

Sorgo forrajero Corpoica JJT-18

A decorative background on the left side of the page featuring a repeating pattern of stylized sorghum leaves in a light gray color.

Sorgo forrajero Corpoica JJT-18

Boletín técnico

Jaime H. Bernal R.

I.A. MSc. PhD. Investigador Corpoica
C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta
jbernal@corpoica.org.co

Álvaro Rincón Castillo

I.A. PhD. Investigador Corpoica
C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta
arincon@corpoica.org.co

Elsa Judith Guevara A.

I.A. MSc. Investigadora Corpoica
C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta
eguevara@corpoica.org.co

Ruby Stella Hernández S.

I.A. Investigadora Corpoica
C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta
hernandezrubystella@gmail.com

Hernando Flórez Díaz

M.V.Z. MSc. PhD. Investigador Corpoica
C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta

Bernal R Jaime H, Rincón Castillo Álvaro, Guevara A Elsa Judith, Hernández S Ruby Stella,
Flórez Díaz Hernando / Sorgo Forrajero Corpoica JJT-18

Villavicencio, Colombia: Corpoica, 2014. 60 p.

Palabras claves: sorgo forrajero, características agronómicas, control biológico,
alimentación de los animales



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica -
Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-190-5
Primera edición: Diciembre 2014
Tiraje: 5300
Editora: Susana Nivia Gil

Impreso por Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.
Impreso en Colombia
Printed in Colombia

DISEÑO&DIAGRAMACIÓN
Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // **Corpoica**

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| PRESENTACIÓN | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| MARCO TEÓRICO | 13 |
| ORIGEN DE LA VARIEDAD | 15 |
| CARACTERÍSTICAS VARIETALES | 17 |
| PERÍODO VEGETATIVO | 17 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA | 18 |
| CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS | 18 |
| REACCIÓN A ENFERMEDADES Y PLAGAS | 19 |
| PRODUCCIÓN DE FORRAJE | 20 |
| RECOMENDACIONES DE MANEJO DE SORGO FORRAJERO CORPOICA JJT-18 | 21 |
| PREPARACIÓN DE SUELOS | 21 |
| SEMILLA | 21 |
| SIEMBRA | 21 |
| DENSIDAD DE SIEMBRA | 22 |
| FERTILIZACIÓN | 23 |
| MANEJO DE MALEZAS | 24 |
| COSECHA | 25 |
| REBROTE | 25 |

LISTA DE TABLAS

| | | | | |
|---|-----------|-----------------|---|-----------|
| MANEJO Y CONTROL DE INSECTOS PLAGA DEL SORGO FORRAJERO | 26 | tabla 1 | Número de días a emergencia y duración de fases fenológicas de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 en cuatro subregiones del país | 17 |
| Cogollero del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith) | 27 | tabla 2 | Características agronómicas de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 | 18 |
| Daños causados por <i>Spodoptera frugiperda</i> | 30 | tabla 3 | Insumos aplicados en la recuperación de pasto Mulato II con sorgo forrajero, Finca Santana, altillanura plana | 42 |
| Enemigos naturales de <i>S. frugiperda</i> más frecuentes en sorgo dulce en el piedemonte llanero | 31 | tabla 4 | Características agronómicas sorgo forrajero Corpoica JJT-18, comparado con el testigo comercial a los 70 días. Finca Santana, altillanura plana, Puerto López, Meta | 43 |
| Manejo y control de <i>S. frugiperda</i> | 35 | tabla 5 | Producción de forraje del sorgo forrajero Corpoica JJT-18 comparado con el testigo comercial a los 90 dds. Finca Santana, altillanura plana, Puerto López, Meta | 43 |
| Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> spp.) | 35 | tabla 6 | Producción de ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18, maíz y soya, establecidos con el pasto Toledo. Finca La Gloria, altillanura plana, Puerto López, Meta | 44 |
| Daños causados por <i>Diatraea</i> spp. | 37 | tabla 7 | Producción de carne en bovinos machos cebú comercial sometidos a pastoreo y suplementación con sorgo forrajero y solo pastoreo en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 48 |
| Enemigos naturales de <i>Diatraea</i> spp. | 38 | tabla 8 | Producción de carne y costo del suplemento en bovinos macho cebú en pastoreo, con y sin suplemento de ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 51 |
| Control de <i>Diatraea</i> spp. | 40 | tabla 9 | Área de cultivo de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 necesaria para la producción de ensilaje para suplementar a 100 novillos en época seca en piedemonte y altillanura colombiana | 52 |
| UTILIZACIÓN DEL SORGO FORRAJERO CORPOICA JJT-18 EN ALIMENTACIÓN DE BOVINOS | 41 | tabla 10 | Costos en la renovación de praderas con maíz, sorgo forrajero Corpoica JJT-18 y pasto Toledo sin cultivos. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 53 |
| CONCLUSIONES | 55 | tabla 11 | Costo de producción de 1 kg de ensilaje con diferentes rendimientos de sorgo sembrado con pastos | 54 |
| REFERENCIAS | 56 | | | |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|-----------|
| figura 1 | Evaluación de genotipos de sorgos forrajeros en Corpoica C.I. Nataima | 14 |
| figura 2 | Inflorescencia de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 | 16 |
| figura 3 | Sorgo a los 20 días después de emergencia | 18 |
| figura 4 | Comportamiento del sorgo en C.I. Nataima | 19 |
| figura 5 | Comportamiento del sorgo forrajero en el Valle del Cauca | 20 |
| figura 6 | Rendimiento de forraje (t/ha) en parcelas experimentales y semicomerciales de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 | 20 |
| figura 7 | Siembra de sorgo forrajero con una sembradora abonadora | 22 |
| figura 8 | Sistema de riego en un cultivo de sorgo forrajero, Valle del Cauca | 22 |
| figura 9 | Fertilización del sorgo forrajero | 23 |
| figura 10 | Cosecha de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 a los 85 días después de la siembra | 25 |
| figura 11 | Postura de <i>Spodoptera frugiperda</i> en sorgo dulce | 27 |
| figura 12 | Larvas de <i>S. frugiperda</i> en plantas de sorgo dulce, C.I. La Libertad | 28 |
| figura 13 | Pupas de <i>S. frugiperda</i> , C.I. La Libertad | 29 |
| figura 14 | Adulto de <i>S. frugiperda</i> , C.I. La Libertad | 29 |
| figura 15 | Daños de <i>S. frugiperda</i> como cogollero | 30 |
| figura 16 | Parasitoide de huevos <i>T. remus</i> | 31 |
| figura 17 | Hembras de <i>T. remus</i> parasitando posturas de <i>S. frugiperda</i> | 31 |
| figura 18 | Adulto de <i>C. marginiventris</i> | 32 |
| figura 19 | Pupa de <i>C. marginiventris</i> | 32 |
| figura 20 | Pupa de <i>M. laphygmae</i> | 33 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|-----------|
| figura 21 | Avispa de <i>M. laphygmae</i> | 33 |
| figura 22 | Mermitidos (<i>Hexameris</i> spp.) parasitando larvas de <i>S. frugiperda</i> traídas de cultivos de sorgo dulce | 34 |
| figura 23 | Larvas de <i>Diatraea</i> spp. en tallo de sorgo dulce | 36 |
| figura 24 | Adultos de <i>Diatraea</i> spp. | 37 |
| figura 25 | Daños realizados por <i>Diatraea</i> spp. en tallos de sorgo dulce | 37 |
| figura 26 | a) Larva de <i>Diatrea</i> sp. parasitada por <i>P. claripalpis</i> . b) Pupa de <i>P. claripalpis</i> . c) Adultos de <i>P. claripalpis</i> | 38 |
| figura 27 | a) Pupas de <i>C. flavipes</i> . b) Masa algodonosa de <i>C. flavipes</i> . c) Adultos de <i>C. flavipes</i> | 39 |
| figura 28 | Cosecha de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 90 días después de la siembra | 41 |
| figura 29 | Relación entre precipitación y disponibilidad de forraje de enero a abril en el piedemonte llanero (C.I. La Libertad). Promedio de 30 años comparada con la del 2014 | 45 |
| figura 30 | Bovinos machos cebú comercial en pasto Llanero, a comienzo de la época seca de 2014. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 46 |
| figura 31 | Almacenaje del forraje de sorgo Corpoica JJT-18 en silopress | 46 |
| figura 32 | Disponibilidad de pasto llanero en la época seca de 2014. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 47 |
| figura 33 | Consumo del suplemento de sorgo forrajero en animales ³ en pastoreo en época seca. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 48 |
| figura 34 | Ganancia de peso en bovinos machos cebú comercial sometidos a pastoreo y suplementación con sorgo forrajero y solo pastoreo en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 49 |
| figura 35 | Carga animal en el tratamiento de pastoreo en Llanero + suplementación con sorgo forrajero y en solo pastoreo, enero a abril de 2014, C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 50 |
| figura 36 | Producción de carne de enero a abril de 2004 en bovinos en pastoreo + suplemento de sorgo forrajero y bovinos en solo pastoreo. C.I. La Libertad, piedemonte llanero | 50 |



PRESENTACIÓN

En la Orinoquia colombiana se desarrollan sistemas ganaderos de cría, ceba y doble propósito, distribuidos en menor o mayor proporción y con niveles tecnológicos diferenciados, según la ecorregión en que se encuentren: piedemonte, sabanas bien drenadas e inundables. Los bajos índices productivos y reproductivos son consecuencia de una alimentación deficiente, basada en gramíneas nativas de baja disponibilidad de biomasa y baja calidad nutritiva. Además, se tienen áreas de pastoreo con niveles de degradación de moderados a altos, lo que afecta la oferta alimenticia.

Sin embargo, se reconoce la actividad ganadera como uno de los renglones más importantes de la región y eje articulador de la investigación y la transferencia de tecnología. Se han logrado avances significativos en el mejoramiento de los parámetros productivos y reproductivos, gracias a la incorporación de tecnologías fundamentadas en el manejo de las praderas, la incorporación de especies forrajeras de pastoreo, tanto gramíneas como leguminosas, y recomendaciones de manejo sobre los sistemas productivos, entre otros, que han permitido incrementar la productividad en carne de 27 kg/ha al año en sabana nativa a 800 kg/ha al año en pastura establecidas en el sistema agrícola-ganadero.

La base de la alimentación de los bovinos son los forrajes, tanto de pastoreo como de corte y acarreo, constituyéndose en la forma más económica para la producción de carne y leche. Desde la década de 1960, se han introducido especies de pastos más productivos y de mejor calidad que la sabana nativa, lo cual ha permitido aumentar la productividad animal en 20 veces, avance logrado mediante un proceso de investigación y vinculación de tecnologías, dinámico e innovador que ha permitido ampliar la oferta tecnológica para mantener una producción estable y sostenible, que incrementa los indicadores productivos e impacta de forma positiva en los sistemas de producción bovina.

En 1996, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica– en convenio con el Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT– y el Centro Internacional de Investigación en Cultivos para el Trópico Semiárido –ICRISAT– introdujeron accesiones de sorgo forrajero, de alta capacidad de macollamiento y tallo dulce, procedente del programa de mejoramiento genético del sorgo para las regiones semiáridas.

Es así como surge la investigación en sorgos dulces para la suplementación animal, mediante la evaluación de variedades en diferentes regiones del país: zona Caribe, valles interandinos y piedemonte llanero, cuyos resultados permiten entregar a la producción ganadera del país el primer sorgo forrajero para la suplementación animal, con toda la información técnica que se entrega en este documento.

Como un reconocimiento póstumo al visionario Dr. Jaime José Triana Restrepo (QEPD), quien impulsó y apoyó la investigación en sorgos forrajeros dulces y siempre pregonó la necesidad de hacer productiva la época crítica de verano, lo que con sus palabras resumía como “verano productivo”, este primer material de sorgo forrajero se ha identificado con sus iniciales: JJT.

La variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 fue desarrollada como alternativa de suplementación animal para los sistemas de producción ganadera del país, en particular para las épocas de sequía o de excesos de agua, en las cuales se afecta la cantidad y calidad de los pastos, fuente fundamental de la alimentación animal.

Rubén Alfredo Valencia Ramírez
Director Centro de Investigación La Libertad
Corpoica



INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina, principal renglón de producción de la actividad pecuaria en Colombia, es afectada con severidad en las épocas de extrema sequía o de excesos de agua por la escasez y calidad de los pastos, fuente fundamental de su alimentación, lo cual repercute negativamente en los parámetros productivos y reproductivos de los animales. En ganado de ceba, durante los meses secos, los animales presentan pérdidas de entre 200 y 300 g/animal al día y la carga animal se reduce en 50% (Rincón *et al.*, 2002).

Los cultivos forrajeros con fines de conservación, como ensilaje o henificación, se han convertido en una forma eficiente para enfrentar la falta de alimento en las épocas críticas, ya que contribuyen a disminuir las pérdidas en la producción de leche y carne, y mejoran el comportamiento reproductivo de los animales. Con la producción intensiva de forraje es posible mejorar la rentabilidad de los sistemas pecuarios al aumentar la carga animal por hectárea, optimizar el uso del suelo y liberar áreas para otras actividades agrícolas.

La disminución de área ocupada por una ganadería extensiva impacta positivamente el medio ambiente por reducción de las áreas con erosión, mengua de la contaminación, disminución de costos por unidad animal, reducción del período de engorde y aumento en la calidad del producto final (carne o leche), entre otros.

En 1966, Corpoica introdujo en el país una población de sorgo dulce forrajero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) a la cual se le incluyeron genes de tolerancia a la acidez y adaptación al trópico en variedades de sorgo granífero, liberadas en la región. Después de varios ciclos de selección recurrente recíproca, se seleccionaron líneas de sorgo dulce por su adaptación a las condiciones de suelos ácidos, con alto potencial de forraje y tolerancia a enfermedades. En 2011 y 2012 se realizaron ensayos de rendimiento y pruebas de evaluación agronómica con las líneas seleccionadas en las subregiones de Caribe seco, Caribe húmedo, altillanura plana, piedemonte llanero y valle geográfico del río Magdalena. Como resultado, se obtuvo la inscripción de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 en el Registro nacional de cultivares comerciales, una alternativa de alimentación suplementaria, como ensilaje, en los sistemas de producción ganadera.

MARCO TEÓRICO

El sorgo dulce ha adquirido particular importancia por ser una especie de rápido crecimiento, tolerante a sequía y con menores requerimientos nutricionales. Esta es una gramínea C4, con alta eficiencia en el uso de agua y de la radiación (Curt *et al.*, 1998), rendimientos altos de biomasa y azúcar (Mamma *et al.*, 1995; Gnansounou *et al.*, 2005), bajos requerimientos de agua y nitrógeno (Evans y Cohen, 2009), amplia variabilidad y tolerancia a sequía y salinidad (Yu *et al.*, 2008). Presenta altos contenidos de azúcares solubles (Antonopoulou *et al.*, 2008), celulosa y hemicelulosa en el tallo (Rattunde *et al.*, 2001; Gnansounou *et al.*, 2005; Antonopoulou *et al.*, 2008; Zhao *et al.*, 2009). Se caracteriza por tener abundante jugo en el tallo y una altura que varía entre 2,5 y 4,5 m (Gascho *et al.*, 1984).

El sorgo dulce pertenece a la especie de sorgo cultivada (*Sorghum bicolor* ssp. *bicolor* (L.) Moench) que tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de azúcares en el tallo después de la floración. La mayor diversidad genética de esta especie se encuentra en la parte oriental de África (Dogget, 1988; Deu *et al.*, 2008). Las primeras variedades tradicionales de sorgo dulce fueron introducidas en Estados Unidos entre los siglos XVII y XVIII por esclavos africanos. Nuevas

introducciones se realizaron durante la inmigración europea, así como a partir de colectas realizadas en África a mediados del siglo XIX (Martin, 1970). Las primeras variedades mejoradas en Estados Unidos se seleccionaron por su producción de jarabe, concentración de azúcares y alta producción de biomasa en programas estatales a inicios del siglo XX (Swanson y Laude, 1934) y, en la actualidad, se cultiva para utilizarlo como forraje fresco y ensilado.

En la década de 1980, el Instituto Internacional del Cultivos para el Trópico Semiárido -ICRISAT- evaluó 9.000 accesiones de su colección de sorgo por sus tallos dulces con un método rápido (masticando y saboreando) y seleccionó un primer juego de cerca de 1.000 accesiones. En una segunda etapa, este juego fue evaluado para el mismo carácter con métodos más rigurosos y sofisticados (°Brix y análisis químico) y 111 accesiones fueron confirmadas como sorgos dulces. Al mismo tiempo, en África occidental el CIRAD evaluó variedades locales por sus tallos dulces y constituyó una colección de 95 accesiones de sorgos dulces. En zonas tropicales y templadas, varios programas de mejoramiento del sorgo desarrollaron nuevas líneas con tallos dulces, incluyendo líneas A y B para desarrollar híbridos (Rao *et al.*, 2013).



En 1996, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica– en convenio con el Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT– y el Centro Internacional de Investigación en Cultivos para el Trópico Semiárido –ICRISAT– introdujeron una población de sorgo forrajero con un gen de androesterilidad ms_3 para facilitar el proceso de recombinación, de alta capacidad de macollamiento y tallo dulce. En 1997 se inició un ciclo de recombinación de la población introducida, con variedades de sorgo graníferas adaptadas a las condiciones de suelos ácidos de los Llanos, con el objeto de generar variedades forrajeras por medio de selección recurrente, con buena producción de grano. Los criterios de selección de las líneas avanzadas fueron la resistencia a plagas y enfermedades foliares, buena capacidad de macollamiento, producción de macollas y nervadura café (característica asociada con un menor contenido de lignina y tallo jugoso).

Después de varios ciclos de selección, las líneas forrajeras fueron avanzadas hasta S6 en el 2000. En 2005 y 2006 se realizó una valoración de 112 genotipos de sorgo forrajero (obtenidos en el año 2000) por su potencial en la producción de forraje en Palmira, Tolima y Villavicencio (piedemonte llanero). Los valores de grados Brix de las líneas sembradas en Palmira fluctuaron entre 2 y 16 (con una gran proporción de genotipos con 4 a 12 °Brix); en el Tolima variaron entre 6 a 18,2 (con una gran proporción de genotipos con 14 a 18,2 °Brix); y en el piedemonte llanero, los valores alcanzados estaban entre 4 y 18 °Brix (con una gran proporción de genotipos con °Brix de 13 y 18). Las líneas en Villavicencio (Meta) presentaron un período de siembra a cosecha de forraje de entre 90 y 110 días, una producción de tallos de entre 40 t/ha y 76 t/ha y una altura de planta de entre 2,76 m y 4,32 m (Bernal *et al.*, 2009) (figura 1).



Figura 1. Evaluación de genotipos de sorgos forrajeros en Corpoica C.I. Nataima
Fuente: Fotografía de J Bernal.

ORIGEN DE LA VARIEDAD

La variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 fue desarrollada por Corpoica como alternativa de suplementación animal en los sistemas de producción ganadera para las subregiones naturales de altillanura plana, piedemonte llanero, Caribe seco, Caribe húmedo y valle geográfico del río Magdalena, en las que se evaluó y presentó un buen comportamiento.

La variedad fue derivada de un proceso de selección recurrente recíproca. Las líneas de sorgo S6 se evaluaron en 2005 y 2006 en las regiones de Córdoba, Meta y Tolima y fueron seleccionadas como líneas avanzadas por su gran potencial de producción de forraje y tallo dulce. Las líneas de sorgo presentaron valores de grados Brix en el jugo entre 12% y 16% y producciones de forraje de tallos superiores a 65 t/ha en un período de 90 días (Bernal *et al.*, 2006). Entre 2007 y 2011 se continuó con la evaluación y selección de las líneas de sorgo dulce por su potencial de producción de forraje y contenido de azúcares en cuatro regiones del país: Córdoba, Meta, Tolima y Cesar.





Como resultado de este proceso, se seleccionaron nueve genotipos de sorgo dulce, los cuales presentaron alto potencial de producción de forraje y azúcares en el tallo (Bernal *et al.*, 2011). Las líneas fueron llevadas a una prueba de evaluación agronómica, en la que la línea HT70 sobresalió por su comportamiento agronómico, producción de forraje y °Brix en las

regiones del Caribe seco, Caribe húmedo, piedemonte llanero, altillanura y valle cálido del río Magdalena; esta línea fue avalada por el ICA e inscrita en el Registro nacional de cultivares de Colombia como SOR 13-117, como variedad de sorgo forrajero JJT-18 y nombre comercial sorgo dulce Corpoica JJT-18 (figura 2).



Figura 2. Inflorescencia de sorgo forrajero Corpoica JJT-18
Fuente: Fotografía de C Jaramillo.

CARACTERÍSTICAS VARIETALES

PERÍODO VEGETATIVO

En condiciones adecuadas de humedad del suelo, la plántula emerge cinco días después de la siembra. La variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 presenta un ciclo vegetativo (emergencia a madurez fisiológica) de entre 105 y 114 días y un período para cosecha como forraje de entre 88 y 110 días (tabla 1).



Tabla 1. Número de días a emergencia y duración de fases fenológicas de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 en cuatro subregiones del país

| Etapas de crecimiento | Subregiones | | | |
|---|-------------------|-------------|---------------|------------------------------------|
| | Llanos Orientales | Caribe Seco | Caribe Húmedo | Valle Geográfico del río Magdalena |
| De siembra a emergencia (días) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| De emergencia a floración (días) | 80 | 64 | 77 | 79 |
| De emergencia a madurez fisiológica (días) | 105 | 98 | 114 | 110 |
| De emergencia a cosecha para forraje (días) | 95 | 88 | 108 | 100 |



CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA

El grano es de color crema claro, con textura semicristalina, endospermo semiduro y un peso en 1.000 semillas de 22,5 gramos (figura 3).



Figura 3. Sorgo a los 20 días después de emergencia
Fuente: Fotografía de J Bernal.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

La variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 presenta una altura de 300-334 cm, con una panícula semicerrada, °Brix en el jugo de 13,0-16,7 y volcamiento moderado (tabla 2, figuras 4).

Tabla 2. Características agronómicas de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18

| Características | Subregión natural | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|------------------------------------|
| | Llanos Orientales | Caribe Seco | Caribe Húmedo | Valle Geográfico del río Magdalena |
| Altura de planta (cm) | 320 | 300 | 334 | 310 |
| °Brix | 16,7 | 13 | 15,5 | 15,3 |
| Tipo de panoja | Semicerrada | Semicerrada | Semicerrada | Semicerrada |
| Volcamiento de tallo (%) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Reacción al ataque de pájaros(1-5) | 2 | 2 | 2 | 2 |



Figura 4. Comportamiento del sorgo en C.I. Nataima
Fuente: Fotografía de J Bernal.

REACCIÓN A ENFERMEDADES Y PLAGAS

El sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 es moderadamente tolerante a enfermedades como: *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Cercospora sorghi*, *Gloeocercospora sorghi*, *Helminthosporium turcicum*, Antracnosis y complejo de hongos en la panoja.

Las plagas de importancia económica encontradas en el cultivo de sorgo dulce son el gusano cogollero *Spodoptera* sp. y el barrenador del tallo *Diatraea* sp., los cuales pueden ser controlados con un manejo integrado de plagas.



PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Por su buen comportamiento agronómico y producción alta de biomasa, la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 se constituye en una excelente alternativa para suplir las deficiencias de forraje en la época seca, como alimento en verde o en ensilaje, solo o asociado a otras gramíneas o leguminosas (figura 5).

Los rendimientos de forraje en parcelas semicomerciales fluctuaron entre 39 t/ha a 56 t/ha (figura 6).



Figura 5. Comportamiento del sorgo forrajero en el Valle del Cauca
Fuente: Fotografía de J Bernal.

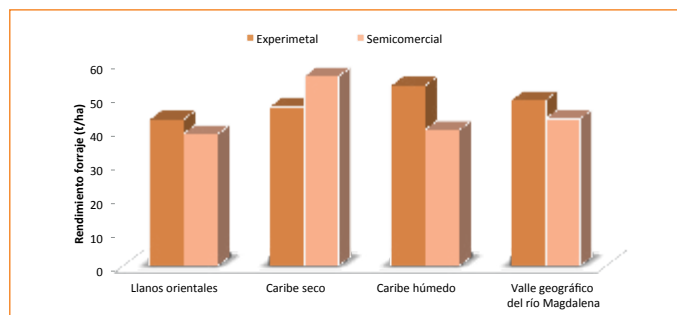


Figura 6. Rendimiento de forraje (t/ha) en parcelas experimentales y semicomerciales de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18

La variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 produce un promedio 44,6 t/ha de forraje verde, con un corte entre los 80 y 100 días después de emergencia, cuando el grano se encuentra en estado “masoso” o masa suave (es decir, cuando el grano puede ser aplastado fácilmente entre los dedos; o cuando se pone el grano de sorgo en la boca, se mastica y se siente almidón, pero aún se encuentra bastante húmedo). La producción de forraje puede variar dependiendo de las condiciones edafoclimáticas, control fitosanitario, densidad de población y de la época de siembra.

El ensilaje del sorgo es favorecido por presentar niveles altos de carbohidratos solubles (azúcares fermentables), capacidad tampón relativamente baja, contenido de materia seca superior a 20% y estructura física que propicia la compactación durante el llenado del silo. Este proceso presenta varias ventajas cuando es comparado con el ensilaje de maíz, como menores costos de producción, mayor tolerancia a sequía, mejor capacidad de recuperación luego de largos períodos de sequía, así como mayor producción de materia seca.

RECOMENDACIONES DE MANEJO DE SORGO FORRAJERO CORPOICA JJT-18

PREPARACIÓN DE SUELOS

Antes de la siembra, como para cualquier cultivo, es recomendable tener el resultado del análisis de suelo, análisis que se debe hacer con mucha anterioridad a la siembra.

Si se trabaja en suelos ácidos hay que encalar el lote para asegurar una saturación de bases de 50%-60%, mientras que la incorporación de las enmiendas debe hacerse ojalá con labranza vertical. Los lotes para sorgo forrajero deben ser bien drenados, con buena porosidad que asegure un balance adecuado entre aire y almacenamiento de agua.

SEMILLA

Es importante el uso de semilla certificada, tratada con un fungicida y un insecticida, para evitar pérdidas por enfermedades o insectos en los primeros estadios del cultivo y asegurar una densidad de población adecuada.

SIEMBRA

Se debe realizar de acuerdo con las fechas de siembra del lugar, establecidas por el ICA, bien sea en el primero o en el segundo semestre del año, siempre y cuando se garantice suministro y distribución de precipitación adecuados (350 mm) durante el ciclo de cultivo.

Las prácticas de preparación de suelos en labranza convencional incluyen el uso de arado y rastra; también se puede utilizar la siembra directa cuando se maneja labranza de conservación. No se presentan diferencias en el rendimiento de biomasa entre sistemas de labranza cero y los de labranza convencional; en cualquier caso, el lote debe estar libre de malezas. Es importante realizar la siembra con una sembradora abonadora (figura 7).



Figura 7. Siembra de sorgo forrajero con una sembradora abonadora
Fuente: Fotografía de A Rincón.

DENSIDAD DE SIEMBRA

Debe estar ajustada a las condiciones de cada región; en regiones muy secas y con suelos arenosos que retienen poca agua, la densidad de siembra debe estar cerca al mínimo recomendado.

Se siembran 9-10 plantas por metro lineal, con una distancia entre surcos de 70-80 cm, para una población de 129.000-143.000 plantas/ha. En condiciones de suelo muy seco (por debajo de 16% de humedad volumétrica) se recomienda realizar un riego para garantizar la germinación y emergencia de las plantas. El sorgo responde al riego como la mayoría de los cultivos; sin embargo, puede crecer y sobrevivir en regiones donde las precipitaciones son relativamente bajas o donde las temporadas secas ocurren con frecuencia (**figura 8**).



Figura 8. Sistema de riego en un cultivo de sorgo forrajero, Valle del Cauca
Fuente: Fotografía de JH Bernal.

Sorgo forrajero Corpoica JJT-18

La profundidad de siembra recomendada es de 3 cm (la semilla no puede quedar descubierta); siembras muy profundas ocasionan una pobre emergencia, debido al tamaño de la semilla. Para cualquier cambio en la profundidad de siembra se deben tener presentes la textura y humedad del suelo.

FERTILIZACIÓN

Al igual que para todos los cultivos, se deben asegurar las cantidades suficientes de todos los nutrientes necesarios para tener un rendimiento óptimo del sorgo forrajero. La fertilización debe considerar la absorción de nutrientes del cultivo y la oferta del suelo, para lo cual se debe realizar antes un análisis de suelo (**figura 9**).

Los resultados de absorción de nutrientes de la variedad de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 indicaron que por cada tonelada de forraje verde producida, la variedad tomaba 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 (Bernal *et al.*, 2009).



Figura 9. Fertilización del sorgo forrajero
Fuente: Fotografía de JH Bernal.



Como se mencionó antes, el sorgo dulce presenta menores requerimientos de nutrientes que el sorgo granífero o el maíz, por lo que la fertilización básica recomendada para 1 ha consiste en aplicar 80-100 kg de nitrógeno (fuente urea al 46%), 25-50 kg de P_2O_5 (fuente DAP, 18% N, 46% P_2O_5), 30-60 kg de K_2O (fuente KCl 60% K_2O) y 10 kg de elementos menores (boro, zinc y cobre). Al momento de la siembra, se debe aplicar todo el fósforo, 50% del cloruro de potasio y 100% de los elementos menores. Pasados 15 días de la siembra, conviene aplicar 50% de nitrógeno y 50% del cloruro de potasio restante. Luego de 30 días de la siembra, se aplica el nitrógeno restante. Se recomienda incorporar el fertilizante en cada una de las aplicaciones, pues así se incrementa la eficiencia en la utilización de nutrientes y se reduce el riesgo de lixiviación, escorrentía o evaporación de los mismos.



MANEJO DE MALEZAS

En un cultivo, es prioritario controlar las malezas durante los primeros 30 días de desarrollo; si no se controlan en esta etapa, se reducirá la producción de forraje del cultivo y será más difícil la implementación de prácticas de manejo.

Para mantener el cultivo libre de malezas se recomienda aplicar en preemergencia 1,5 kg de Atrazina®/ha (dosis producto comercial) en suelos con buena humedad y libres de malezas. Si el lote presenta malezas con más de dos hojas, se recomienda adicionar con el preemergente un herbicida desecante (glifosato o glufosinato de amonio) inmediatamente después de la siembra. Es posible realizar un manejo mecánico de las malezas (cultivada) cuando las condiciones ambientales permiten que las arvenses se sequen al ser expuestas sus raíces. Si hay presencia de coquito, *Cyperus rotundus* (L.), conviene utilizar Basagran® en posemergencia y en forma dirigida, cuando el sorgo tenga cuatro hojas con desarrollo completo.

Cuando se aplican herbicidas es muy importante utilizar las dosis recomendadas del producto, seguir las instrucciones de seguridad y la disposición que muestran los envases.

COSECHA

La cosecha para forraje se programa en el momento en que el grano de sorgo se acerca a estado "masoso" para maximizar el rendimiento en materia seca y la calidad de forraje. Esta etapa indica que el cultivo de sorgo está listo para proceder a ensilar, bien sea en silopress, microsilos o silo de montón (figura 10).



Figura 10. Cosecha de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 a los 85 días después de la siembra
Fuente: Fotografía de A Rincón.

Es muy importante hacer la cosecha en el momento oportuno. Si se hace muy temprano, los contenidos de humedad son superiores a 30%, lo que afecta la elaboración del ensilaje y los procesos bioquímicos en el silo; mientras que si se hace muy tarde, se afecta la calidad del forraje. Lo anterior depende de la región donde se cultiva el material (tabla 1).

El ensilaje de sorgo no necesita aditivos de ninguna clase para fermentar; esta variedad de sorgo tiene enzimas naturales que inician la fermentación desde el mismo momento en que se ensila. Se debe programar con anterioridad la cosechadora de forraje y el lugar donde quedará ubicado el forraje después de cosecha.

REBROTE

Es conveniente tener precisión en la altura de corte si se quieren realizar cosechas sucesivas y tener un buen rebrote; por ello, la cosechadora debe quedar bien calibrada a la altura de corte, dejando libres dos nudos intactos contados desde la superficie del suelo hacia arriba. Para tener un buen rebrote se debe hacer control de malezas y suministrar la fertilización necesaria, teniendo en cuenta que se está iniciando un nuevo ciclo de cultivo.



MANEJO Y CONTROL DE INSECTOS PLAGA DEL SORGO FORRAJERO

El sorgo forrajero, al igual que todos los cultivos, es afectado de manera directa por insectos plaga que si no se controlan de forma oportuna y eficiente pueden reducir considerablemente el rendimiento.

Muchos de los insectos que atacan al sorgo granífero y al maíz también atacan al sorgo dulce; sin embargo, las dos plagas de importancia económica encontradas en las diferentes zonas donde se evaluó la variedad Corpoica JJT-18 fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el barrenador del tallo (*Diatraea* sp.) (Bernal *et al.*, 2009).

Estas plagas muestran reducción importante con un manejo integrado de plagas (MIP) que se inicia con un monitoreo de insectos plagas en el lote, como mínimo una vez por semana, para establecer luego un programa de uso de entomopatógenos, como *Bacillus thuringiensis*, liberaciones de parasitoides y, de ser necesario, aplicaciones de productos químicos de bajo impacto con el medio ambiente.



Cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Ataca la planta de sorgo forrajero desde el establecimiento hasta el inicio de la etapa reproductiva. Al inicio, antes de 30 días de emerger las plántulas, el cogollero se presenta haciendo daño en la epidermis de las primeras hojas verdaderas, en lo que se denomina raspado de las hojas. Luego, cuando la planta forma cogollo (hoja nueva que aún no se ha desplegado por completo), inicia el ataque con consumo del área foliar del cogollo; en algunas ocasiones llega a afectar el punto de crecimiento. Con la salida de la espiga, la planta deja la formación de hojas nuevas y la población de *S. frugiperda* disminuye (Bernal *et al.*, 2009).

Los huevos son depositados en grupos, por lo general, en dos capas. La postura recién ovipositada es de color crema y, a medida que se acerca a la eclosión, se torna gris. El período de incubación puede durar de dos a cuatro días, según la temperatura y la humedad relativa; se ha encontrado un promedio de 200 huevos por postura (figura 11).



Figura 11. Postura de *Spodoptera frugiperda* en sorgo dulce
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.



Las larvas recién nacidas se alimentan del corion del huevo e inician después su alimentación con la epidermis de las hojas para ubicarse al fin en el cogollo e iniciar su alimentación y desarrollo larval. Se distribuyen en el campo de tal forma que, por lo general, se encuentra una larva por cogollo (presentan canibalismo). Cuando se observan cultivos con hojas cortadas, ello indica que los daños son viejos (figura 12).



Figura 12. Larvas de *S. frugiperda* en plantas de sorgo dulce, C.I. La Libertad
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Al completar su desarrollo larval, se dirige al suelo y pasa por los estados de prepupa y pupa, durante los cuales no se alimenta. La fase de prepupa puede durar 1 día, a temperaturas altas, y 3-5 días a temperaturas por debajo de 27 °C. El período pupal varía entre 8-10 días y ocurre en el suelo (figura 13).



Figura 13. Pupas de *S. frugiperda*, C.I. La Libertad
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

En la etapa de adulto, las hembras emergen uno o dos días antes que los machos, con más frecuencia en horas de la noche; son de color gris claro o crema y sus alas posteriores son blancuzcas. Los machos, por su parte, presentan coloración más vistosa, con figuras irregulares de color marrón en las alas delanteras, mientras que las posteriores son blancas (figura 14).



Figura 14. Adulto de *S. frugiperda*, C.I. La Libertad
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Los adultos son nocturnos y durante el día se esconden en el follaje próximo al suelo o descansan entre las hojas del cogollo; su actividad inicia con la puesta del sol y el mayor pico se presenta 2-4 horas más tarde. Tienen un período de preoviposición de 3-4 días, momento a partir del cual la hembra deja su máximo pico de posturas en los primeros días (4-5 días), pero puede durar varias semanas.



Daños causados por *Spodoptera frugiperda*

El daño causado por *S. frugiperda* en el cogollo del sorgo, como en el maíz, retarda el crecimiento de las plantas. Si estas no tienen las condiciones óptimas para su recuperación, los daños pueden superar los niveles del umbral económico. Cuando 86% de las plantas en estado de espiga son atacadas por este insecto no alcanzan su madurez al ser podadas desde su base por las larvas, lo que ocasiona pérdidas en el número de granos por mazorca (Bernal *et al.*, 2009).

S. frugiperda se presenta desde la emergencia hasta la etapa reproductiva del sorgo. Al inicio puede ocasionar daños como trozador en tallitos de plantas en establecimiento y, con ello, se disminuye la densidad poblacional; con posterioridad, roe la hoja, hasta consumir el cogollo de la hoja nueva que viene. El insecto corta las hojas, haciendo orificios grandes dentro del cogollo, de forma que cuando la planta se abre, muestra hojas cortadas por completo en la mitad, con lo cual se disminuye el área fotosintética. Este daño es común, por lo que se realizan aplicaciones de insecticidas en el cultivo como control (figura 15).



Figura 15. Daños de *S. frugiperda* como cogollero
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Enemigos naturales de *S. frugiperda* más frecuentes en sorgo dulce en el piedemonte llanero

Bernal *et al.* (2009) mencionan una serie de enemigos naturales de este insecto plaga del sorgo, como sigue:

- *Telenomus remus*. Es un endoparasitoide que ataca las posturas de *S. frugiperda* (figura 16). La hembra de *T. remus* detecta las posturas dejadas por el cogollero del maíz en el campo y oviposita huevo por huevo. Cumple todo su desarrollo larval y pupal dentro del hospedero, es decir, en las posturas de *S. frugiperda*, de donde luego emergen los adultos de *T. remus*; así ejerce el control biológico esperado (figura 17). El ciclo de vida o tiempo de permanencia dentro de los huevos del cogollero depende de las condiciones ambientales, como temperatura y humedad relativa. El promedio del ciclo de vida es 10 ± 2 días, según las condiciones climáticas (Bernal *et al.*, 2009).



Figura 16. Parasitoide de huevos *T. remus*.



Figura 17. Hembras de *T. remus* parasitando posturas de *S. frugiperda*



- ***Cotesia marginiventris***. Es un endoparasitoide que parasita en los estados iniciales de *S. frugiperda*; coloca sus huevos en los últimos segmentos abdominales de larvas del primer y tercer instar del cogollero del maíz (figura 18). Cumple su ciclo larvario dentro de la larva del hospedero y luego sale por el orificio que hace en el cuarto segmento abdominal del cogollero. De inmediato teje un pupario blanco y emerge como adulto de él. Puede completar su ciclo en unos 10-12 días a 30 °C (figura 19).



Figura 18. Adulto de *C. marginiventris*



Figura 19. Pupa de *C. marginiventris*

- ***Meteorus laphygmae***. Este parásito de larvas (Hymenoptera: Braconidae) es considerado control biológico potencial en el manejo del cogollero del maíz y de otros lepidópteros de importancia económica en la agricultura (figura 20). Los estudios sobre el ciclo de vida en condiciones de laboratorio ($24,48 \pm 0,40$ °C y $74,77 \pm 5,10\%$ HR) indicaron un tiempo 16-21 días desde la puesta del huevo (la acción de parasitar) hasta la emergencia del adulto. La hembra copula e inicia la búsqueda de larvas *S. frugiperda*, dentro de las cuales coloca un huevo que se desarrolla consumiendo los tejidos internos del hospedero; hacia el tercer estado larval sale del hospedero que ya se encuentra agonizante. La larva del parásito teje un capullo (pupa), el cual cuelga de un hilo suspendido de la planta (figura 21).



Figura 20. Pupa de *Meteorus laphygmae*



Figura 21. Avispa de *Meteorus laphygmae*



- **Nematodos (Hexamermeis).** Hacen parte del control biológico de insectos de muchos órdenes, de los cuales se han determinado aproximadamente 11 asociados a 19 de insectos. El efecto del parasitismo causado por los nematodos en los insectos incluye esterilidad, reducción de la fecundidad, anormalidad en el desarrollo, y la muerte del hospedero. Los nematodos menos específicos tienen rango de hospederos más amplios y se pueden producir con propósitos comerciales (**figura 22**). Dentro de estos organismos benéficos está el género *Hexamermeis* spp., el cual se encuentra con frecuencia parasitando larvas de *S. frugiperda* en cultivos de sorgo (Bernal *et al.*, 2009).



Figura 22. Mermitidos (*Hexamermeis* spp.) parasitando larvas de *S. frugiperda* traídas de cultivos de sorgo dulce
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Manejo y control de *S. frugiperda*

De acuerdo con los estudios realizados por Corpoica en el C.I. La Libertad, se recomienda realizar evaluaciones semanales del cultivo para verificar el porcentaje de área foliar afectada (AFA) y, dependiendo del daño, se puede establecer un manejo integrado del cogollero del maíz.

En la etapa de establecimiento, correspondiente al primer mes, se puede presentar la primera generación de *S. frugiperda* en forma general, haciendo el raspado que es el consumo de todas las hojas verdaderas (hojas completamente abiertas) en el lote. En esta etapa se recomienda realizar una aplicación de *Bacillus thuringiensis* (BT) en horas tempranas o en la tarde sobre larvas con menos de 1 cm de longitud y daños menores a 15%. Luego, se pueden iniciar liberaciones de *Telenomus remus*, parásito de huevos de *S. frugiperda*. Si los daños como cogollero superan 35% del AFA, se puede asperjar un simulador hormonal o un inhibidor quitina (Bernal *et al.*, 2009).

Barrenador del tallo (*Diatraea* sp.)

Este lepidóptero de la familia Pyralidae es conocido también como el barrenador de la caña. Se alimenta de varias especies de gramíneas, entre las que se encuentran el maíz, el sorgo, el arroz y la caña de azúcar, entre otras (Bernal *et al.*, 2009).

Diatraea sp. se considera la plaga más difícil de controlar por medios químicos, debido a que la larva perfora el tallo para alimentarse de su interior y cumple todo el ciclo de desarrollo dentro de él, por lo cual la eficacia de los agroquímicos es baja, de forma que los daños aumentan en la medida que la población del barrenador se establece en el cultivo, ocasionando pérdidas en el rendimiento. Puede empezar a presentarse en la etapa de establecimiento del cultivo, a partir de los 15 días de emergido (dde), y permanece hasta la senescencia de la planta. Los daños que ocasiona en sorgo pueden ser directos o indirectos. Los daños directos se deben a las galerías que el insecto hace en los tallos, lo que genera reducción en el rendimiento de azúcar; los daños indirectos se producen porque los orificios de penetración permiten la entrada de hongos que favorecen la descomposición de los tallos (Bernal *et al.*, 2009).

Las primeras posturas del insecto en el cultivo de sorgo y maíz pueden aparecer luego de los 15 días de emergido; son colocadas con preferencia en el haz de las hojas y pueden ser de 10 a 50 huevos en promedio. La oviposición es de color cremoso claro y colocada en forma de tejas, por lo general en el



tercio medio de la planta. A medida que el huevo se desarrolla, se torna de color naranja hasta llegar a un naranja intenso, muy cerca de la emergencia de las larvas. El tiempo transcurrido en este estado puede ser de cinco a siete días, dependiendo de las condiciones del clima (Bernal *et al.*, 2009).

Al nacer, las larvas se dirigen hacia la axila, entre el tallo y las vainas de las hojas. Después de dos o tres días, atraviesan las vainas y se ubican quedando protegidas detrás de la vaina hasta cumplir alrededor de una semana, para luego comenzar a penetrar en el tallo, en el que forman galerías donde desarrollan el resto de su vida larval. Presentan cinco estadios larvales en un período de 25 días aproximadamente, dependiendo de la temperatura (figura 23).



Figura 23. Larvas de *Diatraea* spp. en tallo de sorgo dulce
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Los adultos son color crema con algunas hileras oscuras a lo largo de las alas anteriores, franjas que son más oscuras en los machos que en las hembras; las alas terminan en una hilera de flecos color crema. Los adultos son nocturnos, por lo están ocultos durante el día. La oviposición la hacen en las horas de la tarde y continúa en la noche; la hembra tiene capacidad de postura durante unos cuatro días y su longevidad promedio es de ocho días (figura 24).



Figura 24. Adultos de *Diatraea* spp.
Fuente: Fotografía de EJ Guevara.

Daños causados por *Diatraea* spp.

Los daños del barrenador de la caña pueden presentarse desde la etapa vegetativa hasta la época de cosecha del sorgo dulce. Las larvas de segundo instar, al penetrar en el tallo, pueden afectar el punto de crecimiento y ocasionar la muerte de la planta, cuando el daño se presenta en un cultivo joven. En plantas mayores, las galerías hechas por las larvas dentro del tallo trozan los haces vasculares, lo cual impide la acumulación de fotoasimilados y favorece la entrada de hongos como *Fusarium moniliforme* y *Colletotrichum falcatum*, los cuales causan descomposición y quiebra de los tallos antes de la cosecha (figura 25).



Figura 25. Daños realizados por *Diatraea* spp. en tallos de sorgo dulce
Fuente: Fotografías de EJ Guevara.



Enemigos naturales de *Diatraea* spp.

Según Bernal *et al.* (2009), *Diatraea* spp. tiene varios enemigos naturales que pueden ser empleados para su control.

- *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Endoparasitoide de huevos de *Diatraea* spp., con tamaño menor de 4 mm, es un microhimenóptero (avispa), el cual coloca un huevo por cada huevo de *Diatraea* spp. Se alimenta adentro y completa su desarrollo aproximadamente en ocho días, dependiendo de la temperatura y humedad relativa reinante, rompe el corion del huevo y de él salen los adultos que inician de inmediato un nuevo ciclo de parasitismo. Este insumo biológico se encuentra en el mercado y es recomendado teniendo en cuenta los resultados de los monitoreos en campo, sobre la presencia de adultos y posturas de *Diatraea* spp.
- *Paratheresia claripalpis* (Diptera: Tachinidae). Este insecto es una mosca que deposita sus larvas en los orificios del tallo hechos por el barrenador. Las larvas de *P. claripalpis* buscan y penetran al gusano (huésped) del barrenador, consumen su interior y salen de éste; luego de dos días de haber dejado el huésped, empupan y la pupa es cilíndrica de color marrón. El estado inmaduro, incluyendo la pupa, dura unos ocho días. El ciclo de vida, desde la parasitación hasta la emergencia de una hembra lista para iniciar el parasitismo, es de más o menos 14 días (figura 26).

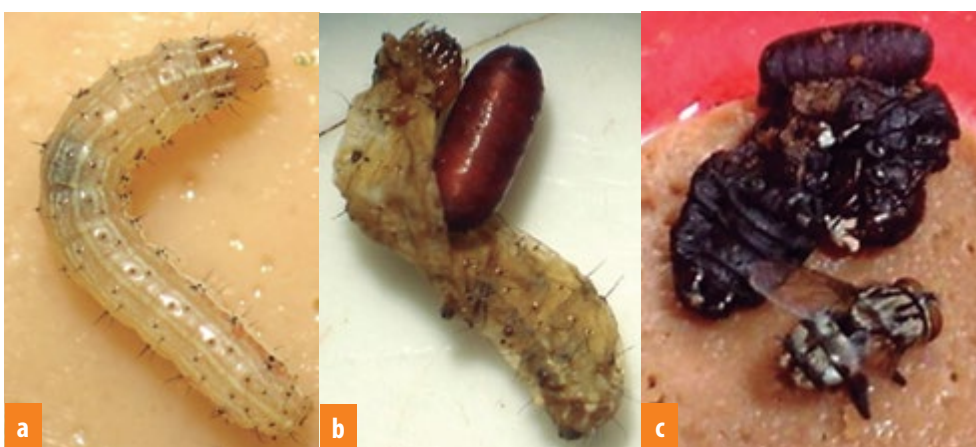


Figura 26. a) Larva de *Diatraea* spp. parasitada por *P. claripalpis*. b) Pupa de *P. claripalpis*. c) Adultos de *P. claripalpis*

- *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). Es un endoparásito gregario, el cual completa su ciclo de vida, de huevo a adulto, en 20 días, dependiendo de la temperatura y la calidad del hospedero. Este insecto benéfico coloca sus huevos dentro de larvas mayores del tercer instar larval de *Diatraea* spp. Los huevos eclosionan en unos cinco días e inician su desarrollo larval, el cual se completa en más o menos 12 días. Luego sale y construye sus puparios, formando una masa blanca algodonosa (figura 27).

Este controlador biológico se encuentra en forma comercial y es liberado para atacar barrenadores de tallo, en especial, del género *Diatraea* spp.



Figura 27. a) Pupas de *C. flavipes*. b) Masa algodonosa de *C. flavipes*. c) Adultos de *C. flavipes*.



Control de *Diatraea* spp.

Para el manejo del barrenador de la caña *Diatraea* spp., de igual manera que con *S. frugiperda*, se requiere un monitoreo semanal con el fin evaluar la presencia de posturas en las hojas del tercio medio e inferior de las plantas de sorgo. Se deben observar 10 plantas tomadas al azar por zona de monitoreo.

Al inicio, en la etapa de establecimiento (menos de 30 días de emergido), si se observan posturas, es necesario implementar manejos biológicos que permitan disminuir las poblaciones; por tanto, se recomienda iniciar liberaciones de *T. exiguum* y *C. flavipes*. Luego se deben efectuar liberaciones de *P. claripalpis* hasta la fecha de corte del sorgo dulce.

El manejo se debe realizar mediante liberaciones de *T. exiguum* (60 pulgadas/ha), a partir de las primeras posturas o polillas observadas en el campo; luego de que se realice la primera liberación, se debe continuar haciendo liberaciones cada 8 días. Se recomienda realizar cinco a seis liberaciones de *T. exiguum*, espaciadas cada semana y alternadas con liberaciones de *Metagonistylum minense* (30 individuos por hectárea). Esta es una mosca que parasita la larva de *Diatraea* spp. y se libera junto con la tercera, cuarta y quinta liberaciones de *T. exiguum*; de igual modo, se deben realizar dos liberaciones de *C. flavipes* (35 g/ha), que se hace con la segunda y cuarta liberaciones de *T. exiguum* (Bernal *et al.*, 2009).



UTILIZACIÓN DEL SORGO FORRAJERO CORPOICA JJT-18 EN ALIMENTACIÓN DE BOVINOS

El cultivo del sorgo forrajero Corpoica JJT-18 se puede utilizar para el establecimiento y renovación de praderas, con lo que se obtienen forrajes de pastoreo más productivos que permiten aumentar la capacidad de carga de 0,8 animales/ha en praderas degradadas, a 3 animales/ha en praderas mejoradas con cultivos como el sorgo (Rincón y Flórez, 2013); además, se obtiene ensilaje de sorgo cosechado 90 días después de la siembra (figura 28) que puede ser almacenado en silos para la alimentación de bovinos en épocas críticas.



Figura 28. Cosecha de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 90 días después de la siembra



Las bondades de este cultivo forrajero se han demostrado en fincas de la altillanura colombiana, como en Santana (Puerto López, Meta), donde en una pradera degradada de pasto Mulato II, se establecieron 20 ha de sorgo forrajero, de las cuales 17 ha fueron del sorgo comercial y se compararon con 3 ha del sorgo forrajero Corpoica JJT-18, sembrados con el fin de recuperar la pradera y producir ensilaje para la alimentación de los bovinos de la finca durante la época seca.

Las actividades se iniciaron con un sobrepastoreo para facilitar la acción de los implementos agrícolas en la labranza, que consistió en un pase de rastra pesada y un pase de pulidor. Teniendo en cuenta que la saturación de bases fue de 58%, no se realizó la práctica de encalado. Con base en los resultados del análisis de suelos y en las exigencias del cultivo, se aplicaron los insumos presentados en la **tabla 3**. Todo el DAP, la mitad del cloruro de potasio, todo el Sulcamag y el Borozinco fueron aplicados en el momento de la siembra. 15 días después de la siembra se aplicó 50% del nitrógeno y 50% del potasio. Pasados 35 días después de la siembra se aplicó el restante 50% de nitrógeno.

Tabla 3. Insumos aplicados en la recuperación de pasto Mulato II con sorgo forrajero, Finca Santana, altillanura plana

| Fertilizante | Cantidad del mineral (kg/ha) | Cantidad fertilizante (kg/ha) |
|--------------------|--|-------------------------------|
| DAP | 40 kg de fósforo, 36 kg de nitrógeno | 200 |
| Cloruro de potasio | 75 kg de potasio | 150 |
| Sulcamag | 27 kg de calcio, 13 kg de magnesio, 13 kg de azufre | 150 |
| Borozinco | Micro elementos | 30 |
| Urea | 69 kg de nitrógeno | 150 |

La densidad de siembra fue de 7 kg/ha de semilla, establecida en surcos separados a 80 cm. Durante el ciclo del cultivo se realizó control biológico de gusano cogollero (*Spodoptera sp.*) y barrenador del tallo (*Diatraea sp.*), mediante la aplicación de 60 pulgadas de *T. exiguum*, 50 individuos de *M. minense* y 5 g de *C. flavipes* por hectárea. Estos controles se realizaron a los 20 y 35 días después de la siembra del cultivo. La cosecha se realizó 90 días después de la siembra y se almacenó en el sistema silopress.

La población del sorgo comercial duplicó a la del sorgo Corpoica JJT-18, mientras que la altura de la planta a los 70 días después de la siembra fue superior en el Corpoica JJT-18, con un promedio de 285 cm. De igual forma, la cantidad de hojas por planta fue superior en este material, con 10 hojas/planta. El índice de verdor en las hojas, determinado con un clorofilómetro SPAD 502, fue superior en el sorgo Corpoica JJT-18, indicando un verde más intenso que puede estar relacionado con una mayor concentración de proteína en las hojas. La concentración de azúcares fue superior en el Corpoica JJT-18, con un valor de 11,5 °Brix (**tabla 4**).

Tabla 4. Características agronómicas sorgo forrajero Corpoica JJT-18, comparado con el testigo comercial a los 70 días. Finca Santana, altillanura plana, Puerto López, Meta

| Variedad de sorgo | Población (Plantas/ha) | Altura (cm) | Hojas por planta | Índice de verdor (Grados Spad) | Grados Brix |
|-------------------|------------------------|-------------|------------------|--------------------------------|-------------|
| Testigo comercial | 200.833 a | 207 b | 7,7 b | 39,3 b | 10,6 |
| Corpoica JJT-18 | 121.667 b | 285 a | 10,0 a | 46,6 a | 11,7 |
| Significancia | 0,007 | 0,001 | 0,004 | 0,008 | ns |
| C.v. (%) | 13,8 | 3,8 | 4,3 | 3,4 | 10,1 |

Promedios con letra diferente en la misma columna presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey (P <0,05)

El sorgo forrajero Corpoica JJT-18 en el momento de la cosecha (90 días después de la siembra) presentó un peso por planta que duplicó el del sorgo comercial, lo cual se reflejó en mayor producción de forraje verde y seco, con 40 t/ha de forraje verde y 12,4 t/ha de forraje seco (**tabla 5**), superando en cerca de 25% al sorgo testigo comercial.

Tabla 5. Producción de forraje del Sorgo forrajero Corpoica JJT-18 comparado con el testigo comercial, a los 90 dds. Finca Santana, Altillanura plana. Puerto López (Meta).

| Variedad | Peso planta (kg) | Forraje verde (kg/ha) | Forraje seco (kg/ha) |
|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| Testigo comercial | 0,162 b | 32.117 b | 10.049 b |
| CORPOICA JJT-18 | 0,329 a | 40.000 a | 12.400 a |
| Significancia | 0,01 | 0,07 | 0,07 |
| C.v. (%) | 17 | 9,7 | 9,7 |

Promedios con letra diferente en la misma columna presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey (P <0,05)



En la finca La Gloria, ubicada en la altillanura plana (Puerto López, Meta), en un suelo donde antes se había sembrado maíz para la producción de ensilaje durante dos años (dos cosechas), se establecieron 5 ha de pasto Toledo en asociación con el sorgo forrajero Corpoica JJT-18 y 5 ha asociadas con maíz para forraje. Para mejorar la calidad nutritiva de estos ensilajes se establecieron 10 ha de soya Corpoica Taluma 5. La cosecha de los cultivos se realizó a los 85 días, obteniéndose una producción de biomasa verde del sorgo Corpoica JJT-18 de 50 t/ha, mientras que la del maíz fue de 35 t/ha.

En la elaboración del ensilaje del sorgo con el pasto y la soya, teniendo en cuenta la producción de forraje verde de estos componentes, el rendimiento promedio fue de 40 t/ha, con una proporción de leguminosa de 26% (tabla 6), pasando la concentración de proteína de 7%, obtenida en el ensilaje de sorgo solo, a 10% en el ensilaje de sorgo con soya (Rincón y Flórez, 2013).

Tabla 6. Producción de ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18, maíz y soya, establecidos con el pasto Toledo. Finca La Gloria, altillanura plana, Puerto López, Meta

| Asociación | Producción de biomasa (forraje verde) | | | | | Leguminosa (%) |
|----------------------|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| | Cultivo gramínea (t/ha) | Soya (t/ha) | Pasto (t/ha) | Total (t/ha) | Promedio (t/ha) | |
| Maíz + soya + pasto | 35 | 20 | 8 | 63 | 31,5 | 31,7 |
| Sorgo + soya + pasto | 50 | 20 | 9 | 80 | 40,0 | 26,3 |

En la **figura 29** se puede apreciar el comportamiento de las lluvias en la época seca de 2014, comparada con el promedio de 30 años, lo cual confirma el estrés hídrico de los forrajes de pastoreo por baja precipitación, en particular en enero, febrero y marzo (Rincón et al., 2002). En enero la disponibilidad de forraje de pasto llanero fue de 900 kg/ha de materia seca por efecto de la humedad del suelo y las lluvias de diciembre del año anterior. La baja precipitación de los tres primeros meses del año trajo como consecuencia la menor disponibilidad de forraje en marzo, con 500 kg/ha de materia seca.

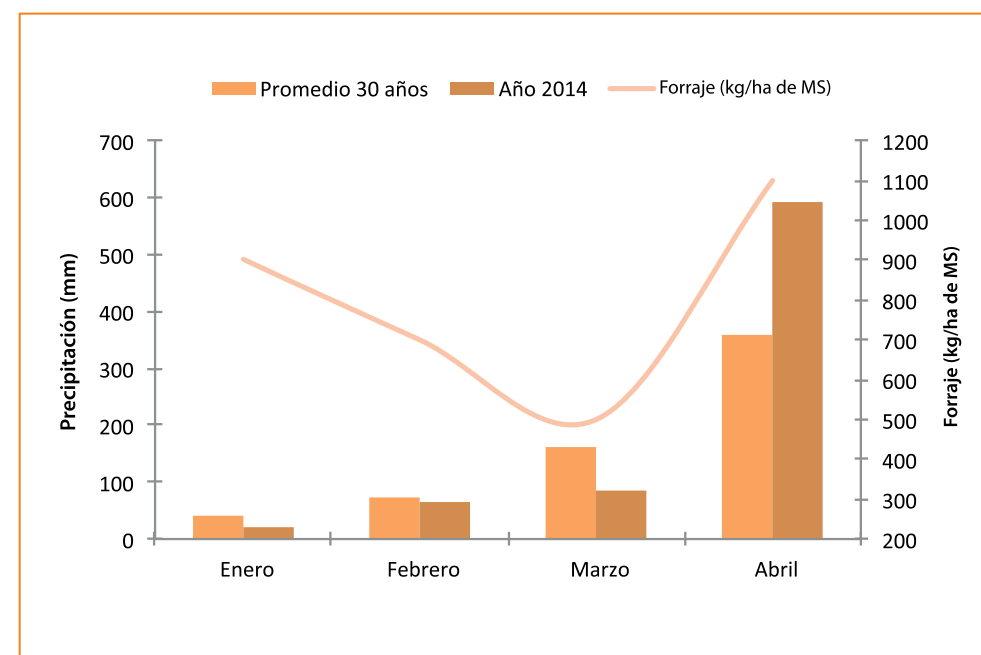


Figura 29. Relación entre precipitación y disponibilidad de forraje desde enero hasta abril en el piedemonte llanero (C.I. La Libertad). Promedio de 30 años comparada con la del 2014

Con base en lo anterior, se desarrolló un experimento en condiciones del piedemonte llanero (C.I. La Libertad) para determinar el efecto de la suplementación con ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 en la producción de carne de bovinos en pastoreo durante la época seca del 2014. Se comparó la ganancia de peso obtenida en bovinos en solo pastoreo de pasto *B. humidicola* cv. Llanero con la de bovinos en pastoreo de pasto llanero suplementados con ensilaje de sorgo (figura 30). Cada grupo experimental estuvo constituido por 10 novillos cebú comercial; el pastoreo de cada grupo fue rotacional en cuatro potreros de 0,8 ha cada uno, con un período de ocupación y de descanso de 7 y 21 días, respectivamente.



Figura 30. Bovinos machos cebú comercial en pasto Llanero, a comienzo de la época seca de 2014, C.I. La Libertad, piedemonte llanero
Fuente: Fotografía de A Rincón.

El ensilaje utilizado en la evaluación se elaboró a partir de un cultivo de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 cosechado 90 días después de la siembra, con una producción de 48 t/ha de ensilaje, el cual fue almacenado en silopress a finales de la época lluviosa (**figura 31**). La humedad en el momento de la cosecha fue de 70%, la concentración promedio de azúcares en el tallo fue 13 °Brix, el contenido de proteína cruda de 6%, la fibra en detergente ácido de 26%, la fibra en detergente neutro de 54% y la degradabilidad de 67%.



Figura 31. Almacenaje del forraje de sorgo Corpoica JJT-18 en silopress
Fuente: Fotografía de A Rincón.

Las evaluaciones con los bovinos se iniciaron en enero; se obtuvo una disponibilidad de forraje de pasto llanero de 915 kg/ha de materia seca en las praderas de los dos grupos de animales. Esta disponibilidad disminuyó en los meses siguientes, en especial en marzo, por estrés hídrico que afectó la producción de forraje; fue más crítico en los potreros donde se encontraban los animales de solo pastoreo, donde se obtuvieron cerca de 450 kg/ha de materia seca; con las lluvias que iniciaron en marzo, la disponibilidad de forraje en mayo aumentó a 1.150 y 1.100 kg/ha de materia seca en las praderas pastoreadas por los animales que fueron suplementados y los que estuvieron en solo pastoreo, respectivamente (**figura 32**).

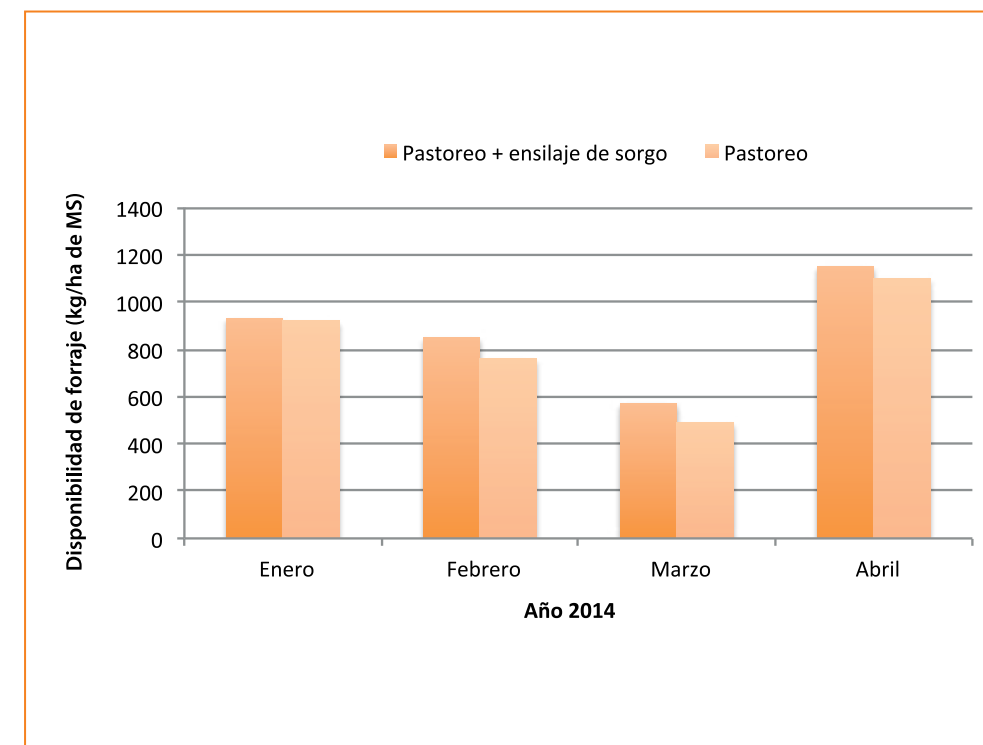


Figura 32. Disponibilidad de pasto llanero en la época seca de 2014. C.I. La Libertad, piedemonte llanero

El consumo promedio de ensilaje durante enero fue de 2 kg/animal, debido a la alta disponibilidad de forraje en los potreros; sin embargo, este consumo aumentó a 4 kg/animal en febrero y a 7 kg/animal en marzo, lo cual estuvo directamente relacionado con la menor disponibilidad de forraje en los potreros (**figura 33**). Una vez iniciadas las lluvias, lo que reactivó la producción de forraje de pastoreo, el consumo de ensilaje se redujo a menos de 2 kg/animal al día, razón por la cual la suplementación se suspendió en abril.



Figura 33. Consumo del suplemento de sorgo forrajero en animales en pastoreo en época seca. C.I. La Libertad, piedemonte llanero
Fuente: Fotografía de A Rincón.

Los animales cebú comercial presentaron un peso promedio inicial de 312 kg/animal en el tratamiento de pastoreo + suplementación con ensilaje de sorgo y de 315 kg/animal en el grupo de solo pastoreo. Las ganancias de peso en enero en los dos grupos de animales estuvieron en alrededor de 19 kg/animal; sin embargo, en los meses más secos (febrero y marzo) fueron de 5,7 y 8,1 kg/animal en los animales suplementados y de 0,2 y 7,7 kg/animal en los bovinos que estuvieron en solo pastoreo. Con el inicio de lluvias en abril, la alta disponibilidad de pasto llanero favoreció la ganancia de peso en los novillos suplementados al obtener 36,8 kg y de 24,5 en los sometidos a solo pastoreo (tabla 7).

Tabla 7. Producción de carne en bovinos machos cebú comercial sometidos a pastoreo y suplementación con sorgo forrajero y solo pastoreo en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero

| Producción animal | Pastoreo + ensilaje de sorgo | | | | Pastoreo | | | |
|---|------------------------------|---------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Enero | Febrero | Marzo | Abril |
| Peso promedio animal (kg) | 312 | 318 | 326 | 363 | 315 | 315 | 323 | 347 |
| Carga animal (ua/ha) ¹ | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 2,6 | 1,7 | 1,8 | 2,9 |
| Ganancia de peso en período (kg/animal) | 19,5 | 5,7 | 8,1 | 36,8 | 19,7 | 0,2 | 7,7 | 24,5 |
| Ganancia de peso (g/animal al día) | 698 | 203 | 289 | 681 | 703 | 7 | 275 | 454 |

¹ ua: unidad animal, equivale a 400 kg de peso vivo.

El beneficio de la suplementación con ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 se presentó en las ganancias diarias de peso, al obtener cerca de 700 g/animal al día en los dos grupos al inicio de la época seca (enero); sin embargo, en febrero y marzo los animales suplementados con sorgo ganaron 203 y 289 g/animal al día, mientras que los animales en solo pastoreo ganaron 7 y 275 g/animal al día (figura 34). Después del inicio de lluvias, los animales que fueron suplementados en época seca aventajaron a los de solo pastoreo al obtener ganancias de 681 y 454 g/animal al día, respectivamente.

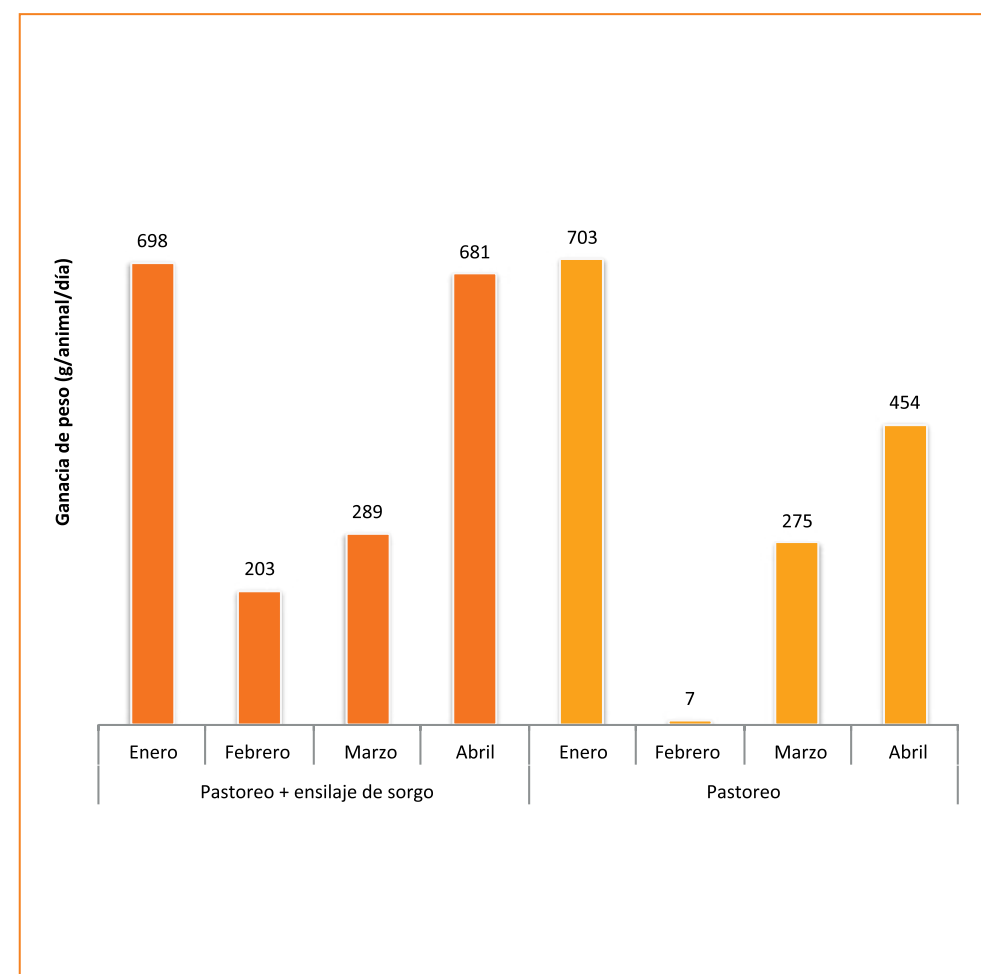


Figura 34. Ganancia de peso en bovinos machos cebú comercial sometidos a pastoreo y suplementación con sorgo forrajero y solo pastoreo en el C.I. La Libertad, piedemonte llanero



La carga animal en el grupo de los animales suplementados se mantuvo entre 2,6 y 2,7 ua/ha; mientras que en el grupo de solo pastoreo, la carga que inició igual al grupo suplementado se redujo a 1,7 ua/ha en febrero y 1,8 ua/ha en marzo. Con el inicio de las lluvias el forraje en los potreros se aumentó y la carga animal en los dos tratamientos pasó a 3 ua/ha (**figura 35**).

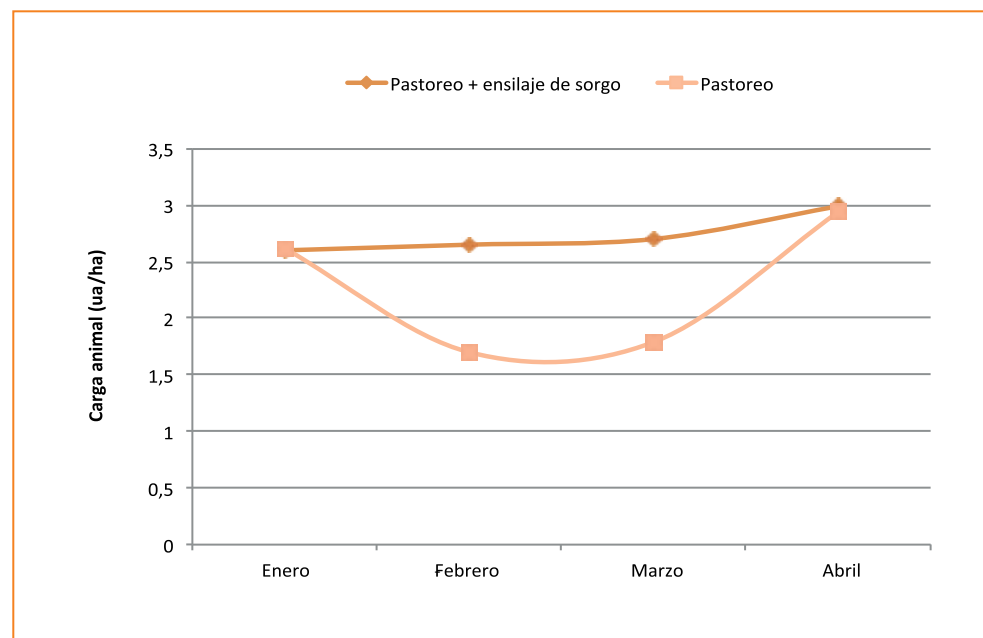


Figura 35. Carga animal en el tratamiento de pastoreo en Llanero + suplementación con sorgo forrajero y en solo pastoreo, enero a abril de 2014, C.I. La Libertad, piedemonte llanero

Durante el período de pastoreo, desde enero hasta abril, la producción de carne en los animales en pastoreo y suplementados con ensilaje de sorgo fue de 141 kg/ha, en tanto que los animales que estuvieron en solo pastoreo obtuvieron una producción de carne de 66 kg/ha (**figura 36**); por consiguiente, la suplementación con ensilaje de sorgo permitió obtener 75 kg/ha de carne adicional, con un valor de \$240.000.

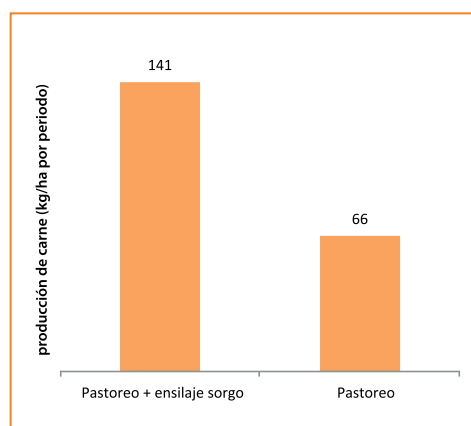


Figura 36. Producción de carne de enero a abril de 2004 en bovinos en pastoreo + suplemento de sorgo forrajero y bovinos en solo pastoreo. C.I. La Libertad, piedemonte llanero

Analizando la información con más detalle, se encuentra que con un suministro promedio diario de 5 kg/animal de ensilaje a un valor de \$155/kg, se tiene que durante los 120 días a cada animal se le suministraron 600 kg y los 2,5 animales que permanecieron en una hectárea consumieron 1.500 kg de ensilaje, con un valor de \$232.500.

Con una ganancia diaria promedio de 470 g/animal y una carga animal de 2,5 ua/ha, la producción de carne en los bovinos suplementados fue de 141 k/ha en el período seco, mientras que los animales en solo pastoreo obtuvieron una ganancia promedio de 350 g/animal al día y con una carga de 1,5 ua/ha la producción de carne fue de 66 kg/ha. Por consiguiente, la producción adicional de carne fue de 75 kg/ha que con un valor de \$249.600 cubrió los costos de la suplementación y no fue necesario recurrir a otras áreas para el pastoreo de los animales en esta época (**tabla 8**).

Tabla 8. Producción de carne y costo del suplemento en bovinos macho cebú en pastoreo, con y sin suplemento de ensilaje de sorgo forrajero Corpoica JJT-18. C.I. La Libertad, piedemonte llanero

| Concepto | Con suplemento | Sin suplemento |
|--|----------------|----------------|
| Ganancia de peso promedio época seca (g/animal al día) | 0,470 | 0,350 |
| Carga animal época seca (ua/ha) | 2,5 | 1,5 |
| Producción de carne época seca (kg/ha) | 141 | 66 |
| Valor de la carne (\$3.200/kg) | 451.200 | 201.600 |
| Ingreso adicional por el suplemento | 249.600 | |
| Consumo de ensilaje diario (kg/animal) | 5 | |
| Consumo período seco de 120 días (kg/animal) | 600 | |
| Consumo total de los 2,5 animales (kg/ha) | 1500 | |
| Valor de 1 kg de ensilaje (\$) | 155 | |
| Costo total ensilaje (\$) | 232.500 | |



Debido a la menor precipitación en época seca en la altillanura, se presenta mayor estrés hídrico que afecta la producción de forraje de pastoreo, lo cual ocasiona una ausencia total de forraje para la alimentación del ganado con las consecuentes e importantes pérdidas económicas para el ganadero. En estas circunstancias, el suministro de ensilaje se convierte en la única fuente de alimento para los bovinos en esta época.

En la **tabla 9** se presenta un ejemplo que ilustra el suministro de ensilaje a 100 novillos en condiciones del piedemonte y de la altillanura colombiana, donde la diferencia se presenta en el consumo diario de 10 kg/animal de ensilaje en el piedemonte y de 20 kg/animal en la altillanura. Con una producción de 40 t/ha en las dos localidades, es necesaria la siembra de 3 ha de sorgo forrajero en el piedemonte y 6 ha en la altillanura para obtener el forraje necesario para ensilar y alimentar a los novillos durante los 120 días de la época seca.

Tabla 9. Área de cultivo de sorgo forrajero Corpoica JJT-18 necesaria para la producción de ensilaje para suplementar a 100 novillos en época seca en piedemonte y altillanura colombiana

| Concepto | Piedemonte | Altillanura |
|--|------------|-------------|
| Número de novillos para suplementar | 100 | 100 |
| Peso promedio de un bovino (kg/animal) | 300 | 300 |
| Consumo diario de ensilaje (kg/ha) | 10 | 20 |
| Consumo de ensilaje en época seca enero a abril: 120 días (kg/animal) | 1.200 | 2.400 |
| Consumo de ensilaje en época seca enero a abril: 120 días (kg/100 bovinos) | 120.000 | 240.000 |
| Producción de forraje para ensilar (kg/ha) | 40.000 | 40.000 |
| Área de cultivo necesaria (ha) | 3 | 6 |

La utilización de sorgo forrajero Corpoica JJT-18, como estrategia para la renovación o establecimiento de praderas y para la producción de ensilaje para alimentación de bovinos en época seca, es una alternativa rentable para el ganadero.

Los costos de producción para la renovación de praderas con sorgo forrajero, con maíz forrajero y para el sistema convencional mediante la renovación con pasto Toledo sin la utilización de cultivos se presentan en la **tabla 10**. Los costos de renovación con la asociación de pasto Toledo + maíz suman cerca de \$5.000.000. Con sorgo forrajero estos costos se reducen en cerca de \$500.000, por el menor valor de las semillas y de los fertilizantes. Los costos más altos están representados por la maquinaria agrícola utilizada en todos los procesos de siembra y cosecha, con 42%, seguido por los fertilizantes, con 37% de los costos totales. Cuando la renovación de praderas degradadas se hace con pasto Toledo sin cultivos, los costos totales son de \$1.354.000.

Tabla 10. Costos en la renovación de praderas con maíz, sorgo forrajero Corpoica JJT-18 y pasto Toledo sin cultivos. C.I. La Libertad, piedemonte llanero

| Concepto | Maíz forrajero + pastos | Sorgo forrajero + pastos | Pasto Toledo |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| Costos variables | | | |
| Maquinaria | 1.660.000 | 1.660.000 | 300.000 |
| Semillas | 680.800 | 380.000 | 240.000 |
| Fertilizantes | 1.517.000 | 1.437.000 | 478.000 |
| Plaguicidas | 100.000 | 100.000 | 37.000 |
| Mano de obra | 67.500 | 67.500 | 45.000 |
| Transporte | 237.500 | 237.500 | 84.000 |
| Total costos variables | 4.262.800 | 3.882.000 | 1.184.000 |
| Costos fijos | 734.000 | 684.000 | 170.000 |
| Costos totales | 4.996.800 | 4.566.000 | 1.354.000 |
| Producción y Valor | | | |
| Producción (kg/ha) | 30.000 | 40.000 | 0 |
| Valor (\$/kg) | 200 | 200 | 0 |
| Ingreso bruto (\$/ha) | 6.000.000 | 8.000.000 | 0 |
| Ingreso neto (\$/ha) | 1.003.200 | 3.434.000 | 0 |
| Costo de renovación pradera | 0 | 0 | 1.354.000 |



Según la **tabla 10**, con una producción de 30 t/ha de ensilaje de maíz + pasto y de 40 t/ha de ensilaje de sorgo forrajero + pasto, con un valor de venta de \$200/kg de ensilaje de los dos cultivos, los ingresos obtenidos por la venta del ensilaje producido cubren los costos de producción y queda un ingreso neto de \$1.000.000 en el ensilaje de maíz y de \$3.500.000 en el ensilaje de sorgo. En estas condiciones, además de estos ingresos por la venta de ensilaje, se obtiene como beneficio la renovación de la pradera con pasto Toledo sin costo adicional.

Los costos de producción de un kilo de ensilaje varían de acuerdo con la producción total obtenida. La producción depende de diferentes factores relacionados con el cultivo, donde son de gran importancia la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua, el control de plagas y enfermedades y aspectos de clima como la temperatura, humedad relativa y radiación solar, entre otros (Kichel y Miranda, 2001).

En condiciones de la Orinoquia la variabilidad en la fertilidad de los suelos, especialmente la saturación de bases y los insumos necesarios para suplir deficiencias naturales del suelo, pueden influir en el rendimiento de forraje del sorgo. En la tabla 11 se presentan diferentes rendimientos de ensilaje, teniendo en cuenta los mismos costos de producción, donde se observa que el costo más alto fue de \$182/kg de ensilaje, listo para la venta, cuando la producción fue de 30 t/ha. Estos costos se reducen a medida que se incrementan los rendimientos, llegando a \$135/kg de ensilaje cuando la producción obtenida alcanza 60 t/ha.

Tabla 11. Costo de producción de 1 kg de ensilaje con diferentes rendimientos de sorgo sembrado con pastos

| Producción ensilaje (kg/ha) | 30.000 | 40.000 | 50.000 | 60.000 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Costo de producción (\$/ha) | 4.566.000 | 4.566.000 | 4.566.000 | 4.566.000 |
| Costo de producción de 1 kg de ensilaje (\$) | 152 | 114 | 91 | 76 |
| Valor de embolsado para transporte (\$/kg) | 30 | 39 | 49 | 59 |
| Costo total de ensilaje (\$/kg) | 182 | 153 | 140 | 135 |

CONCLUSIONES

1. Con la asociación sorgo Corpoica JJT-18 + pastos, se solucionan dos de los principales problemas que tiene la ganadería colombiana: degradación de praderas y disponibilidad de alimento para los bovinos en época seca.
2. El sorgo forrajero Corpoica JJT-18 se constituye en una buena alternativa para la alimentación de bovinos en época seca, por su alta producción de biomasa que supera en más de 30% las producciones obtenidas de forma tradicional con maíz forrajero.
3. La suplementación con sorgo forrajero Corpoica JJT-18 a animales en pastoreo en época seca permite mantener la misma carga animal de la época lluviosa y los bovinos presentan ganancias de peso superiores a 400 g/animal al día en condiciones de piedemonte llanero.





REFERENCIAS

- Antonopoulou G, Gavala HN, Skiadas IV, Angelopoulos K, Lyberatos G. 2008. Biofuels generation from sweet sorghum, fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. *Bioresour. Technol.* (99), 110-119.
- Bernal JH, Hernández RS, Vanegas M, Sanchez C, Martínez J. 2006. Potencial de sorgos forrajeros para producción de alcohol carburante. Informe final de actividades 2005. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Villavicencio, Meta, pp. 1-21.
- Bernal JH, Hernández RS, Salamanca CR, Guevara J, Caicedo S, Almansa, E, Argüello O, Martínez J, Romero J, Vanegas M. 2009. Obtención de variedades mejoradas de sorgo dulce con adaptación al trópico bajo para la producción de alcohol carburante en tres regiones de Colombia. Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Villavicencio, Meta, pp. 1-8.
- Bernal JH, Trouche G, Hernández RS, 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. Villavicencio, Meta, pp. 1-100.
- Cazzato E. 1997. Effects of plant density and row spacing on sugar yield and forage biomass yield of a sweet sorghum hybrid. En: Proceedings First International Sweet Sorghum Conference, Institute of Botany, Chinese Academy of Science. Li Dajue. Beijing, China, pp 191-196.
- Curt MD, Fernández J, Martínez M. 1998. Productivity and radiation use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. Keller in Central Spain. *Biomass Bioenergy* (14):169-178.
- Deu M, Sagnard F, Chantereau J, Calatayud C, Hérault D. 2008. Niger-wide assessment of in situ sorghum genetic diversity with microsatellite markers. *Theoretical and Applied Genetics* (116):903-913.
- Doggett H. 1988. Sorghum. 2th ed. Longman Scientific & Technical, New York, NY.
- Doorenbos J, Kassam AH. 1979. Yield response to water. FAO irrigation and drainage, paper 33. FAO, Roma.
- Evans JM, Cohen MJ. 2009. Regional water resource implications of bioethanol production in the Southeastern United States. *Glob Change Biol.* (5):2261-2273.
- Gascho GJ, Nichols RL, Gaines TP. 1984. Growing sweet sorghum as a source of fermentable sugars for energy. Research Bulletin 315. University of Georgia Experiment Station, Athens, Georgia.
- Gnansounou E, Dauriat A, Wyman CE. 2005. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar. Economic tradesoff in the context of North China. *Bioresour Technol.* (96):985-1002.
- Kichel A, Miranda CH. 2001. On Farm trial of agropastoral systems. En: Eds. Kanno T, Macedo CM. Workshop on agropastoral system in South America. Japan Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), Ministry of Agriculture Brazil. Embrapa, pp. 51-56.
- Mamma D, Christakopoulos P, Koullas D, Kekos D, Macris BJ, Koukios E. 1995. An alternative approach to the bioconversion of sweet sorghum carbohydrates to ethanol. *Biomass Bioenergy* (8):99-103.
- Martin JH. 1970. History and classification of sorghum, *Sorghum bicolor* (Linn.) Moench. In: Wall JS and Ross WM. Sorghum production and utilization. The AVI Publishing Company. Westport, CT, USA, pp. 1-27.
- Rattunde HFW, Zerbini E, Chandra S, Flower DJ. 2001. Stover quality of dual-purpose sorghums. Genetic and environmental sources of variation. *Field Crops Res.* (71):1-8.
- Rincón A, Flórez H. 2013. Uso de los cultivos como estrategia de alimentación de bovinos durante la época seca. En: Rincón A, Jaramillo C. Sistemas integrados agrícola-ganadero-forestal, para el desarrollo de la Orinoquia colombiana. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, CIAT. Villavicencio, Meta, Colombia, pp. 45-68.



Rincón A, Cuesta PA, Pérez RA, Bueno G, Pardo O, Gómez JE. 2002. Producción y utilización de los recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el piedemonte caqueteño. Manual técnico. Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana, Corpoica, 76 p.

Rao SP, Rattore A, Reddy BVS. 2013. Interrelationship among biomass related traits and their role in sweet Sorghum cultivar productivity in main and ratoon crops. Sugar Tech. 15(3):278-284.

Swanson A, Laude H. 1934. Varieties of Sorghum in Kansas. Kansas Bulletin 266:2-50.

Yu J, Zhang X, Tan T. 2008. Ethanol production by solid state fermentation of sweet sorghum using thermotolerant yeast strain. Fuel Process Technol. 89:1056-1059.

Zhao YL, Dolat A, Steinberger Y, Wang X, Osman A, Xie G.H. 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. Field Crop Res. 111:55-64.

Impresión y encuadernación:
Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.



www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com

Terminó de imprimirse
Diciembre de 2014, Bogotá, DC, Colombia



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: bac@corpoica.org.co
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274
Skype: biblioteca.agropecuaria

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-190-5



9 789587 401905