

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA
PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE LECHE BOVINA

Guía de manejo de forrajes

Realizado por:

Lic. Luis Mauricio Arias Gamboa; M Sc. Andrés Alpízar Naranjo ; M Sc. Miguel Castillo Umaña; Lic. José Enrique Padilla Fallas; Dr. Carlos Tobia Rivero

Diciembre, 2024



TABLA DE CONTENIDOS

1. Manejo de forrajes y pasturas.....	3
2.1. Sistema de pastoreo.....	3
2.1.1. Leyes de pastoreo y su aplicación.....	4
2.1.3. Cercas vivas.....	5
2.1.4. Árboles dispersos en los potreros.....	6
2.1.5. Sistema silvopastoril.....	6
2.2. Forrajes para corta, acarreo y elaboración de ensilajes.....	8
2.2.1. Maíz forrajero (Zea mays).....	8
Caracterización de la semilla de Maíz utilizada.....	9
Diamantes 8843.....	9
EJN2.....	9
Siembra y manejo agronómico del Maíz.....	10
2.2.2. Sorgo forrajero (Sorghum sp).....	11
Siembra y manejo agronómico de la Sorgo.....	11
2.2.3. Soya forrajera (Glycine max) variedad Cigrass 06.....	13
Características de la semilla de soya utilizada (CIGRAS-06).....	13
Siembra y manejo agronómico de la Soya.....	14
2.2.4. Pasto King Grass (Pennisetum purpureum).....	15
Siembra y manejo agronómico del pasto King grass.....	16
2.2.5. Morera (Morus alba).....	17
Siembra y manejo agronómico de la morera.....	18
2.2.6. Botón de oro (Tithonia diversifolia).....	19
Siembra y manejo agronómico del botón de oro.....	20
2.2.7. Nacedero (Trichanthera gigantea).....	22
Siembra y manejo agronómico del nacedero.....	23
3. Referencias bibliográficas.....	25

1. Manejo de forrajes y pasturas

Uno de los problemas de la alimentación de los rumiantes en el trópico es la pobre calidad nutritiva de los forrajes, lo cual se debe, principalmente, a sus bajos contenidos de nitrógeno y a la reducción de sus producciones durante la época seca (Cárdenas *et al.*, 2003). Por lo que durante esta época seca los animales pueden tender a bajar su condición corporal y disminuir su productividad debido a la escasez y baja calidad de los forrajes durante las épocas críticas del año.

Para suplir estas insuficiencias, la ganadería se ve forzada a utilizar suplementos balanceados de elevado valor económico y de esta manera primero poder ofrecer las cantidades necesarias de alimentos para el debido mantenimiento y que se llenen los requerimientos alimenticios y nutricionales de los animales y así cumplir con el bienestar animal y, además, poder llegar a mantener la productividad en el sistema. Pero esto conlleva a serios problemas económicos dentro del sistema, en donde los costos de alimentación representan 50% de los costos de producción y que 77% del costo es la compra de concentrado, influenciado por el alto precio de materias primas como el maíz y la soya (Madriz, 2013).

Por lo que la utilización eficiente de los forrajes (gramíneas y leguminosas) aporta una parte importante de los requerimientos de los rumiantes y un manejo adecuado ha demostrado una reducción en los costos de producción, aumentar los recursos alimenticios y cumplir con el bienestar de los animales en el sistema y maximizar el aprovechamiento de recursos propios de la finca.

2.1. Sistema de pastoreo

El manejo del pastoreo supone un conjunto de decisiones que el productor toma para hacer un uso eficiente del sistema suelo-planta-animal, buscando controlar, optimizar y maximizar el crecimiento y calidad nutricional de las pasturas, y de esta manera garantizar las cantidades necesarias de alimento a disposición de los animales para su adecuado mantenimiento, crecimiento y producción.

Debido a que el pastoreo racional mejora la eficiencia de la producción haciendo un uso racional de los recursos, basándose en armonizar los principios de la fisiología vegetal con las necesidades de los animales. Para el cumplimiento de y adecuada

utilización de este sistema de pastoreo se cumplen con las leyes universales del pastoreo racional.

2.1.1. Leyes de pastoreo y su aplicación

La primera ley es el reposo adecuado para las pasturas: en donde lo que se busca es brindar un periodo de tiempo entre cada pastoreo, esto con la finalidad de que la planta almacene en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso. En donde lo que se busca es llegar al punto de madurez fisiológica del pasto, del cual se desacelera el crecimiento ya sea porque el sombreado a las hojas inferiores hace que estas no puedan ser tan eficientes en la actividad fotosintética, o porque la planta pasa de la fase de crecimiento vegetativo a la fase reproductiva, lo que se ha dado en llamar “punto de madurez de cosecha” (Pezo, 2018).

Para el cumplimiento de esta práctica se realizan muestreos tanto para determinar la cantidad de forraje (botanales) y para análisis de composición bromatológica durante todo el año a los apartos por donde pastoreara el ganado, con la finalidad conocer el momento óptimo desde el punto de vista productivo y nutricional, de esta manera garantizar pasto de calidad y en las cantidades necesarias al momento que los animales ingresen a cada potrero.

La segunda ley es la de los periodos de ocupación: debido a que si los animales permanecen varios días en un mismo potrero existe el riesgo de que en el mismo ciclo de pastoreo consuman los nuevos brotes de plantas que recientemente han sido defoliada. Por lo que se deben de establecer periodos cortos de ocupación con el propósito de que los animales no permanezcan el tiempo suficiente en un mismo potrero y lleguen a consumir el rebrote incipiente, se recomiendan periodos de pastoreo no superiores a los 3 días (Pezo, 2018).

La tercera ley es la de la división del hato por capacidad productiva: debido a que en los hatos existen diferentes grupos de animales con distintos requerimientos alimenticios, el sistema de pastoreo debe ajustarse para responder a ello. Por lo que los animales con mayores requerimientos en nuestro caso vacas lactantes deben tener la máxima oportunidad de selección de las partes de forraje de mayor valor nutritivo presentes en la pastura (Pezo, 2018).

Rendimientos regulares de la producción: En los sistemas de producción lechera se busca que no varíe mucho la producción diaria de leche y eso es posible de conseguir a través del buen manejo del pastoreo (Pezo, 2018). La producción de leche por vaca es un reflejo de la calidad de la dieta ingerida por el animal el día anterior.

2.1.3. Cercas vivas

Dentro de las prácticas para aumentar la diversidad en el sistema productivo encontramos la utilización de cercas vivas, las cuales las utilizamos para la división de los apartos, pero esta práctica también ayuda con la generación de biomasa la cual en muchos casos puede ser utilizada para la alimentación de los animales cuando usamos especies como *Gliricidia sepium* y *Erythrina*, estas especies también ayudan en el aporte y circulación de nutrientes en los sistemas de pastoreo, capturan y secuestran grandes cantidades de CO₂, por lo que su implementación y utilización tienen un impacto positivo importante sobre el ambiente.

Al implementar esta práctica se evitan los costos de reemplazo de los postes muertos (práctica muy común en los sistemas ganaderos convencionales). Los árboles proporcionan en algunos casos frutos para el ganado en todas las divisiones de los potreros, lo cual genera mayor diversidad biológica y mayor diversidad de ingresos para el productor.

La vegetación de las cercas vivas atrae aves e insectos que contribuyen al control biológico natural de las garrapatas, y proporcionan hábitat para los escarabajos estercoleros que entierran el estiércol rompiendo así los ciclos biológicos de insectos plaga tales como la mosca de los cuernos. El uso de cercas vivas permite reducir la erosión en los caminos del ganado.

Sumado a las características antes mencionadas la utilización de cercas vivas brinda espacios de sombra a los animales, los cuales generan sitios en donde los animales pueden refugiarse durante las horas más calientes del día, de esta forma poder bajar la temperatura corporal y que los animales no entren en estrés calórico, de esta forma contribuir con el bienestar animal de los animales que conforman el hato.



Figura 1. Postes de poro para el uso de cercas vivas.

2.1.4. Árboles dispersos en los potreros

Otra de las prácticas realizadas dentro del manejo de las pasturas es la implementación de árboles dispersos en los potreros, con esta práctica se busca reducir la erosión, aumentar la biodiversidad en los potreros, aumentar el secuestro de CO₂ y mejorar el balance de emisiones dentro del sistema. Con esta práctica también se busca generar un microclima benigno para el ganado y un refugio para los animales durante las horas más calientes del día al igual que las cercas vivas y contribuir con el bienestar animal de los animales. Al igual que en las cercas vivas se utilizan árboles de las especies *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Erythrina*, además, otras especies maderables como el cedro, pino y otras de árboles frutales y con esto poder generar ingresos complementarios en el sistema productivo.



Figura 2. Hato bovino utilizando árboles dispersos en los potreros como sombra natural

2.1.5. Sistema silvopastoril

Otra de las estrategias para aumentar la eficiencia, mejorar las condiciones de los animales y cumplir con el bienestar de estos es la utilización de sistemas silvopastoriles.

Éstos consisten en un tipo de agroforestería, donde los árboles y/o arbustos interactúan con las forrajeras herbáceas y los animales para mejorar la disponibilidad de nutrientes a un bajo costo económico y ambiental. Estos sistemas presentan una mayor productividad forrajera, por lo que mejoran la cantidad y calidad de la dieta animal, con reducción de costo al no requerir insumos importados de alto costo como los granos, AB y antiparasitarios (Alpízar, 2014).

Los árboles introducen humedad y nutrientes en el suelo, mejorando así la calidad de la hierba, en especial en condiciones normalmente áridas, pero cuando los árboles son jóvenes aún, la hierba compite con ellos por nutrientes y humedad. La sombra de los árboles puede mejorar el bienestar de los animales y por tanto aumentar la producción animal en un 8 a 20%, dependiendo del sistema de manejo y la raza usada.



Figura 3. Establecimiento del sistema silvopastoril

Para obtener los mejores rendimientos de producción de biomasa y composición nutricional de estos sistemas se ingresan los animales aproximadamente 30 o 35 días después del último pastoreo y se les da un periodo de ocupación de no más de dos días. Además, se realiza una fertilización nitrogenada que ayuda al desarrollo del pasto y se han encontrado respuestas bastante positivas en la productividad y calidad del forraje del botón de oro.



Figura 4. Utilización del sistema silvopastoril de *T. diversifolia* en el hato bovino

2.2. Forrajes para corta, acarreo y elaboración de ensilajes

Con la finalidad de ofrecer alimento durante todo el año a los animales y de esta manera llenar los requerimientos para su mantenimiento y poder mantener una adecuada productividad, se utilizan forrajes de corta y acarreo, que ayuden a suplementar lo que los animales no pueden consumir en el sistema de pastoreo. Las características que deben poseer estos forrajes son altas producciones de biomasa y buena composición nutricional dando aportes a la dieta sea energéticos (carbohidratos) o proteicos.

Una de las recomendaciones a la hora del establecimiento de cualquier forraje de corta para la alimentación de animales, es que debe estar cerca de las instalaciones donde se suministra a los animales, para facilitar el traslado a las instalaciones de corta y alimentación y de esta manera disminuir los costos.

2.2.1. Maíz forrajero (*Zea mays*)

Entre los forrajes utilizados en la suplementación de bovinos el cultivo de maíz es uno de los más usados, principalmente por el aporte energético, además que presenta características adecuadas para conservar mediante ensilaje (Paliwal *et al.*, 2001). Entre las principales características se puede mencionar un adecuado contenido de materia seca, carbohidratos solubles, almidón y capacidad buffer, características vitales para elaborar ensilados de primera calidad (Martínez, 2003).

El cultivo de maíz como forraje verde o ensilado es una práctica común en los países de agricultura avanzada, ya que contribuye a resolver el problema que plantea la estacionalidad de la producción forrajera (Paliwal *et al.*, 2001).



Figura 5. Plantación del maíz FESL

Caracterización de la semilla de Maíz utilizada

Diamantes 8843

La variedad de maíz costarricense diamantes 8843 fue obtenida en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Limón, es una variedad de polinización libre (VPL), es de color blanco y tiene un tipo de grano semidentado, su madurez la alcanza de los 120-135 días. Puede obtener rendimientos productivos entre las 3 a 5 toneladas por hectárea. Tiene un amplio rango de adaptación a diferentes ambientes (0-1000 msnm). Responde muy bien bajo condiciones de alta pluviosidad y temperatura, donde se desarrollan problemas de pudrición de mazorca (Bonilla, 2009).

Proviene de la población 43 del CIMMYT, fue mejorada para la producción de grano mediante el método de selección recurrente, de 250 líneas en la Estación Experimental Los Diamantes. Como resultado se seleccionaron ocho líneas que fueron las que presentaron características más promisorias, como alto rendimiento de grano, adaptación y tolerancia a problemas bióticos del cultivo. Posteriormente se enviaron al CIMMYT para que por medio de recombinación se obtuviera el cultivar Diamantes 8843 (Bonilla, 2009).

EJN2

Al igual que el maíz diamantes 8843, es una variedad de maíz costarricense, la cual fue seleccionada para producción de grano en las zonas de Pacífico Central y Norte, específicamente trabajada en Cañas, Guanacaste. Obtenida del CIMMYT por medio de métodos de selección recurrente (Bonilla, 2009b). Es una variedad de grano amarillo con textura semidentada, y se desarrolla muy bien debido a su alta adaptabilidad a diversos ambientes (Bonilla, 2009b).



Figura 6. Plantas de maíz en estado de floración FESL

Siembra y manejo agronómico del Maíz

En la zona del valle central se pueden realizar dos ciclos productivos de aproximadamente 95 a 100 días cada uno, el primero sembrando al inicio de la época lluviosa a finales del mes de mayo, y cosechando a en las últimas semanas del mes de agosto, y un segundo ciclo productivo sembrando a inicios del mes de septiembre y cosechando en las primeras semanas del mes de septiembre.

Se realiza la cosecha entre los 95 y 100 días, debido a que es el momento cuando el grano de la mazorca alcance el punto lechoso, que según García (1997) y Mangado (2006), cuando el porcentaje de materia seca de la planta se encuentra sobre el 30%, lo cual reúne la mejor condición tanto para alimentación de los animales ya sea de manera directa o para la elaboración de ensilajes.

La distancia de siembra que se recomienda es de de 0,7 metros entre surcos y 0,15 metros entre plantas para alcanzar las 95 mil plantas por hectárea. La dosis de semilla utilizada es de 20 kg por hectárea. En el cuadro 2 se presentan las actividades que se realizaron para preparar el terreno y para el manejo agronómico del cultivo de maíz.

Cuadro 2. Protocolo para el manejo de maíz forrajero de la FESL utilizado para la alimentación de animales durante la época seca.

Actividad	Días	Producto	Dosis
Preparación del terreno		Tractor, herbicidas (Glufusinato de amonio y 2-4D), arado, rastra	Glufusinato de amonio 100 cc/bomba L 2-4D 125 cc/bomba 18 L
Siembra	0	Semilla, fungicida, Insecticida,	20 kg/ha semilla, 7 qq/ha (10-30-10)

		Sembradora, 10-30-10	
Preemergente	1	Prowl	100 cc/bomba 18L
Fertilización 1	28	Urea	6 qq/ha
Foliares	34	Amino Mix y Tecamin Max	100 cc de c/u por bomba 18 L
Insecticida	34	Karate	25 cc/bomba 18 L
Herbicida hoja ancha	35	2, 4D	125 cc/bomba 18 L
Fertilización 2	61	Urea	7 qq/ha
Cosecha	95 a 100	Tractor, cosechadora	

2.2.2. Sorgo forrajero (*Sorghum sp*)

Por otra parte, en sistemas de producción intensivos se ha venido introduciendo el sorgo forrajero (*Sorghum sp*) como una planta con alta capacidad de adaptación a las más variadas condiciones climáticas y edáficas (Rivera y Taborda, 1997). Esta propiedad, en conjunto con la facilidad de su siembra, corto período de desarrollo vegetativo, alto rendimiento por hectárea (6,03 hasta 31,70 t/ha de materia seca (MS) (Rivera y Taborda 1997), y un relativo bajo costo de producción, hacen que esta gramínea sea una alternativa para ser utilizado como pasto de corte en estado fresco o ensilado (Rodríguez *et al.*, 1971).

Siembra y manejo agronómico de la Sorgo

El sorgo por poseer características distintas al maíz y ser un cultivo anual o bianual del cual se pueden aprovechar entre 2 y 4 cortas dependiendo del manejo y las condiciones climáticas, se realiza una solo siembra en el año, recomienda realizarse al inicio de la época lluviosa con la finalidad maximizar la cantidad de cosechas que se le puedan realizar al forraje durante el año (cada 90 días aproximadamente con las condiciones agroclimáticas de la FESL). A esta edad las plantas de sorgo cuentan con características bromatológicas de un 21% de materia seca y un 8,8% de proteína cruda.



Figura 7. Plantas de sorgo FESL

La siembra se realiza a chorrillo de forma mecánica con la sembradora colocando la semilla 1 a 3 cm de profundidad, con una distancia entre surcos de 0,7 metros, para alcanzar una densidad aproximada de 200 mil plantas por hectárea. La dosis de semilla utilizada es de 20 kg por hectárea.

En el cuadro 3 se presentan las actividades que se realizaron durante la preparación del terreno y el manejo agronómico implementado al cultivo de sorgo forrajero.

Cuadro 3. Protocolo para el manejo de sorgo forrajero de la FESL utilizado para la alimentación de animales durante las épocas críticas y de escases de alimentos.

Actividad	Días	Producto	Dosis
Preparación del terreno		Tractor, herbicidas (glufosinato de amonio y 2-4D), arado, rastra	Glufosinato de amonio 100 cc/bomba L 2-4D 125 cc/bomba 18 L
Siembra	0	Semilla, fungicida, Insecticida, Sembradora, 10-30-10	20 kg/ha semilla, 7 qq/ha (10-30-10)
Preemergente	1	Atrazina	100 cc/bomba 18L
Fertilización 1	28	Urea	6 qq/ha
Foliales	34	Amino Mix y Tecamin Max	100 cc de c/u por bomba 18 L
Insecticida	34	Karate	25 cc/bomba 18 L
Herbicida hoja ancha	35	2, 4D	125 cc/bomba 18 L
Fertilización 2	61	Urea	7 qq/ha
Cosecha	90	Tractor, cosechadora, carreta	

2.2.3. Soya forrajera (*Glycine max*) variedad Cigrass 06

Por sus características nutricionales, su alta productividad en términos de materia seca y la facilidad que esta ofrece para la cosecha mecánica, la soya (*Glycine max*) representa un excelente potencial forrajero, aún no explotado comercialmente en Costa Rica (Tobía y Villalobos, 2004).

El forraje de soya es de excelente calidad y el costo de producirlo es relativamente bajo. Se le puede aprovechar como ensilaje, en mezcla con otros forrajes ricos en carbohidratos solubles y melaza, o bien, se puede secar, moler y usar en mezclas balanceadas de mayor duración, y que pueden transportarse y comercializarse como cualquier producto de esta naturaleza (Tobía y Villalobos, 2006).



Figura 8. Plantas y plantación de soya FESL

Características de la semilla de soya utilizada (CIGRAS-06)

La variedad CIGRAS-06 liberada por el Centro de Investigación en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica, pertenece al grupo de madurez VII 'CIGRAS-06' y fue seleccionada por su alta productividad, no solamente en diferentes localidades de Costa Rica, sino también en Nicaragua, donde superó a la variedad local 'CEO-86' en un 50 %. En Costa Rica se han obtenido valores que oscilan entre 9 y 12 t MS/ha. El valor nutricional del forraje de soya es excelente, su contenido de proteína (20 %), supera en un 25 % a la mayoría de los alimentos balanceados que se venden para la producción de leche y carne en Costa Rica (Tobía y Villalobos, 2006).

Como parte de los objetivos de establecimiento de forrajes y conservación de estos se cultiva anualmente un área de 2000 m² con soya de la variedad CIGRAS 06. La dosis de semilla utilizada fue de 300 000 semillas por hectárea. Y con esto contar con un

banco de semilla para siembra en la propia finca y ofrecer semilla de alta calidad a los productores con los que el programa trabaja y acompaña.

Siembra y manejo agronómico de la Soya

El establecimiento de la soya se realiza al inicio de la temporada lluviosa, en el caso de la que se utilizara para forraje, para este caso y las condiciones de la zona la corta se realiza entre los 120 y 130 días después de la siembra cuando la planta se encuentra en el estado vegetativo de R6. En el caso de la semilla para ser utilizada como banco de germoplasma la siembra se realiza a finales del mes de septiembre para ser cosechada durante la época seca (finales de enero o inicios de febrero). La siembra se realiza a chorrillo de forma mecánica con la sembradora utilizando 18 semillas por metro lineal, colocando la semilla 1 a 3 cm de profundidad, con una distancia entre surcos de 0,7 metros, para alcanzar una densidad aproximada de 300 mil plantas por hectárea.



Figura 9. Plantación de soya (distancia y densidad de siembra utilizadas en la FESL

En el cuadro 4 se presentan las actividades que se realizaron durante la preparación del terreno y el manejo agronómico implementado al cultivo de soya.

Cuadro 4. Protocolo para el manejo de sorgo forrajero de la FESL utilizado para la alimentación de animales durante las épocas críticas y de escasez de alimentos.

Actividad	Días	Producto	Dosis
Preparación del terreno		Tractor, herbicidas, arado, rastra	Glufusinato de amonio 100 cc/bomba L 2-4D 125 cc/bomba 18 L
Siembra	0	Semilla, fungicida, Insecticida, Sembradora, 10-30-10	25 kg/ha 7 qq/ha (10-30-10)
Preemergente	1	Prowl+ afalon	Prowl 100 cc/bomba 18 L Afalon 1 L/ha
Herbicida Hoja ancha	14	Basagram	70 cc/bomba 18 L

Herbicida gramíneas	29	Fusilade	90 cc/bomba 18 L
Fertilización 1	30	Urea	5 qq/ha
Herbicida hoja ancha	42	Flex	50 cc/bomba
Fertilización 2	58	Urea	10 qq/ha
Insecticida	58	Karate	25 cc/bomba 18 L
Foliare	58	Amino Mix, Vigor y Tecamin Max	100 cc de c/u por bomba 18 L
Corta	120 a 130	Tractor, cosechadora, carreta (trabajadores)	
Recolección de semilla	150	Trabajadores	

La soja se cosecha puede aportar entre 1000 y 2000 kg de proteína ha. Por otra parte, este forraje además de contener altos contenidos de proteína y bajos porcentajes de fibra, en comparación con las gramíneas, provee una alta concentración de energía (Tobía *et al.*, 2004).

2.2.4. Pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*)

El género *Pennisetum* es de los más utilizados en Costa Rica para la alimentación de los rumiantes, el *P. purpureum* conocido como King Grass, es de origen africano, robusto, vigoroso y perenne de crecimiento erecto, de 2 a 4 m de altura, por lo cual han sido introducidos en todas las regiones tropicales y subtropicales.

Es una de las especies de corte más importantes en los trópicos y subtrópicos por la facilidad que tiene de establecimiento, adaptación amplia a los suelos, alta producción de biomasa, adecuado valor nutritivo, buena palatabilidad y aceptación por el ganado.

En lo que respecta a la producción y composición bromatológica de este forraje la literatura y con base a los resultados obtenidos en la FESL se han obtenido producciones entre 50-70 toneladas de forraje verde por corte, lo que equivale a 10-14 toneladas/ha de materia seca con una edad de rebrote de entre 60-80 días. Con este nivel de producción se pueden lograr de seis a ocho cortes anuales alcanzando producciones anuales de entre 300 a 400 toneladas de forraje verde equivalentes a 60 a 80 t/ha de forraje seco (Cortes y Olarte, 2018).

A edades de corta entre los 50 y 80 días hemos encontrado contenidos de proteína que van desde el 7,5% y 12,5%. Porcentajes de materia seca superiores al 15%.

Contenidos de fibra detergente neutro superiores al 60%, digestibilidad de la materia seca in vitro entre el 40 y 60% y contenidos energéticos de 1.1 Mcal/Kg de MS de energía neta de lactancia (Villalobos, 2020).



Figura 10. Banco forrajero de pasto King grass.

Siembra y manejo agronómico del pasto King grass

Para establecer un banco forrajero de pasto King grass se debe realizar una preparación del terreno comiéndola realizar un pase de arado de disco longitudinalmente a una profundidad de 25 cm y dos pases de rastra a una profundidad de 20 cm; realizar la aplicación de abonos dependiendo de la fertilidad del suelo, la adición del fertilizante en la siembra se realiza al fondo del surco, antes de colocar la semilla vegetativa en hilera.

Por las características de la semilla botánica la cual posee porcentajes de germinación bajos (10 a 15%), se prefiere propagarlo vegetativamente por estacas (material asexual) con estolones, tallos o cañas de 3 a 5 yemas, lo que permite obtener rebrotes vigorosos, y lograr el establecimiento entre los 120 a 150 días después de la siembra. Los tallos se colocan en forma manual con distancias de 0.5 m entre hileras y 0.05 m entre las puntas, cuando el material vegetativo esté colocado se procede a taparlo con tierra de los entre surcos, con una capa de suelo no superior a los 5 centímetros. Se recomienda usar entre 1,5 y 2 toneladas de material vegetativo por hectárea. La semilla no debe ser muy tierna con una edad aproximada de entre 80 y 90 días para asegurar calidad (Cortes y Olarte, 2018).

Otras formas de siembra recomendadas y utilizadas son; la siembra inclinada que consiste en una vez preparado el terreno y se corta la semilla en trozos que tengan al menos tres yemas, se entierran las estacas de forma inclinada, dejando una yema afuera

y separadas 50 x 50 cm. Otro método recomendado denominado por cañas comprende el tallo entero, despuntado desprovisto de hojas; colocando la caña al fondo del surco y se tapa con tierra.

La fertilización de este pasto es una práctica de suma importancia para contar con altas producciones y de buena calidad. En general, una fertilización requiere aproximadamente de 75 Kg/ha de nitrógeno, aplicado después de cada corte (4 qq/urea/ha). Estos valores se ajustan de acuerdo con el análisis de suelo.

Es importante considerar la aplicación de materia orgánica (abonos orgánicos) producidos en la finca con subproductos de la ganadería esta práctica favorece la presencia de materia orgánica y repercute en la porosidad del suelo permitiendo el avance de las raíces, el movimiento del aire y del agua.

En lo que respecta a la cosecha del material está muy relacionada con la producción de biomasa y la composición nutricional, el corte debe ser lo más cerca del suelo, a unos 5 o 10 cm. Los cortes deben realizarse cada 45 a 60 días en época de lluvias y hasta cada 70-80 días en verano, cuando el pasto alcance una altura de 1.20 a 1.50 m (Cortés y Olarte, 2018).



Figura 11. Pasto King grass FESL

2.2.5. Morera (*Morus alba*)

La morera (*Morus alba*) es una planta de porte bajo perteneciente a la familia Moraceae. De origen Himalaya. Se han registrado muy buenos rendimientos de biomasa en los siguientes rangos climáticos: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80 %. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 msnm de altitud, extendiéndose de zonas tropicales a

templadas. Aunque es una especie muy extractiva de nutrientes del suelo, es muy eficiente en la utilización de estos cuando se aportan como abono orgánico. Se puede reproducir por semilla, estaca, acodo e injerto (Alpizar, 2010).

La producción de materia seca por hectárea depende de la variedad, la localidad, la densidad de siembra, las aplicaciones de fertilizante, y la técnica de cosecha. Puede producir buenas cantidades de biomasa (10,6 ton/ha/año). La característica más sobresaliente de esta especie es su calidad nutricional, donde sobresalen los valores bromatológicos, altos contenidos de PC superiores al 14% y valores de DIVMS de 75 a 85%, una MS que varía entre 19 y 25% (Alpizar, 2010).



Figura 12. Plantación banco forrajero morera

Siembra y manejo agronómico de la morera

El método utilizado para la propagación de esta planta se da por medio de estacas plantadas de forma directa, la longitud de estas debe ser de 25 a 40 cm de largo y con no menos de tres yemas tomadas de ramas lignificadas. Debe de enterrarse a 3 o 4 cm de profundidad, si el suelo no es muy compacto, no es preciso preparar el terreno antes de la siembra, siendo solo necesario eliminar las plantas acompañantes. En sitios planos y en plantaciones compactas la distancia de siembre recomendable es de 40 cm entre plantas y 1,0 m entre surcos, para una densidad de 25 000 plantas por hectárea, el primer corte se debe de efectuar a los 12 meses de edad después de su establecimiento, y si la fertilización es adecuada, la frecuencia de poda es cada 3 meses (90 días) en zonas húmedas y cada 4 meses en zonas secas, a una altura de 0,3 a 0,5 cm del suelo.

Al establecimiento se recomienda utilizar de 16 a 20 g por planta de una mezcla, en partes iguales de fertilizante 10-30-10 y Nitrato de amonio (Alpizar, 2010).



Figura 13. Establecimiento banco forrajero de morera FESL

Por su alta capacidad de producción y por la elevada concentración de minerales en la biomasa, la morera extrae gran cantidad de nutrimentos del suelo, para suplir estas necesidades de nutrientes es conveniente aplicar fertilizantes químicos u orgánicos. Se reportan rendimientos de biomasa verde de morera de 120 ton/ha/año al utilizar 1,2 Kg de estiércol de cabra por planta, lo que indica muy buena respuesta de esta planta a fertilizaciones orgánicas.

El manejo agronómico anual de la morera en la FESL es el siguiente: dos fertilizaciones al año de abono químico, utilizando una mezcla a razón de 30%, 50% y 15% de 10-30-10, nitrato de amonio y sulfato de potasio, respectivamente. De esta mezcla se aplica una dosis de 20 g/planta; se realiza una tercera fertilización con abono orgánico (estiércol de cabra y oveja), utilizando una dosis de 1 kg/planta.

La cosecha del forraje se realiza a una altura de corte de 40 cm y una edad de 90 días de rebrote, etapa en que la planta posee los mayores contenidos nutricionales y una alta digestibilidad.

2.2.6. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Dentro de las especies arbóreas y arbustivas con potencial en la alimentación animal utilizadas en el sistema de producción de leche bovina de la FESL, encontramos el botón de oro o *T. diversifolia* el cual destaca por su capacidad para la producción de forraje y de adaptación a condiciones tropicales (García *et al.* 2008; Alonso, *et al.* 2013; Arias, 2018). Es un arbusto de la familia Asterácea, originario del sur de México, América central y parte de Sur América, ampliamente distribuido en la actualidad en los trópicos húmedos y subhúmedos de América Central y del Sur, Asia y África (Crespo, *et al.* 2011).



Figura 14. Planta de botón de oro en floración

Dentro de las características agronómicas y bromatológicas que la hacen ser una planta con un alto potencial para la alimentación de rumiantes, destacan: adaptabilidad a distintas altitudes (desde 0 metros sobre el nivel del mar hasta los 2700 msnm, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 milímetros anuales), adaptación a suelos de baja fertilidad, baja utilización de insumos, alta producción de biomasa (hasta 275 toneladas de materia fresca, alrededor de 55 toneladas anuales de MS por hectárea, dependiendo de la distancia de siembra y edad de cosecha), altos porcentajes de PC (entre 14,8% y 28,7%) y alta degradabilidad de la MS (superiores al 70%) (Arias, *et al.* 2018; González *et al.* 2014; Alonso, *et al.* 2013; Lezcano, *et al.* 2012;).



Figura 15. Banco forrajero de botón de oro FESL

Siembra y manejo agronómico del botón de oro

En lo que respecta a la siembra o establecimiento de la planta se puede realizar por estacas o por semilla sexual. En el primer caso se utilizan estacas de 20 a 30 centímetros de largo, que contengan de 3 a 5 yemas, las cuales por lo general se obtienen de la parte

media de los tallos verdes. El enraizamiento es bastante rápido mostrando primeros indicios de estas aproximadamente a los 7 días posterior a la siembra.



Figura 18. Semilla de botón de oro iniciando etapa vegetativa

En lo que respecta a la semilla sexual, ésta se plantea como un método alternativo de siembra, sin embargo, los reportes de germinación en general no han sido muy alentadores donde se ha reportado niveles máximos de 16,3%.

La preparación del terreno y manejo agronómico en una plantación de Botón de oro es variable. En el caso de los bancos forrajeros de botón de oro de la FESL, para su establecimiento se ha utilizado el método de mínima labranza del terreno (únicamente con chapea y sin utilizar graminicidas, fertilizantes o sistemas de riego en las parcelas experimentales).

Para realizar la siembra de esta especie se utilizan estacas de 20-30 cm de longitud tomadas del primero y segundo tercio del tallo, se siembra una estaca por sitio de manera vertical, en un hueco elaborado con macana y se enterró la estaca 5 cm.

La distancia de siembra utilizada es de 1 metro entre calles y 0,5 metros entre plantas, dando una densidad de siembra utilizada es de 2 plantas por metro cuadrado, lo que da una densidad por hectárea de 20 mil plantas.

El cultivo se cosecha por primera vez a los 5 meses (150 días) y posteriormente se realizan cortes cada 50 días. La cosecha de forraje se realiza con una altura de corte de 50 cm sobre el suelo, tomando como referencia las recomendaciones realizadas por Arronis (2015).

Para el manejo de malezas se realizaron tres chapias con motoguadaña durante la época de lluvias. Con respecto a la fertilización, no se aplicó ningún tipo de formulaciones químicas ni orgánicas.

En lo que respecta a la fertilización debido a estudios recientes en donde se muestra que la planta tiene una respuesta bastante positiva tanto para la producción de biomasa y calidad bromatológica se ha establecido un plan de fertilización en donde se aporten 200 Kg de Nitrógeno por hectárea, ya sea de fuentes inorgánicas (urea, 46% N) o fuentes orgánicas lombricompost (entre 1,5 y 2,5% N). Esta aplicación se recomienda hacerla de manera fraccionada dos o tres aplicaciones durante la estación lluviosa del año (junio, agosto y octubre), y con esto lograr un mejor aprovechamiento del fertilizante por parte de las plantas.

2.2.7. Nacedero (*Trichanthera gigantea*)

El nacedero es un árbol el cual pertenece a la familia Acanthaceae, Se adapta a diferentes ecosistemas tropicales como bosque tropical seco y húmedo. La producción de forraje verde de este árbol va desde de las 0,79 hasta las 16,74 ton MV/ha, dependiendo mucho de la densidad de siembra y la edad de cosecha. El valor nutricional del forraje varía dependiendo mucho del tipo de suelo, edad de corte y condiciones climáticas. Los análisis bromatológicos muestran un alto contenido de proteína (16,61% de PC), calcio (2,3%) y fósforo (0,37%), esto lo hace ideal para alimentar rumiantes (Rojas, 2018).

Por composición nutricional esta planta es utilizada para la alimentación rumiantes como los bovinos, caprinos, ovinos equinos, mulas y búfalos, además, ser utilizada en monogástricos como cerdos y aves por lo que representa una valiosa contribución a los sistemas pecuarios sostenibles (Rojas, 2018).



Figura 16. Banco forrajero nacedero FESL

Siembra y manejo agronómico del nacedero

Con la finalidad de obtener los mejores resultados y rendimientos en nuestros sistemas productivos, antes del establecimiento de cualquier plantación se debe realizar un análisis fisicoquímico de los suelos que se van a utilizar para la siembra del forraje.

La preparación del terreno para la siembra del nacedero inicia con 1 Pase de subsolador o rastra pesada, se debe aplicar herbicida sistémico de 15 a 22 días antes de la siembra. En casos de suelos compactados se recomienda un pase de subsolador o rastra pesada si las características del área a sembrar lo permiten.

Al momento de cosechar la semilla vegetativa (estacas), las ramas deben de tener al menos 150 días de la última corta. Al cortar las estacas, estas deben de tener al menos 3 nudos. Las estacas no deben almacenarse por más de 72 horas debido a que se deshidratan y pierden potencial de germinación. Las estacas deben tener un corte en forma de bisel de 45°.



Figura 20. Semilla vegetativa utilizada para el establecimiento de banco forrajero de nacedero FESL

La densidad de siembra utilizada en la finca Experimental Santa Lucia, es de 2,5 plantas m^2 , contando con 25000 plantas por hectárea. La distancia de siembra utilizada para obtener esta densidad es de 0,8 m entre surcos y 0,5 m entre plantas.

Se deben hacer hoyos de al menos 15 cm de profundidad con una macana o con una barra de hierro, posteriormente se debe colocar la estaca de forma vertical. Uno de los nudos debe quedar bajo la superficie del suelo donde saldrá el rebrote radicular, y los otros 2 nudos sobre la superficie del suelo donde se espera que emerjan los rebrotes foliares. Luego es necesario fijar la estaca al suelo para asegurar el sostén de estas. Si existen los recursos económicos, se recomienda aplicar un enraizador con el objetivo de promover el crecimiento de las raíces.

Al momento de la siembra se aplicarán 6 sacos de fertilizante 10-30-10 (11 g/planta). La aplicación de nitrógeno deberá realizarse en tres fracciones: al primer, cuarto y octavo mes pos-siembra con una dosis de 2,7 gramos por planta (66,7 Kg urea/ha), equivalente a 30,7 Kg N/ha en cada aplicación. El potasio deberá realizarse en dos fracciones: al primer y cuarto mes posterior a la siembra. En cada aplicación se deberá utilizar una dosis de 3 g por planta (77 Kg cloruro de K/ha), equivalente a 46,2 Kg de Kg/ha.

Después del establecimiento se recomienda realizar aplicaciones en donde se utilicen 6 sacos de fertilizante 10-30-10 (11 g/planta), una dosis de 2,7 gramos de urea por planta (66.7 Kg urea/ha), 3 g de cloruro de potasio por planta, que equivalen a 77 Kg cloruro K de kg/ha.

El primer corte se recomienda realizarlo entre 10 y 12 meses debido a que se debe garantizar su establecimiento, procurando un buen desarrollo de sus raíces. Los cortes sucesivos se realizan con una frecuencia entre 90 y 100 días.

El manejo de las alturas de corte está estrechamente relacionado con las condiciones climáticas. Cuando hay escasez de lluvias y las temperaturas son altas, las alturas de corte deberán ser de entre 1,3 y 1,5 m (Gómez et al., 2002); mientras que durante la época de lluvias se pueden manejar alturas de corte de 1 m. La labor de cosecha se debe realizar con machetes muy bien afilados, de modo que se evite provocar quebraduras en las ramas, las cuales se pudren y no generan rebrotes. También se pueden utilizar tijeras para podar, haciendo cortes limpios.

3. Referencias bibliográficas

- Villalobos, L. (2020). Fichas de forrajes (piso, corte, arbustivas). Red nacional de pastos y forrajes- Cámara Nacional de Productores de Leche.
- Alonso, J., Achang, G., Santos, L. D. T. & Sampaio, R. A. (2013). Productividad de *Tithonia diversifolia* y conducta animal a diferentes momentos de comenzar el pastoreo. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 25, Article #192.
- Alpizar, A. (2014). Efecto de la incorporación de diferentes niveles de morera (*Morus alba*), en el ensilaje de sorgo (*Sorghum alnum*) sobre la calidad nutricional y el costo por kilogramo de materia seca digestible. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. 110 p.
- Arias, L.M. (2018). Evaluación del uso de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como suplemento de vacas Jersey en etapa productiva. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional, Heredia.
- Arias, L.M., Alpizar, A., Castillo, M., Camacho M.I., Arronis, V. & Padilla, J. (2018). Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. Heredia. Costa Rica. *Pastos y Forrajes*, Vol. 41, No. 4.
- Arronis, V. (2015). Banco forrajero de Botón de oro (*Tithonia Diversifolia*). *InfoAgro*, 2.
- Bonilla, N. (2009). Variedad de Maíz: Proteinta, Diamantes 8843, Nutrigrano, EJA2. Proyecto granos básicos. INTA. Costa Rica.
- Bonilla, N. (2009b). Variedad de Maíz: Proteinta, Diamantes 8843, Nutrigrano, EJA2. Proyecto granos básicos. INTA. Costa Rica.
- Cárdenas, J. V., Sandoval, C. A. y Solorio, F. J. (2003). Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México*. 43 (3):283-294.

- Cortes, D. y Olarte, J. (2018). Pasto de corte king grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides*), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias. Working papers – ECAPMA Vol. 2, Núm. 1. 10 pág.
- Crespo, G., Ruiz, T. E. & Álvarez, J. (2011). Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45, 79–82.
- García, D., Medina, M.G., Clavero, T., Humbría, J., Baldizán, A. & Domínguez, C. (2008). Preferencia de árboles forrajeros por cabras en la zona baja de los andes Venezolanos. *Revista Científica* ISSN 0798-2259.
- García, J. (1997). Hojas Divulgadoras. El Ensilaje de Maíz. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 25 pág.
- Gómez, M.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Rosales, M.; Molina, C.; Molina, C; Molina, E. y Molina, J. (2002). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: matarratón (*Gliríddia septum*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), pízamo (*Erythrina fusca*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). 3ª Edición. Calí, Valle, Colombia. 147 pag.
- González, J. C., Hahn von, C. M. & Narváez, W. (2014). Botanical characteristics of *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) and its use in animal diet. Boletín científico centro de museos museo de historia natural. 18(2), 45–58. 26.
- Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I. & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 275–282.
- Madriz, J. A. (2013). Situación Actual y Perspectivas del Sector Lácteo Aporte de la Producción de Leche a la Economía Nacional 2013. 20 Congreso Nacional Lechero 2013, 62.
- Mangado J. (2006). Como realizar correctamente el ensilaje de maíz. *Revista Afigra* No 64. 56-62 pp.
- Martínez, A. (2003). Ensilabilidad de especies pratenses en Asturias y su interacción con el uso de aditivos. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, España. 450 pp.
- Paliwal, R. L. *et al.* (2001). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción, FAO, Departamento de Agricultura, Roma, <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM>
- Pezo, D. (2018). Establecimiento y Manejo de Sistemas Intensivos de Pastoreo Racional. CATIE, primera edición, Turrialba, Costa Rica. 62 pág.
- Rivera, J. y Taborda, F. (1997). Rendimiento de materia verde, materia seca y proteína cruda del cultivar local Criollo Blanco Alto (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Catedra de Genética de las Facultades de Agronomía LUZ y Ciencias Agropecuarias URU. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 1997, 14: 433-438.

- Rodriguez, S., Carrasquel, S., Bodisco, V. (1971). Rendimiento, composición y persistencia a cortes de 8 cultivares de sorgo forrajero Sección Zootecnia, Centro Investigaciones Agronómicas, Ministerio Agricultura y Cría. Maracay - Venezuela. *Agronomía Tropical* 21(6):511-53.
- Rojas, D. (2018). Efecto del guineo cuadrado (*Musa* sp.), sobre la calidad nutricional y fermentativa de ensilajes de Morera (*Morus alba*) y Nacedero (*Trichanthera gigantea*). Tesis de grado para optar al grado de Licenciatura en Agronomía con énfasis en Agricultura Alternativa. 119 p.
- Tobía, C., Y Villalobos, E. (2006). USO DEL FORRAJE DE SOYA (*Glycine max* L. Merr.) VARIEDAD CIGRAS 06 EN LA NUTRICIÓN DE LOS RUMIANTES. *Researchgate*, (January), 11.
- Tobía, C., Y Villalobos, E. (2004). PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE SOYA. *Agronomía Costarricense*, 28(1), 17–25.
- Tobía, C.; Rojas, A.; Villalobos, E.; Soto, H. & Uribe, L. (2004). Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28 (2):27-35, 2004.
- Villalobos, L. (2020). Fichas de forrajes (PISO, CORTE, ARBUSTIVAS). Red nacional de pastos y forrajes- Cámara Nacional de Productores de Leche.