

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Colección Transformación del Agro

Sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 (*Sorghum bicolor*) Alternativa forrajera para la alimentación de bovinos en la región Caribe

Sergio Luis Mejía Kerguelén
Emiro Andrés Suárez Paternina
José Jaime Tapia Coronado
Liliana Margarita Atencio Solano



El campo
es de todos

Minagricultura



Sorgo dulce forrajero Corpoica JYT-18 (*Sorghum bicolor*)

Alternativa forrajera para la alimentación de bovinos en la región Caribe

Sergio Luis Mejía Kerguelén
Investigador PhD,
Red de Ganadería y Especies Menores
Centro de Investigación Turipaná
Correo: smejia@agrosavia.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2498-756X>

Emiro Andrés Suárez Paternina
Investigador máster,
Red de Ganadería y Especies Menores
Centro de Investigación Turipaná
Correo: esuarez@agrosavia.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2271-7160>

José Jaime Tapia Coronado
Investigador máster,
Red de Transitorios
Centro de Investigación Turipaná
Correo: jtapia@agrosavia.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3621-5316>

Liliana Margarita Atencio Solano
Investigadora máster,
Red de Raíces y Tubérculos
Centro de Investigación Turipaná
Correo: latencio@agrosavia.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8425-1621>

Mosquera, Colombia, 2020

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Mejía Kerguelén, Sergio Luis

Sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 (*Sorghum bicolor*): alternativa forrajera para la alimentación de bovinos en la región Caribe / Sergio Luis Mejía Kerguelén [y otros tres] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

48 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye fotos, gráficos, tablas

ISBN obra impresa: 978-958-740-398-5

ISBN E-book: 978-958-740-400-5

1. *Sorghum bicolor* 2. Plantas forrajeras 3. Alimentación de los animales 4. Tratamiento de semillas 5. Rendimiento del forraje 6. Producción pecuaria 7. Control de plagas 8. Costos de producción I. Suárez Paternina, Emiro II. Tapia Coronado, José Jaime III. Atencio Solano, Liliانا

Palabras clave normalizadas según Tesoro Multilingüe de Agricultura Agrovc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Turipaná. Kilómetro 13, vía Montería-Cereté, Córdoba. Código postal: 230550, Colombia.

La presente publicación se elaboró con información del proyecto "Estrategias para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción de leche y/o carne en el Caribe húmedo" y "Modelo de adaptación y prevención a cambios climáticos. Parcela de integración sistema de ganadería de doble propósito, departamento de Bolívar".

Colección: Transformación del Agro

Primera edición: 200 ejemplares

Publicado en Bogotá, Colombia, octubre de 2020

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliانا Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie de la Cuadra Nuñez

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Impresión: DGP Editores

DOI:

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7404005>

Citación sugerida: Mejía Kerguelén, S. L., Suárez Paternina, E., Tapia Coronado, J. J., & Atencio Solano, L. (2020). *Sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 (Sorghum bicolor): alternativa forrajera para la alimentación de bovinos en la región Caribe*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

<http://www.agrosavia.co/>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Agradecimientos	11
Antecedentes	12
Características de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	13
Establecimiento y recomendaciones de manejo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	14
Estimación de la cantidad de forraje para producir y el área del cultivo para sembrar	14
Suelos y clima	16
Selección del lote	16
Análisis físico y químico del suelo	16
Adecuación del terreno para la siembra	17
Tratamiento de semilla	18
Siembra	20
Manejo de arvenses	21
Manejo de la fertilización	22
Manejo de plagas y enfermedades	24

Cosecha	26
Conservación del forraje	28
Resultados relevantes en la región Caribe	29
Rendimientos de forraje verde del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en la región Caribe colombiana	29
Composición química y digestibilidad de la materia seca del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	32
Producción de leche en animales suplementados con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	33
Producción de carne en animales suplementados con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	36
Costo de producción para ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en diferentes localidades de la región Caribe colombiana	36
Referencias	38
Anexo	40





Lista de figuras

Figura 1	Implementos más utilizados para la labranza	17
Figura 2	Protección de la semilla de sorgo dulce forrajero	19
Figura 3	Métodos de siembra para el cultivo de sorgo dulce	20
Figura 4	Fertilización manual del cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	24
Figura 5	Panoja del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 con granos en estado lechoso-pastoso de color verde pálido	26
Figura 6	Cosecha para ensilaje	27
Figura 7	Formaleta metálica	28
Figura 8	Cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	30
Figura 9	Condición corporal de vacas doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar	35
Figura 10	Vacas doble propósito suplementadas con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar	35
Figura 11	Formaleta armada	41
Figura 12	Segmentos de formaleta	41



Lista de tablas

Tabla 1	Rendimiento (t/ha^{-1}) de forraje verde del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en un solo corte, en diferentes localidades de la región Caribe colombiana	31
Tabla 2	Rendimiento (t/ha^{-1}) de forraje del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en monocultivo y asociado con maíz y frijol en el valle medio del río Sinú	31
Tabla 3	Calidad nutricional del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18	33
Tabla 4	Producción de leche ($L/vaca^{-1}/d^{-1}$) de vacas doble propósito suplementadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Candelaria, Atlántico	33
Tabla 5	Producción de leche ($L/vaca/d^{-1}$) de vacas doble propósito suplementadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar	34
Tabla 6	Costos de producción ($\$/ha^{-1}$) del cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 para ensilaje en diferentes localidades de la región Caribe colombiana	37
Anexo 1	Especificaciones de la formaleta para elaboración de ensilaje y henolaje	40



Agradecimientos

Los autores agradecen a los investigadores y profesionales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que participaron de los proyectos “Estrategias para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción de leche y/o carne en el Caribe húmedo” y “Modelo de adaptación y prevención a cambios climáticos. Parcela de integración sistema de ganadería de doble propósito, departamento de Bolívar”, los cuales permitieron la evaluación del sorgo dulce forrajero en sistemas ganaderos de la región Caribe. Asimismo, extienden un especial agradecimiento a productores y ganaderos que hicieron parte del proceso de investigación y que brindaron sus aportes para la obtención de alternativas de alimentación para bovinos en épocas críticas.

Antecedentes

En la región Caribe colombiana, los sistemas ganaderos basan la alimentación en el pastoreo de gramíneas tropicales, ya que es la forma más práctica y económica de hacerlo. Sin embargo, regularmente estos se ven afectados por la estacionalidad de las lluvias, lo cual limita los rendimientos y la calidad nutricional de los forrajes; e impacta de manera negativa en los indicadores productivos y reproductivos de los animales.

En este orden de ideas, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en alianza con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Internacional de Investigación en Cultivos para el Trópico Semiárido (Icrisat), en la década de los noventas, introdujo varios materiales de sorgos forrajeros con un gen de androesterilidad ($ms3$) para facilitar el proceso de recombinación, genotipos que se caracterizaban por tener alta capacidad de macollamiento y por ser de tallo dulce. Posteriormente, en 1997, se inició un ciclo de recombinación de la población introducida, con variedades de sorgo graníferas, adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de los Llanos Orientales, con el objeto de generar variedades forrajeras por medio de selección recurrente, con buena producción de grano. Los criterios tenidos en cuenta para la selección de las líneas avanzadas fueron la resistencia a plagas y enfermedades foliares, la capacidad de macollamiento, la producción de macollas, el rendimiento y los tallos jugosos con bajo contenido de lignina (Bernal et al., 2014).

Después de varios ciclos de selección, en el año 2000, las líneas forrajeras fueron avanzadas a S6; luego, durante 2005 y 2006 se evaluaron en los departamentos de Córdoba, Meta y Tolima, y fueron seleccionadas las líneas avanzadas por presentar altos rendimientos de forraje y tallo dulce. Las líneas de sorgo presentaron rendimientos de forraje de 65 t/ha^{-1} y concentraciones de carbohidratos solubles entre 12 % y 16 % a los 90 días después de la siembra (Bernal et al., 2006). Posteriormente, entre el 2007 y 2011 se continuó con

la evaluación y selección de las líneas de sorgo dulce en cuatro zonas del país: Córdoba, Meta, Tolima y Cesar. Como resultado de este proceso, se seleccionaron nueve genotipos de sorgo dulce, por sus altos rendimientos de forraje y concentraciones significativas de azúcares en los tallos (Bernal et al., 2011). Los genotipos seleccionados fueron sometidos a pruebas de evaluaciones agronómicas (PEA) en diferentes regiones agroecológicas del país, con el objetivo de seleccionar los de mejores atributos agronómicos. En este orden de ideas, la línea HT70 se destacó por presentar los mayores rendimientos de forrajes y concentraciones de azúcares, con lo cual se logró obtener el Registro Nacional de Cultivares como variedad de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Bernal et al., 2014; ICA, 2013).

Características de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

Corpoica JJT-18 es un genotipo de sorgo dulce forrajero adaptado a las subregiones del valle geográfico del río Magdalena, Caribe seco, Caribe húmedo y Orinoquía de Colombia. Se caracteriza por ser una gramínea forrajera de crecimiento rápido, con tolerancia a condiciones de sequía y salinidad. En cuanto a su reacción a enfermedades, presenta tolerancia moderada a: *Fusarium* sp., *Gloeocercospora sorghi*, *Macrophomina phaseolina*, *Helminthosporium turcicum*, *Cercospora sorghi*, antracnosis y complejo de hongos en la panoja. Respecto a plagas, puede ser afectado por: *Spodoptera* sp. y *Diatraea* sp., que se logran controlar con un manejo integrado de plagas (Bernal et al., 2014; ICA, 2013).

En las condiciones del Caribe colombiano, Corpoica JJT-18 puede demorar alrededor de cinco días para su emergencia; a partir de ahí alcanza la floración entre 64 y 77 días, y la madurez fisiológica entre 98 y 114 días. La cosecha para forraje se realiza entre 88 y 108 días después de la emergencia, cuando el grano se pueda comprimir fácilmente con los dedos (Bernal et al., 2014; ICA, 2013); en ese momento, se considera que el cultivo alcanza el mayor

rendimiento en materia seca y calidad nutricional del forraje. Este genotipo también se destaca por su alta capacidad de rebrote, ya que se pueden realizar hasta tres cortes por año, dependiendo las fechas de siembra y condiciones climáticas.

Las plantas de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 pueden alcanzar una altura de 300 a 334 cm aproximadamente, lo cual puede favorecer su volcamiento en época de lluvias con fuertes vientos. Asimismo, presenta en los tallos contenidos de sólidos solubles entre 13% y 15,5% (Bernal et al., 2014; ICA, 2013), característica que permite reducir el uso de melaza durante la elaboración del ensilaje, lo que disminuye sus costos de producción.

Establecimiento y recomendaciones de manejo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

El cultivo de sorgo se debe acompañar de prácticas de manejo agronómicas que permitan obtener rendimientos de forraje en cantidades suficientes para ser conservado como ensilaje y luego ser suministrado a los bovinos en las épocas críticas.

Estimación de la cantidad de forraje para producir y el área del cultivo para sembrar

Cuando se decide establecer cultivos forrajeros para la suplementación de los animales durante las épocas críticas, es importante determinar inicialmente la cantidad de forraje que se necesita y el área que será establecida en el cultivo para sembrar. Para lo anterior, se debe definir el número de animales a suplementar, la ración diaria que se va a suministrar por animal, la duración aproximada del periodo que se requiere suplementar y el rendimiento del material forrajero seleccionado. Con base en estas consideraciones, se plantea el siguiente ejemplo para la estimación de la cantidad de forraje de sorgo para utilizar y el área del cultivo por establecer.

Ejemplo: se requiere suplementar 20 vacas doble propósito, con una ración diaria por animal de 10 kg de ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, durante un periodo de 150 días.

Consumo vaca/d¹: 10 kg de ensilaje.

Consumo diario de 20 vacas: 10 kg de ensilaje × 20 vacas = 200 kg de ensilaje.

Consumo total durante el periodo: 200 kg de ensilaje × 150 días = 30.000 kg de ensilaje.

Con las condiciones edafoclimáticas de la región Caribe colombiana el rendimiento promedio del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 es de 42.900 kg/ha¹ en un solo corte. Sin embargo, se debe contemplar un margen de pérdidas cercano al 10% del rendimiento total. Así, para este ejemplo, se obtienen unos 42.210 kg/ha¹. En este sentido, se plantea una regla de tres para estimar el área requerida.

1 ha -----42.210 kg

X-----30.000 kg

$$X = \frac{30.000 \text{ kg} \times \text{ha}}{42.210 \text{ kg}} = 0,7 \text{ ha}$$

Se requiere establecer un área de 0,7 ha en sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, y así producir el forraje necesario para la suplementación de 20 vacas durante 150 días.

Suelos y clima

El cultivo de sorgo puede sembrarse en diferentes tipos de suelos, que presenten buen drenaje (libre de encharcamientos) y con un pH entre 5,5 y 7,8 (Centa, 2007). Para un normal crecimiento y desarrollo del cultivo, la temperatura puede oscilar entre 20 y 40 °C, a una elevación desde 0 hasta 500 m s. n. m y mucha luminosidad (luz incidente) para obtener altos rendimientos de forraje. La región Caribe se caracteriza por presentar entre 6 y 8 horas de luz al día.

El requerimiento hídrico del sorgo es menor en comparación con el cultivo de maíz. Algunos autores informan que el cultivo de sorgo necesita entre 400 a 600 mm de lluvia durante todo el ciclo del cultivo (Parra y Escobar, 1990). Sin embargo, en zonas como el municipio de Suan (Atlántico), se ha cosechado con una precipitación de 250 mm, con lo cual se han tenido excelentes producciones.

Selección del lote

El lote donde se establecerá el cultivo forrajero debe estar ubicado cerca del lugar donde se realizará el ensilaje; asimismo, al lugar donde se suministrará a los animales con el fin de reducir la mano de obra y los costos de transporte.

Análisis físico y químico del suelo

Antes del establecimiento de cualquier cultivo es recomendable hacer un análisis físico y químico del suelo, con el fin de realizar las respectivas recomendaciones en cuanto al manejo del suelo y el plan de fertilización que se va a utilizar. Actualmente, AGROSAVIA presta este servicio (para más información, véase: <https://www.agrosavia.co/media/3798/cata-logo-laboratorios-agrosavia.pdf>).

Adecuación del terreno para la siembra

Existen dos formas de adecuar el terreno: labranza convencional y labranza mínima o cero (para realizar siembra directa). Sin embargo, antes de seleccionar el tipo de labranza es necesario hacer un análisis físico del suelo, principalmente para conocer si este presenta algún grado de compactación. Si el suelo presenta problemas de compactación, se recomienda realizar un pase de cincel (labranza vertical). En caso de que el suelo quede con terrones muy grandes, se debe efectuar entre uno y dos pases con arado de discos (rastra pesada o liviana) hasta dejar el suelo en condiciones óptimas para la siembra (figuras 1a y 1b).



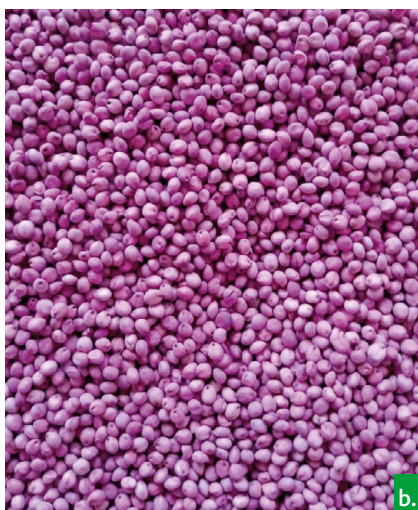
Fotos: José Jaime Tapia

Figura 1. Implementos más utilizados para la labranza. a. Arado de cincel; b. Arado de discos.

Cuando la disponibilidad de implementos agrícolas es limitada, el terreno presenta altas pendientes (lomas) o el productor no posee los recursos económicos suficientes, se recomienda el uso de la labranza mínima o cero. Para ello, se eliminan las plantas arvenses de forma manual utilizando machete, azadón o guadaña; o de forma química, con aplicaciones de herbicidas de amplio control como el glifosato o glufosinato de amonio, en dosis que varían entre 2 y 3 L/ha⁻¹, dependiendo del estado fisiológico de las arvenses.

Tratamiento de semilla

Se recomienda el uso de semilla certificada, ya que esta presenta una mayor pureza y vigor en el momento de germinar. Asimismo, antes de la siembra, es aconsejable proteger la semilla con un insecticida a base de imidacloprid para evitar daños ocasionados por insectos plagas como hormigas y trozadores. Para esto, se utilizan 3 mililitros del producto en 10 mililitros de agua, para 1 kilogramo de semilla. Lo anterior se coloca en un recipiente o en una bolsa plástica y se mezcla bien hasta impregnar uniformemente la semilla. Por último, se deja secar la semilla a la sombra durante 10 minutos (figuras 2a y 2b).



Fotos: José Jaime Tapia y Luis Sánchez

Figura 2. Protección de la semilla de sorgo dulce forrajero. a. Mezcla del producto insecticida o fungicida a la semilla. b. Semilla de sorgo dulce forrajero.

Siembra

Para la región Caribe, se recomienda realizar la siembra cuando empieza la temporada de lluvias durante el primer semestre del año (abril y mayo) y entre agosto y septiembre, para el segundo semestre. La siembra puede ser mecánica o manual (figura 3).



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 3. Métodos de siembra para el cultivo de sorgo dulce. a. Siembra mecánica utilizando sembradora de precisión; b. Siembra manual en surcos.

Si el productor opta por la siembra mecanizada, se recomienda utilizar una sembradora de precisión calibrada a una distancia de 0,8 m entre surcos, depositando de 12 a 15 semillas por metro lineal a una profundidad máxima de 1,5 a 2 cm. Con estas condiciones el productor puede utilizar entre 7 y 8 kg/ha¹ de semillas para sembrar.

Si la siembra es manual, se utilizan pitas para trazar los surcos a cada 0,8 m y con la ayuda de un gancho o cincel de un renovador de praderas se hace el surco para depositar la semilla. Manualmente se deposita la semilla a “chorrillo”, dejando entre 15 y 20 semillas por metro lineal, a una profundidad máxima de 1,5 a 2 cm, utilizando de 10 a 12 kg/ha¹. Es importante señalar que, una vez depositada la semilla, esta se debe tapar.

En ambos sistemas de siembra, es necesario que queden entre 10 y 12 plantas efectivas por metro lineal; con esto se obtiene una densidad de población entre 100.000 y 120.000 plantas ha¹.

Manejo de arvenses

La época crítica de competencia por luz, agua y nutrientes en el cultivo de sorgo es durante los primeros 35 días después de la emergencia (DDE), por ello es importante controlar oportunamente las arvenses. Para optimizar el manejo de las arvenses, se recomienda realizar monitoreos durante el desarrollo del cultivo, que permitirán identificar el tipo, el tamaño y la edad de las arvenses, y de esta manera hacer la mejor selección para su manejo e intervención en el momento oportuno. Para el control de las arvenses, se puede hacer uso de métodos culturales, mecánicos, químicos o la combinación de estos.

Para el método cultural, se recomienda utilizar una densidad de siembra óptima; para el caso del sorgo, varían entre 100.000 y 120.000 plantas ha¹, en caso de ser superior, que lleve a alta competencia entre plantas, se sugiere realizar raleo (entresaque de plantas). Asimismo, es importante hacer

de manera adecuada la fertilización, para que permita mantener el buen desarrollo de las plantas y tener la menor pérdida de producto que pueda ser aprovechada por las arvenses.

Para efectuar el método mecánico o manual, se eliminan las arvenses con machete o se remueven sus raíces, de manera que pierdan el contacto directo con el suelo.

En el caso del método químico, se recomienda la aplicación de herbicidas. De acuerdo con las experiencias de AGROSAVIA, se sugiere lo siguiente: primero, si antes de sembrar el sorgo han emergido arvenses, se puede hacer una aplicación con un herbicida no selectivo; segundo, entre los 10 y 12 días DDE, se puede realizar otra aplicación utilizando atrazina a una dosis de $1,5 \text{ kg/ha}^{-1}$, herbicida selectivo al sorgo que controla arvenses de hoja ancha con 2-3 hojas. Tercero, solo si se considera necesario, se lleva a cabo una aplicación dirigida entre los surcos del cultivo, con herbicidas a base de glufosinato de amonio en dosis de $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$.

Manejo de la fertilización

Para realizar un adecuado plan de fertilización en el cultivo de sorgo dulce forrajero, es necesario conocer los resultados del análisis fisicoquímico de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo. De esta forma, se calcularán la cantidad de nutrientes por aplicar y las fuentes o productos que se van a utilizar (Asociación Hortifrutícola de Colombia [Asohofrucol], 2015). El cultivo de sorgo, cuando se destina a la producción de forrajes, puede extraer gran cantidad de nutrientes por tonelada de forraje producido; en este sentido, Bernal et al. (2014) reportaron que la variedad de sorgo Corpoica JJT-18 logra extraer del suelo 2,6 kg de nitrógeno, 0,60 kg de fósforo, 2,7 kg de potasio, 0,36 kg de calcio, 0,37 kg de magnesio y 0,15 kg de azufre por tonelada de forraje verde.

Se recomienda el uso de abonos orgánicos con fertilizantes sintéticos como complemento para los requerimientos nutricionales del cultivo. Con la adición de abonos orgánicos se logra incrementar principalmente los rendimientos por unidad de área (Osuna Ceja et al., 2015). Muchos autores han sugerido varios abonos orgánicos para fertilizar el cultivo de sorgo, por ejemplo, el uso de estiércol de bovinos (Romero-Figueroa et al., 2015; Osuna Ceja et al., 2015) en dosis que varían de 5 a 10 t/ha⁻¹/año⁻¹, así como la aplicación de gallinaza para mayor producción de biomasa (Miralles de Imperial et al., 2011).

A continuación, se presenta un ejemplo que se ha implementado para la región:

1. La primera fertilización consiste en aplicar 2 t/ha⁻¹ (40 bultos de 50 kg) de abono orgánico a base de estiércol de ganado, antes de la siembra. No se debe incorporar al suelo.
2. Luego, a los 15 días de emergido el cultivo o cuando las plantas presenten cinco hojas bien formadas (figura 4), se aplican 100 kg/ha⁻¹ (2 bultos) de urea como fuente de nitrógeno. Esto ayudará a su rápido crecimiento.
3. Por último, a los 30 días de emergido el cultivo o cuando las plantas tengan entre 10 y 12 hojas bien formadas, se aplican nuevamente 100 kg/ha⁻¹ (2 bultos) de urea como fuente de nitrógeno.

El manejo integrado de fertilizantes sintéticos y abonos orgánicos es importante para mejorar la producción de sorgo y reducir el impacto negativo al medio ambiente. Recuerde aplicar los fertilizantes nitrogenados cuando haya suficiente humedad en el suelo.



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 4. Fertilización manual del cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18.

Manejo de plagas y enfermedades

Las principales plagas que afectan el cultivo de sorgo son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el barrenador del tallo (*Diatrea* sp.). Para un control oportuno de estas plagas, se recomienda monitorear constantemente el cultivo para detectar la presencia de larvas y así tomar las medidas necesarias para su control. Estos insectos se pueden manejar combinando diferentes alternativas, como controles biológicos, control cultural, control varietal y control químico.

El control biológico consiste en la aplicación de microorganismos como cepas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) —bastante eficaz en el control de gusanos—, el cogollero y el barrenador del tallo, que prácticamente se comen a la plaga.

Otra opción de control es el uso de productos orgánicos a base de plantas como nim (*Azadirachta indica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y árbol de paraíso (*Melia azaderach*). En el caso del nim, se utilizan la hoja, el tallo o la semilla;

estos se trituran y se mezclan con agua y jabón. La mezcla se deja en reposo por 24 horas, luego se extrae el líquido y se aplica al cultivo. Por cada kilogramo de nim triturado se pueden usar entre 20 y 25 litros de agua. Este producto puede ejercer función preventiva, realizando la aplicación a los 20 días de la siembra, antes de la aparición del insecto, y de control cuando se presenten los primeros síntomas de ataques (Mendoza & Tejada Vélez, 2013). Para el uso del árbol de paraíso, se toman las hojas y se muelen, al igual que con el nim, y se mezclan con agua y jabón; luego, se dejan en reposo por 24 horas. Por cada 1,5 kg de hoja se sugiere utilizar 20 litros de agua. Este producto se puede aplicar cada 15 días y altera el comportamiento y proceso de vida del insecto. Por último, tenemos el extracto de tabaco, para el cual se recomienda el uso de hojas secas (2 kg), las cuales se mezclan con agua (20 L) y vinagre (30 ml) y se dejan en reposo por 24 horas (Negrete y Morales, 2003). En algunas investigaciones, se ha observado que contar con productos a base de hongos y bacterias entomopatógenos y extractos de plantas de la región ayuda a optimizar el control sobre insectos como el gusano cogollero (González-Maldonado et al., 2015).

Si se requiere el control químico, se sugiere realizar aplicaciones tempranas con productos amigables con el medio ambiente, como aquellos a base de *Spinetoram*, en dosis bajas de $0,1 \text{ L/ha}^{-1}$ o cualquier inhibidor de síntesis de quitina (ISQ).

Otra plaga de importancia económica en la región Caribe es el pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*), que afecta directamente la lámina foliar. Estos insectos chupadores de la savia de la planta secretan azúcares que permiten la presencia de fumagina en las hojas. Esta fumagina (película de color negro sobre las hojas) afecta directamente el proceso de fotosíntesis y, por ende, el normal crecimiento y desarrollo de la planta.

Cosecha

Se debe monitorear el porcentaje de humedad de la planta a partir de los 85 DDE, con el fin de determinar el momento óptimo de la cosecha para la elaboración del ensilaje, el cual debe hacerse cuando la panoja presente granos en estado lechoso-pastoso, coincidiendo entre los 85 y 100 DDE, aproximadamente (figura 5). La altura de corte se puede realizar entre los 10 y 20 cm.



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 5. Panoja del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 con granos en estado lechoso-pastoso de color verde pálido.

Para pequeños productores que siembren hasta dos hectáreas, la cosecha se puede realizar mecánicamente utilizando picadoras con motor eléctrico o de combustible (figura 6a), y cuando el área es mayor, se utiliza una picadora acoplada a un tractor (figura 6b).



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 6. Cosecha para ensilaje. a. Utilizando picadora con motor eléctrico; b. Utilizando picadora acoplada al tractor.

Conservación del forraje

Con el fin de disminuir las pérdidas de forrajes, una de las alternativas que se recomienda para su conservación es el uso de formaletas (las especificaciones de sus características se relacionan en el anexo 1). El procedimiento para el uso es el siguiente.

Se arma la formaleta y se coloca un plástico en su base (figura 7); luego, se agregan capas delgadas de 15 a 20 cm del material picado y se compactan con pisones de madera o con los pies. A las capas de forraje de sorgo se les puede adicionar otros tipos de forraje, por ejemplo, de yuca, matarratón, leucaena, botón de oro y moringa, que presentan un mayor contenido de proteína. La calidad del ensilaje depende de una muy buena compactación del material.



Fotos: Emiro Suárez y Sergio Mejía Kerguelén

Figura 7. Formaleta metálica. a. Proceso de compactación del forraje con los pies; b. Torta de ensilaje; c. Tapada y amarre que ayuda al hermetismo.

Una vez llena la formaleta, se retira la estructura, se cubre el forraje con plástico (calibre 4, no es necesario que sea tan grueso) y se amarra fuertemente con pita de polipropileno. Se puede agregar suelo en la base del molde sobre el plástico para un mejor hermetismo. Después de 30 días de haberse realizado el ensilaje, se puede suministrar a los animales.

Resultados relevantes en la región Caribe

Rendimientos de forraje verde del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en la región Caribe colombiana

Dentro de las gramíneas utilizadas para la conservación de forraje, en la alimentación de rumiantes en épocas críticas, se encuentra el maíz, que se caracteriza por brindar altos rendimientos de forraje y ser de buena calidad nutricional; sin embargo, esta especie no suele tolerar periodos de sequía prolongada, por lo cual los rendimientos de grano y de forraje se pueden ver afectados. En este contexto, el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 (figura 8) se considera una excelente alternativa forrajera para la alimentación de los bovinos en la región Caribe colombiana, ya que dentro de sus atributos resaltan los altos rendimientos de forraje, la buena calidad nutricional y su tolerancia a periodos de sequías.



Foto: Emiro Suárez

Figura 8. Cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18.

Los rendimientos de forraje presentados por el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 han sido variables en las diferentes zonas agroecológicas donde se ha evaluado (tabla 1). Particularmente, en la zona del valle medio del río Sinú, zona caracterizada por tener suelos de mediana a alta fertilidad, ha presentado rendimientos de 53 t/ha^{-1} en un solo corte, y en las sabanas del departamento de Córdoba los rendimientos han sido de 52 t/ha^{-1} . Sin embargo, en zonas que presenten suelos con bajo contenido de materia orgánica y de nutrientes, de textura arenosa, pH relativamente ácido o alcalinos, como los de Hatillo de Loba, sur de Bolívar y Candelaria y sur del Atlántico, se han registrado rendimientos por el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 de $31,0$ y $27,0 \text{ t/ha}^{-1}$ en un solo corte, respectivamente. Estos rendimientos pueden ser considerados como aceptables y al mismo tiempo evidencian el grado de adaptación de este material a las diferentes zonas agroecológicas de la región Caribe, con lo cual superan ampliamente los rendimientos expuestos por materiales de sorgo criollos ($14,6 \text{ t/ha}^{-1}$).

Tabla 1. Rendimiento (t/ha⁻¹) de forraje verde del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en un solo corte, en diferentes localidades de la región Caribe colombiana

Localidad	Rendimiento de forraje verde
Cereté, Córdoba	53,1
Chinú, Córdoba	52,0
Candelaria, Atlántico	27,0
Hatillo de Loba, Bolívar	31,0
Promedio	40,7

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Corpoica (2015, 2017)

Como estrategia para aumentar los rendimientos, disminuir el volcamiento del sorgo y mejorar la composición nutricional de las principales gramíneas utilizadas para la conservación y alimentación de los bovinos durante las épocas críticas, se han desarrollado, a nivel experimental, ensayos que asocian sorgo y maíz con leguminosas herbáceas. En estos ensayos, se ha observado que los rendimientos de forrajes se incrementaron significativamente cuando se asocia sorgo con maíz y con frijol, con lo cual se superan los rendimientos cuando se establecen en monocultivo (tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento (t/ha⁻¹) de forraje del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en monocultivo y asociado con maíz y frijol en el valle medio del río Sinú

Material	Rendimiento de forraje verde *
Sorgo Corpoica JJT-18	77,9
Maíz híbrido	61,0
Sorgo Corpoica JJT-18 + maíz + fríjol	82,9

*Datos obtenidos en un solo corte.

Fuente: Mejía-Kerguelén et al. (2019)

Composición química y digestibilidad de la materia seca del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

Las gramíneas tropicales, ya sean para pastoreo directo o de corte, se caracterizan por presentar aceptables contenidos de proteína cruda (PC), siempre y cuando se realice la cosecha en el momento óptimo. Así, las concentraciones de PC registradas en el ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 han oscilado entre un 8 y 10 %, siendo similares al contenido de PC expuesto por materiales criollos (tabla 3). Sin embargo, en cuanto a las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 ha registrado un menor contenido con relación a los sorgos criollos, lo cual es de mucha importancia porque estas fracciones están relacionadas con el consumo y el aporte de energía.

Se ha establecido que forrajes con altos contenidos de FDN limitan el consumo de materia seca y de nutrientes, ya que esta fracción está asociada con la densidad del forraje y el llenado del rumen. Así, forrajes con valores de FDA menores al 30 % tienden a presentar una mayor digestibilidad y aportar más energía, lo que se manifiesta en una mejor respuesta por parte de los animales.

En cuanto a la proporción digerible de la materia seca, el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 ha presentado proporciones cercanas al 65 %, mientras que la digestibilidad registrada por materiales criollos ha sido del 60 %. La mayor digestibilidad observada en el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 obedece al menor contenido de lignina (4,5 %), considerado el principal factor que interfiere en la degradación de la fibra a nivel ruminal (Van Soest, 1994). Cabe mencionar que este genotipo fue seleccionado por presentar nervadura color café, característica genética que está asociada a un menor contenido de lignina (Cherney et al., 1986; Bernal et al., 2014).

Tabla 3. Calidad nutricional del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

Genotipo	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)	DIG (%)	EM
Sorgo JJT-18	8,88	53,5	36,3	4,5	64,6	2,3
Sorgo criollo	8,95	56,0	41,8	6,0	60,2	2,1

Fuente: Corpoica (2017)

Producción de leche en animales suplementados con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

La suplementación con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 es oportuna durante las épocas críticas, ya que contribuye a mantener o aumentar la producción de leche y la condición corporal de los animales. En este sentido, en el municipio de Candelaria, Atlántico, se evaluó el efecto de la suplementación con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 y sorgo criollo sobre la producción de leche de vacas doble propósito, durante un periodo de 90 días; se registraron promedios de 4,3 y 4,5 L/vaca/d¹ sin detectarse diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las vacas que fueron alimentadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 y sorgo criollo, respectivamente (tabla 4). La similitud en la producción de leche observada en las vacas que fueron suplementadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 y sorgo criollo se debe a que ambos materiales presentaron ligeras semejanzas en la composición nutricional (tabla 3).

Tabla 4. Producción de leche (L/vaca¹/d¹) de vacas doble propósito suplementadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Candelaria, Atlántico

Tratamiento	Producción de leche
Sorgo Corpoica JJT-18	4,3a
Sorgo criollo	4,5a
Promedio	4,4

Letras iguales en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Fuente: Corpoica (2017)

De igual forma, teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas del municipio de Hatillo de Loba, Bolívar, se evaluó el efecto de la suplementación con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 sobre la producción de leche y la condición corporal de vacas doble propósito durante 120 días. En este periodo, se registraron producciones medias de 4,54 L/vaca/d⁻¹ en las vacas que recibieron 5 kg (vaca/d⁻¹) de ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, mientras que las vacas que no fueron suplementadas presentaron una producción promedio de 3,92 L/vaca/d⁻¹ (tabla 5).

Tabla 5. Producción de leche (L/vaca/d⁻¹) de vacas doble propósito suplementadas con ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar

Tratamiento	Producción de leche				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Sin suplementación	4,25	4,30	3,56	3,6	3,92
Con suplementación	5,75	4,30	3,98	4,13	4,54

Fuente: Corpoica (2015)

Además, las vacas suplementadas con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 presentaron una mejor condición corporal frente a las que no fueron suplementadas (figuras 9 y 10). Esto es favorable debido a que se ha establecido que vacas con una baja condición corporal tardan más tiempo en reactivarse reproductivamente.

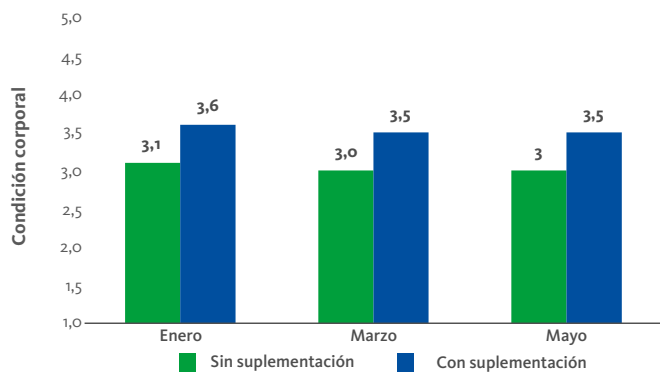


Figura 9. Condición corporal de vacas doble propósito en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar.
Fuente: Corpoica (2015)



Foto: Emiro Suárez

Figura 10. Vacas doble propósito suplementadas con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en el municipio de Hatillo de Loba, Bolívar.

Producción de carne en animales suplementados con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18

El efecto de la suplementación con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 también se ha evaluado sobre la ganancia diaria de peso y la producción de carne durante los periodos críticos. En este sentido, Bernal et al. (2014), al suplementar bovinos de ceba tipo cebú comercial con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 durante 120 días, reportaron ganancias de pesos de 0,467 kg animal/d⁻¹, mientras que los bovinos que no recibieron suplementación alcanzaron una ganancia de 0,359 kg animal/d⁻¹. Asimismo, estos autores observaron que los animales en pastoreo y suplementados con sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 produjeron 141 kg/ha⁻¹ durante el periodo, siendo superior en un 53,1% a la producción de carne registrada por los animales que se mantuvieron con solo pastoreo.

Costo de producción para ensilaje de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 en diferentes localidades de la región Caribe colombiana

El establecimiento del sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 es una buena alternativa forrajera para los sistemas ganaderos de la región Caribe, ya que desde el punto de vista productivo y económico se obtienen buenos rendimientos de forraje y se produce a un menor costo la unidad de producto. Sin embargo, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas, la disponibilidad de maquinaria y el manejo agronómico del cultivo, los rendimientos y costos de producción pueden variar. En este orden de ideas, en las diferentes localidades donde se ha evaluado el sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, el costo unitario por kilogramo de forraje producido ha oscilado entre \$70 y \$138, con un valor promedio de \$101 por kilogramo, lo cual es menor en \$96 al costo por kilogramo registrado en materiales criollos (tabla 6). La diferencia observada en el costo unitario de producción puede explicarse principalmente por los rendimientos de forraje entre los

materiales, el cual, al ser mayor en sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18, generó que el costo unitario fuera menor, a pesar de que el sorgo criollo registrara los menores costos de producción por hectárea.

Tabla 6. Costos de producción ($\$/\text{ha}^{-1}$) del cultivo de sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 para ensilaje en diferentes localidades de la región Caribe colombiana

Rubro	Sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18				Sorgo criollo
	Cereté, Córdoba	Chinú, Córdoba	Hatillo de Loba, Bolívar	Candelaria, Atlántico	
Maquinaria agrícola	1.580.000	390.000	590.000	490.000	400.000
Insumos agrícolas	1.850.420	1.834.420	1.658.420	1.682.420	1.081.400
Mano de obra	275.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.400.000
Total costo	3.705.420	3.774.420	3.798.420	3.722.420	2.881.400
Rendimiento (kg)	53.100	52.000	31.000	27.000	14.600
Costo ($\$/\text{kg}^{-1}$)	70	73	123	138	197

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Corpoica (2015, 2017)

Referencias

- Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol). (2015). *Guía básica para la implementación de buenas prácticas agrícolas*.
- Bernal, J. H., Hernández, R. S., Vanegas, M., Sanchez, C., & Martinez, J. (2006). *Potencial de sorgos forrajeros para producción de alcohol carburante*. [Informe final de actividades 2005]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Bernal, J. H., Trouche, G., Hernández, R. S., Grenier, C., Navas, A., Mejía, S., Castro, E., Criollo, D., & Guevara, J. (2011). *Desarrollo de híbridos de sorgo dulce (Sorghum bicolor (L.) Moench) para la producción de alcohol carburante adaptados a las condiciones ambientales de las zonas del Caribe, valles interandinos y piedemonte llanero*. Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Bernal, R., Jaime, H., Rincón Castillo, Á., Guevara A., E. J., Hernández S., R. S., & Flórez Díaz, H. (2014). *Sorgo forrajero Corpoica JJT-18*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (Centa). (2007). *Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench)*.
- Cherney, K. J., Moore, K. J., Volenec, J. J., & Axtell, J. D. (1986). Rate and extent of digestión of cell wall components of brown-midrib sorghum species. *Crop Science*, 26(5), 1055-1059.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015). *Parcela de integración sistema de ganadería de doble propósito, departamento de Bolívar* [Informe técnico final].
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2017). *Estrategias para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción de leche y/o carne en el Caribe Húmedo* [Informe técnico final].

- González-Maldonado, M. B., Gurrola-Reyes, J. N., & Chaírez-Hernández, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2), 200-204.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2013). Resolución N.º 004245. “Por la cual se otorga el registro de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA para las subregiones naturales de Valle geográfico del Río Magdalena, Caribe seco, Caribe Húmedo y Orinoquía”.
- Mejía-Kerguelén, S., Tapia-Coronado, J. J., Atencio-Solano, L. M., & Cadena-Torres, J. (2019). Producción y calidad nutricional del forraje del sorgo dulce en monocultivo e intercalado con maíz y frijol. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 133-142. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2052&path%5B%5D=3874>
- Mendoza R., & Tejada Vélez, E. (2013). *Control biológico de plagas en el cultivo del maíz mediante el uso del nim (Azadirachta indica)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Miralles de Imperial, R., Martín, J. V., Rodríguez, C., Calvo, R., & Delgado, M. del M. (2011). La aplicación de gallinazas en sorgo forrajero como cultivo energético. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(3), 171-179.
- Negrete Barón, F. M. & Morales Angulo, J. 2003. *El gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda. Smith)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Osuna Ceja, E. S., Arias-Chávez, L. E., Núñez Hernández, G., & González Castañeda, F. (2015). Producción de forrajes de temporal con estiércol bovino y captación de agua en siembra a triple hilera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1743-1756.
- Parra, P. E., Escobar, A. (1990). *El cultivo de sorgo*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4097/1/el_cultivo_sorgo.PDF

Romero-Figueroa, J. C., Sánchez-Escudero, J., Rodríguez-Mendoza, M. N., & Gutiérrez-Castorena, M. C. (2015). Producción de vermicompost a base de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y estiércol de bovino lechero. *Revista Agroproductividad*, 52-59.

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2.^a ed). Cornell University Press.

Anexo

Anexo 1. Especificaciones de la formaleta para elaboración de ensilaje y henolaje

Características	
Número de piezas	3 piezas unidas por tornillos pasantes con su tuerca
Peso Neto	66 kilogramos
Capacidad	2,51 kilogramos
Materiales	Lamina de hierro calibre 20 Soporte en ángulo de 1 ¹ / ₄ pulgadas × 1/8
Medidas	2 metros de diámetro 80 cm de altura



Foto: Sergio Mejía Kerguelén

Figura 11. Formaleta armada



Foto: Sergio Mejía Kerguelén

Figura 12. Segmentos de formaleta







USON









**Sorgo dulce forrajero
Corpoica JJT-18
(*Sorghum bicolor*)
Alternativa forrajera para la
alimentación de bovinos
en la región Caribe**

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Mayor información:

Departamento de Desarrollo de Negocios

Correo: productos@agrosavia.co

Línea de atención nacional gratuita: 01 8000 12 15 15

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-398-5



9 789587 403985

