionales; en Nicaragua se ha usado en sustitución completa de harina de soya en alimentación de vacas lecheras. Formula de alimentación concentrada para vacas lecheras usando Harina de hojas de Marango como fuente de proteína.

Ingrediente	% de inclusión
Sorgo	30.1
Semolina de arroz	41.0
Melaza	5.9
Harina de maní	1.0
Carbonato de Calcio	1.5
Sal común	0.5
Harina de hojas de Marango	20.0

**Ración con 83.7% de Materia Seca, 15.4 % de Proteína Bruta y 12.9 Mj de Energía Metabolizable.**

Este tipo de concentrados ha sido utilizado para alimentar vacas lecheras en explotaciones de doble ordeño y se han obtenido producciones de hasta 12 litros de leche por vaca y día sin ninguna diferencia significativa con las vacas alimentadas con concentrado comercial, ni en producción o en calidad de la leche obtenida.



**Figura 23. Concentrado elaborado con Harina de hojas de Marango como principal fuente de proteína.**

La Harina de hojas de Marango también puede ser utilizada como sustitución parcial de alimento concentrado en alimentación de cabras, raciones compuestas por 75% de Harina de hojas de Marango más 25% de concentrado comercial en cabras garantiza Ganancias Medias Diarias de hasta 64 gramos, esto es, el doble de lo obtenido solo con concentrado comercial y manteniendo una producción de dos litros de leche al día.

En concentrados para cerdos se ha repetido la experiencia de sustituir la Harina de soya en la formula por Harina de hojas de Marango y no existen diferencias en los rendimientos productivos entre los alimentados con concentrado comercial y los alimentados con concentrado con Harina de hojas de Marango.



**Figura 24. Cerdos alimentados con concentrados con Harina de hojas de Marango como fuente principal de proteína.**

## **5. Producción de FES Moringa**

La búsqueda permanente de alternativas de solución a la problemática de escasos de pastos durante la época seca, ha llevado a la consideración de la caña de azúcar como una alternativa viable, ya que ofrece variedad de productos y subproductos para la alimentación animal, presentando ventajas sobre otros cultivos forrajeros por la cantidad de materia seca que produce y los carbohidratos solubles que acumula con la edad que le permite mantener su potencial energético durante el periodo seco, no obstante, su bajo contenido de proteína, su lenta digestión y velocidad de tránsito de la fibra no permiten optimizar su utilización en la alimentación de rumiantes.

Otra opción es la utilización de árboles y arbustos forrajeros, los cuales tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal por su alto rendimiento de forraje, su capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequía prolongada. *Moringa oleifera* es uno de estos árboles forrajeros que crece bien en todo tipo de suelos desde ácidos hasta alcalinos, es tolerante a la sequía y con alta producción de forraje entre 24 y 99 ton MS/ha/año, las hojas frescas contienen entre 17 y 24.6% de PB y 2.73 Mcal de EM/kg MS es rico en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en dos aminoácidos esenciales (metionina y cistina) generalmente deficientes en otros alimentos y ha sido utilizado en una gran variedad de dietas para distintas especies animales. Por otro lado, se han desarrollado tecnologías de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar por medio de la Fermentación en Estado Sólido (FES), con las que se obtiene un concentrado rico en

proteínas a base de levaduras. FES es un método biotecnológico de cultivo de microorganismos sobre y/o dentro de partículas sólidas, para desarrollar nuevos alimentos a partir de la utilización de productos o subproductos agroindustriales ricos en carbohidratos solubles y estructurales. La FES Moringa se prepara utilizando tallos limpios de caña de azúcar (sin hojas, sin paja y sin cogollos), con doce meses de edad. Los tallos se cosechan con machete y se pican usando una picadora mecánica para obtener un tamaño de partículas de 2 mm. La caña picada, se distribuye sobre una superficie lisa de cemento, el espesor de la capa de material debe ser de 10 centímetros. Se prepara una mezcla de urea y sal minero-vitamínica, la que se distribuye de manera uniforme sobre la caña de azúcar picada, además se le agrega pulidura de arroz (semolina) y melaza diluida en agua. Posteriormente se agrega la harina de hoja de *Moringa oleifera* hasta en un 25% del total. Todos los componentes mencionados se mezclan homogéneamente, con la ayuda de un rastrillo forrajero.



**Figura 25. Proceso de elaboración de FES Moringa.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

La FES Moringa se extiende en un piso de cemento bajo sombra, con espesor de capa de 10 cm para garantizar las condiciones aeróbicas necesaria para que se dé la fermentación durante 36 horas. A las 4 horas de iniciado el proceso de fermentación se remueve la mezcla para favorecer el proceso y así se continúa cada cuatro horas



**Figura 26. FES Moringa distribuida en piso de cemento y a la sombra.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

Si el proceso se desarrolla adecuadamente, la FES Moringa deberá tener un contenido de Proteína Bruta de 23% y podrá ser secada, molida y almacenada como cualquier concentrado. En trabajos realizados por PROMARANGO se ha sustituido el 15% de la dieta total de concentrado comercial en alimentación de cerdos de engorde por FES Moringa y no se encuentran diferencias entre los cerdos alimentados solo con concentrado y los que usaron el alimento alternativo, tanto en ganancia de peso, rendimiento de la canal como en la calidad de la misma, teniendo la ventaja estos últimos de requerir un menor costo por efectos de alimentación.



**Figura 27. Cerdos alimentados con FES Moringa y su canal.  
(Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

## 6. Bloques multi nutricionales de Marango.

Como ya se ha mencionado en esta guía, el uso de suplementos alimenticios a base de concentrados no siempre es posible para los pequeños y medianos productores debido a sus altos costos y en ocasiones, escasa disponibilidad.

La formulación de bloques multi nutricionales basados en recursos alimenticios locales y de bajo costo que no compitan con la alimentación humana es una alternativa muy promisoría, este tipo de estrategia alimentaria tiene como objetivo crear un ecosistema eficiente para la digestión fermentativa de la fibra en el rumen y balancear los productos de esa digestión fermentativa con los nutrientes by pass de origen dietético en función de optimizar el uso de la energía disponible. Mucha literatura existe sobre el origen, desarrollo, formulación y uso de los bloques usando recursos locales, con o sin melaza y ya hoy más de 60 países usan la tecnología de los bloques multi nutricionales, el uso de follaje fresco, seco o de harina de vaina seca de Marango es ya también una opción ampliamente aceptada.

El bloque multi-nutricional es un suplemento alimenticio rico en nitrógeno, energía y, generalmente, también en minerales. Se presenta como una masa sólida que no puede ser consumida en grandes cantidades por su dureza, debido a un material cementante que se agrega en su preparación. Esto hace que el animal consiga los nutrientes en pequeñas dosis, al lamer o morder el bloque. Por ello, el bloque es una forma segura para incorporar la urea en la dieta del ganado. Además, por su forma sólida, se facilita el transporte, manipulación, almacenamiento y suministro a los animales.

El bloque multi-nutricional debe estar diseñado fundamentalmente para proveer los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de los micro-organismos del rumen, creando condiciones dentro del rumen que promueven la digestión fermentativa de la fibra y la producción de proteína bacteriana, lo cual redundará en un mayor consumo de la dieta basal (pastos o residuos fibrosos), una mejora en la digestibilidad y un aumento en la ganancia de peso y la producción láctea.

Ahora, es mucho mejor si el mismo contiene nutrientes que escapen en parte de la degradación ruminal (por ejemplo, la proteína sobrepasante), pues proveerá de nutrientes que serán utilizados directamente por el animal que se suplementa y no a través de los micro-organismos ruminales.



**Figura 28. Bloques multi nutricionales de hojas de Moringa.**

Los bloques multi-nutricionales tienen tres componentes fundamentales: la melaza, urea y minerales. Además, pueden ser elaborados con una gran variedad de otros componentes, dependiendo de la disponibilidad, valor nutritivo, precio, facilidad de uso y calidad del bloque que se desea preparar. A continuación, se describen los componentes que se usan para la preparación de los bloques multi-nutricionales y se mencionan algunos ejemplos de ingredientes que se pueden utilizar.

### **Fuente de energía**

La melaza es uno de los ingredientes energéticos que no debe faltar en la preparación de los bloques multinutricionales, pues la misma no sólo es una fuente rica en azúcares y minerales –especialmente potasio-, sino que además funciona como saborizante y solidificante del bloque. La melaza se puede usar en una proporción del 25 al 60%, pero hay que buscar de preferencia la llamada "melaza pura" (79-81° Brix) , pues en algunos casos la melaza está muy diluida, y eso crea problemas en la solidificación del bloque. Si la melaza está muy acuosa, se deberá revisar la formulación, reduciendo su proporción en la mezcla total del bloque.

Otras fuentes energéticas que pueden ser usadas en bloques multi-nutricionales son las harinas de yuca y el grano molido de maíz o sorgo y la semolina de arroz. Todas son fuentes de almidón, pero la semolina de arroz además es fuente de grasa.

### **Fuente de nitrógeno no proteico (NNP)**

Las bacterias ruminales son capaces de usar fuentes de nitrógeno no proteico para la síntesis de proteína microbiana. Por eso se puede usar la urea.

Al llegar este compuesto al rumen, libera amonio, el cual es un nutriente esencial para el crecimiento de las bacterias presentes en el rumen, resultando en mejoras en el consumo y la digestibilidad de los forrajes de baja calidad. En el caso de la urea, no debe usarse más de 10% en la preparación de los bloques.

Por otra parte, se puede sustituir hasta una quinta parte de la urea con sulfato de amonio, el cual aporta además azufre a la dieta, nutriente que va a ayudar al mejor desarrollo de las bacterias del rumen, y por ende a que se sintetice más proteína microbiana en el rumen.

Otra fuente de NNP que puede agregarse al bloque, adicional a la urea, es la pollinaza. La pollinaza, además de contener NNP, es una fuente importante de minerales, entre los que destaca el fósforo, cuyo contenido es comúnmente entre 1.5 y 3%. Generalmente, se considera que el contenido de pollinaza en el bloque puede llegar hasta un 20%. Si se usa pollinaza, esta ya contiene fibra de soporte, pues no sólo incluye las excretas de las aves, sino también el material usado como cama, plumas y algunos residuos de concentrados que caen al suelo. Si se observa que la pollinaza contiene demasiada cascarilla de arroz (granza), se recomienda disminuir la cantidad de fibra que se usa como material de relleno, pues la cascarilla contiene sílice, lo cual puede resultar en una reducción en la digestibilidad de la dieta.

## Fuentes de proteína

Existen muchos subproductos que son utilizados como fuente de proteína en los bloques multi-nutricionales, y varios de ellos pueden aportar proteína que escapa de la degradación ruminal. Entre las fuentes proteicas usadas en la preparación de bloques, se tienen las semillas enteras y harinas o tortas de algunas oleaginosas, como el algodón, maní y ajonjolí. Cuando se usan las semillas enteras, hay además un aporte de grasa que da energía extra al animal. A nivel de finca, también, se pueden usar hojas y frutos de leguminosas (*Gliricidia*, *leucaena*, *cratylia*, *acacia*, *gandul*, *guanacaste*, etc.), y hojas de árboles y arbustos forrajeros no leguminosos pero que poseen niveles de proteína mayores al 14% (Ejemplo: Marango -*Moringa oleifera*-, morera -*Morus alba*-, guácimo -*Guazuma ulmifolia*). Las hojas muy pequeñas -como las de la leucaena y del Marango- secan muy fácilmente y una vez secas, se desprenden con facilidad por lo que pueden usarse enteras, en cambio las hojas más grandes (por ejemplo, madero negro- *Gliricidia sepium*-, poró -*Erythrina spp*- y *cratylia* -*Cratylia argentea*-) hay que tratarlas como cuando se prepara heno, y asegurarse que no desarrollen hongos, y mejor aún si se pueden picar finamente o incluso molerlas para producir harina.

## Fibra de soporte

Diversos subproductos se pueden usar como fibra de soporte en la formulación de los bloques. Entre ellos, se pueden citar las cascarillas de diferentes semillas (soya, algodón, arroz), la tusa de maíz, el heno de pasto cortado o el bagacillo de caña molido.

El nivel de inclusión en las fórmulas no debe ser mayor al 3 a 5 %. La fibra de soporte, aparte de ser absorbente, y por tanto facilitar el endurecimiento del bloque, ayuda a darle soporte a otros ingredientes, formando un entramado que le da solidez al bloque para su manipulación y transporte. Las fibras de pastos cortadas en partículas de unos 10 cm de tamaño, forman un entramado resistente, mientras que las menores de 5 cm, se desagregan con facilidad. Esto también aplica en el caso de las hojas de muchas especies de árboles, que al ser anchas (como las de *Gliricidia* y *Cratylia*) no facilitan el entramado y hacen que los bloques se desmoronen fácilmente.

## Sales minerales

La sal y los elementos minerales (macro y micro-elementos) son requeridos por los animales, pero muchos minerales con frecuencia son deficitarios en los forrajes, en especial en aquellos disponibles en el período seco.

Por esa razón, la sal común y las sales minerales deben ser componentes infaltables en la formulación de los bloques multi-nutricionales. La recomendación es que en los bloques se incorpore un 5% de elementos minerales en una de sus fórmulas comerciales y un porcentaje equivalente de sal común. La sal no sólo aporta los nutrientes minerales cloro y sodio, sino que además funciona como saborizante. Ahora bien, cuando la sal se incorpora en niveles altos en el bloque (10% o más), funciona como regulador de consumo. Sin embargo, aunque los bloques pueden aportar cantidades importantes de minerales, se recomienda que los animales que son suplementados con bloques, siempre tengan acceso a una mezcla adecuada de sal y minerales a voluntad, pues no siempre el consumo de los bloques es suficiente para suplir todas las necesidades del ganado.

## Material cementante

Los bloques multi-nutricionales, además de poseer componentes alimenticios, deben tener ingredientes que aseguren la solidificación y aglutinación de los demás ingredientes para, de esta forma, darles una buena consistencia y resistencia para soportar la manipulación, transporte, almacenamiento, y además asegurar un consumo lento hasta llegar a niveles entre 0.5 y 1.0 kg por bovino adulto por día.

Entre los ingredientes usados más frecuentemente como cementantes, están la tierra arcillosa, el carbonato de calcio o "la cal viva" ( $\text{CaCO}_3$ ), la cal hidratada ( $\text{CaOH}$ ) o apagada, el yeso, la bentonita, la zeolita y el cemento.

La cal viva es el cementante más usado en la actualidad, y éste no sólo contribuye a la resistencia del bloque, sino que además aporta calcio como nutriente, aunque este, en caso de usar pollinaza, no es tan recomendable pues puede generar un desbalance entre calcio y fósforo. Es posible también mezclar dos o más sustancias cementantes en una fórmula. Los niveles de cementante en la formulación de los bloques regularmente varían entre 5 y 10%.

¿Qué se necesita para hacer los bloques multi-nutricionales?

Los ingredientes deben de estar dónde se van a preparar los bloques y son los siguientes.

- ▶ Una lámina de plástico gruesa (nylon) o cualquier otro material lo suficientemente grande y resistente a la humedad y manipulación que permita realizar la mezcla de los ingredientes sólidos y líquidos.
- ▶ Una balanza que puede ser de cualquier tipo, sin embargo, se recomienda la de reloj por la facilidad de manejo y de adquisición en el mercado. Si no se usa balanza, puede usarse medidas expresadas en forma práctica como: balde, lata de 8 onzas, botella de medio litro, etc. los recipientes que se usarán como unidades de referencia (baldes, latas, botellas) deberán estar a mano para la preparación de los bloques.
- ▶ Unos baldes plásticos que desempeñan varias funciones en la elaboración de los bloques: se pueden utilizar para pesar ingredientes, como unidad de medida, para el almacenamiento de la melaza y además como moldes.
- ▶ Un pilón y/o apisonador que se utiliza para realizar la compactación del bloque. La dureza del bloque depende en gran medida de esta acción de compactación. Normalmente, a nivel de campo o de finca, se utiliza un pedazo de tronco de dos o tres pulgadas de diámetro, o bien se puede fabricar uno que se adapte al tamaño y forma del molde que se esté utilizando.

## ¿Cómo es el proceso de fabricación de los bloques?

El tamizado de los ingredientes sólidos Esta es una actividad que se debe realizar con todos los ingredientes sólidos que formarán parte de la mezcla del bloque, con la intención de eliminar los cuerpos extraños como piedras, tierra, alambres, clavos, vidrios, plástico o cualquier otro objeto que esté presente en los componentes, los cuales pueden causar lesión a los animales a nivel de lengua, esófago y rumen, y a través de éstos, a otros órganos como el corazón, lo que eventualmente podrían causar la muerte del animal.

Esta actividad es particularmente necesaria con materiales como la pollinaza, la cual incluye el material de cama y a veces hasta del piso si este es de tierra.

### El pesaje de los ingredientes

Una vez que los ingredientes estén tamizados, estos se deben pesar de acuerdo a las cantidades que se indican en la fórmula del bloque que se desea preparar. Para este propósito, se puede usar cualquier tipo de balanza o unidades prácticas de medida como se mencionó anteriormente.

### La mezcla de los ingredientes sólidos

Para mezclar los materiales sólidos (material de relleno, cal, premezcla mineral, sal común), dependiendo de su cantidad, se puede hacer uso de una bolsa de plástico (nylon) y agitar hasta obtener una mezcla uniforme, o bien sobre una lámina de plástico colocada sobre una superficie libre de piedras o rugosidades, que permita realizar esta operación sin dañar el plástico. Como el mezclado a veces se hace con implementos tales como pala o incluso palos, se debe buscar un plástico suficientemente resistente y efectuar la mezcla con cuidado



**Figura 29. Proceso de elaboración de bloques multi nutricionales con Harina de hojas de Marango. (Planta Escuela de Alimentos Balanceados, Universidad Nacional Agraria)**

## **La mezcla de urea con melaza**

Para mezclar la urea con la melaza, se debe considerar la densidad de la melaza. Si la melaza está muy rala (acuosa), la mezcla debe hacerse directamente, pero si está muy viscosa o pastosa, se puede diluir la urea en agua, asegurando siempre que el peso de esta última no supere al de la urea. Esta solución se mezcla con la melaza. También se puede agregar la urea directamente a la melaza, buscando obtener una distribución uniforme de los gránulos de urea en la melaza. Si no se quiere ver los gránulos de urea en la melaza, entonces esta mezcla debe prepararse un día antes de la hechura de los bloques.

### La mezcla de melaza con urea y los ingredientes sólidos

Una vez que los ingredientes sólidos están bien mezclados, se les adiciona la mezcla de melaza con urea y se revuelven con movimientos circulares para evitar que se levante mucho polvo.

El polvo de la cal puede provocar reacciones alérgicas o incomodidad al operario al inhalarlo, por lo que es mejor usar una mascarilla.

La forma más rápida de obtener una masa pastosa, en la que no se encuentren partes secas y lista para introducirla a los moldes, es restregando la masa entre las manos.

### **Cómo moldear la mezcla para preparar el bloque.**

Una vez que la mezcla está lista, ésta se introduce en el recipiente que se escogió como molde, sea este una caja de cartón grueso, una caja de madera, un balde plástico, un balde metálico o moldes metálicos diseñados especialmente para este propósito. Cuando se usan cajas de cartón, hay que colocar una lámina o bolsa plástica para que los ingredientes no se peguen a las paredes. Inicialmente, la mezcla se va compactando con las manos hasta llevarla a un tercio del recipiente y posteriormente, se compacta con un madero, un tubo relleno, prensa o cualquier otra herramienta que se disponga para este propósito. Esta acción se repite dos veces más, al alcanzar el segundo tercio del recipiente y cuando esté lleno.

Una vez que se termina la compactación, se procede a desmontar el bloque y utilizar el molde cuantas veces sean necesarias de acuerdo a la cantidad de mezcla que se preparó. Se deja el bloque en reposo por lo menos durante 24 horas antes de ser almacenado, transportado o suministrado a los animales. El proceso de fraguado o endurecimiento del bloque dura varios días, pero no se puede precisar cuántos, pues el tiempo varía según el aglutinante (cal y/o cemento) que se haya empleado y según las condiciones de temperatura y humedad del lugar de almacenamiento.

Aunque muchas fórmulas pueden ser usadas para la alimentación de diferentes especies animales, abajo insertamos dos combinaciones que han dado muy buenos resultados en términos de dureza y composición química.

## Fórmulas de bloques multi nutricionales usando Harina de hoja de Marango.

Ingredientes	Formula I %	Formula II %	Formula III %	Formula VI %
Harina de hojas de Marango	30	33	-	-
Melaza	40	-	35	25
Urea	10	5	5	5
Sal común	5	5	5	5
Cemento	15	15	20	20
Cal	-	5	10	10
Mill run	-	37	-	-
Harina de vaina seca de Marango			25	35
Total	100	100	100	100

Una ventaja en el caso de Marango, es que, si tenemos plantaciones destinadas a la producción de semillas, las cáscaras de las vainas secas pueden molerse y usarse también en la producción de bloques, tal como se aprecia en la Figura 30.



**Figura 30. Proceso de fabricación de bloque multi nutricional usando harina de vaina seca de Marango. (Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria)**

El uso de bloques multi nutricionales de Harina de hojas de Marango en época seca en la alimentación de novillos en pastoreo, ha permitido que los mismos ganen hasta 680 gramos al día, comparado con los 290 gramos, que ganan solo en pastoreo. Situación similar puede observarse cuando el bloque multi nutricional de Harina de vaina seca de Marango se usa en la alimentación de ovejas en pastoreo, estas ganan hasta 78 gramos diarios de peso, en comparación con los 50 que ganan solo con pastoreo.

## 7. Bibliografía

Adegun, M., Dairo, F. 2015. Evaluation of *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*\_ based multinutrient blocks as feed supplements for sheep in Shout Western Nigeria. Agriculture and Biology Journal of North America. DOI. 10.5251

Asaolu, V. 2012. Developmwent of Moringa multinutrient block as a dry season feed supplement for ruminant. Livestock Research and Rural Development. 24.

Fariñas, T., Mendieta-Araica, B., Reyes, N., Mena, M., Cadona, J., Pezo, D. 2009. Como preparar y suministrar bloques multi nutricionales al ganado?. Serie técnica, Manual Técnico No 92. CATIE.

Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., Norell, L., Spörndly, R. 2009. Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. Grass and Forage Science. 64. 364-373.

Mendieta-Araica, B. 2011. *Moringa oleifera* as an alternative fodder for dairy cows in Nicaragua. Doctoral Thesis No. 2011.34. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.

Mendieta-Araica, B., Spörndly, R., Reyes-Sánchez, N., Spörndly, E. 2011. Moringa leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. Livestock Science 137 10-17.

Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., Spörndly, R. 2011. Feeding *Moringa oleifera* fresh or ensiled to dairy cows-effect on milk yield and milk flavor. Tropical Animal Health and Production. 43: 1039-1047.

Reyes, N., Mendieta-Araica, B., Fariñas, T., Mena, M., Cardona, J., Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Serie técnica, Manual técnico no 91. CATIE.

Sánchez-Machado, D., Nunez-Gastelum,A., Reyes-Moreno, C., Ramirez Wong, B., Lopez-Cervantes, J. 2010. Nutritional Quality of edible Parts of *Moringa oleifera*. Food Anal Method DOI 10.1007/s1261-009-9106-Z.

Yameogo, C., Bengaly, M., Savadogo, A., Nikiema, P. 2011. Determination of Chemical Composition and Nutritional Values of *Moringa oleifera* Leaves. Pakistan Journal of Nutrition.



# AUTORES



Bryan Mendieta Araica PhD  
Coordinador Nacional PROMARANGO



Nadir Reyes Sánchez  
Coordinador Investigación PROMARANGO

## CONTACTOS

<https://.redmarango.una.edu.ni>  
[bryan.mendieta@ci.una.edu.ni](mailto:bryan.mendieta@ci.una.edu.ni)  
[nadir.reyes@ci.una.edu.ni](mailto:nadir.reyes@ci.una.edu.ni)

