



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y SU USO EN LA GANADERÍA BOVINA

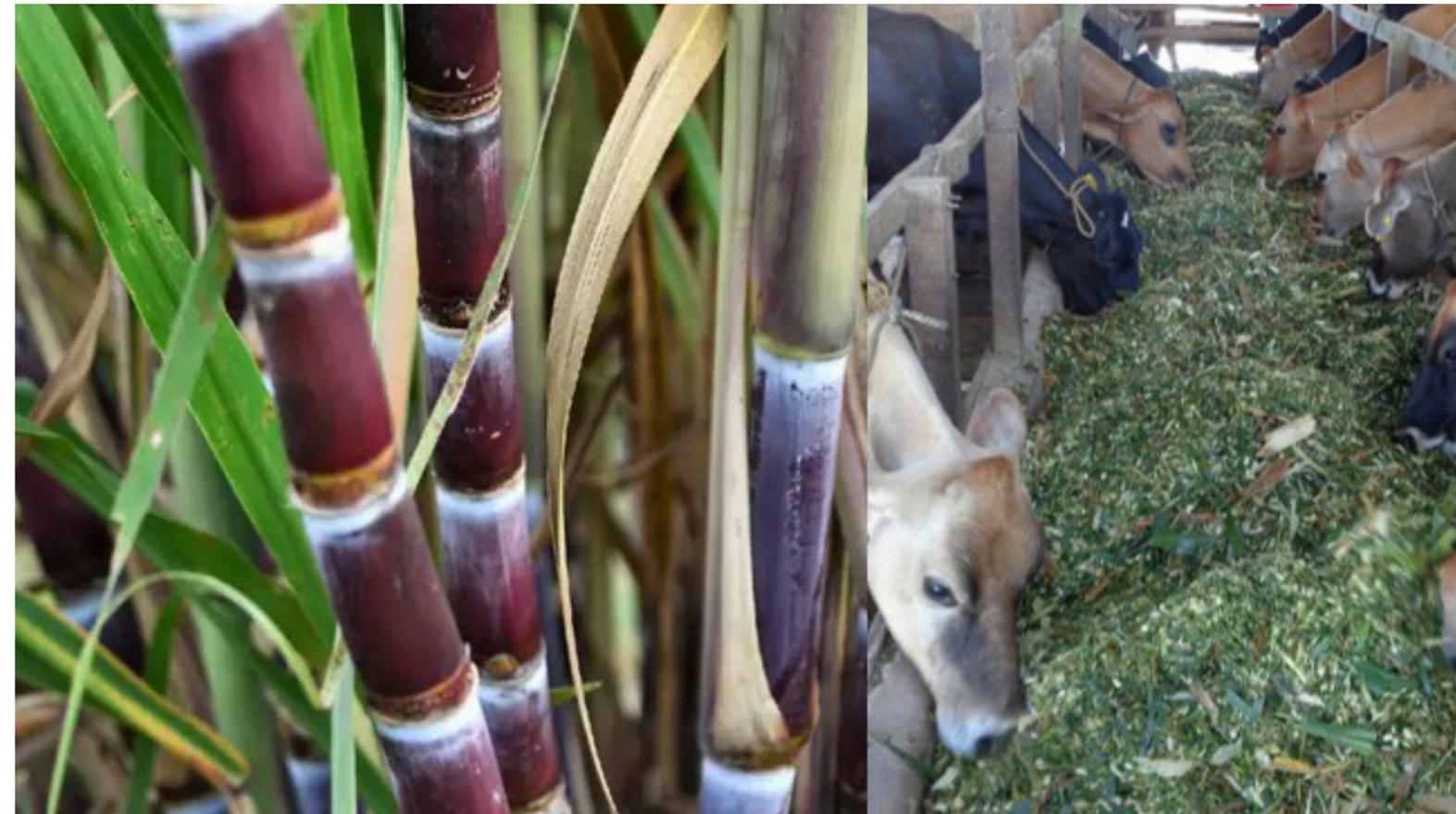


Ing. William Sánchez Ledezma

2023



LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) Y SU USO EN LA GANADERÍA BOVINA



Ing. William Sánchez Ledezma
2023

Tabla de Contenido

633.2
C837c Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria
La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y su uso
en la ganadería bovina / William Sánchez Ledezma. –
San José, C.R. : INTA, 2023.
1 recurso en línea; 4 Mb

ISBN 978-9968-586-63-4

1. SACCHARUM OFFICINARUM. 2. GANADO
BOVINO. I. Sánchez Ledezma, William. II. Título.

INTRODUCCIÓN	5
ORIGEN Y BOTÁNICA	6
REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO	7
ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ÉPOCA SIEMBRA.....	8
VARIETADES	8
ESTABLECIMIENTO	10
Semilla y semillero.....	10
Preparación del terreno.....	11
Encalado.....	11
Siembra.....	11
MANEJO DE LA PLANTACIÓN.....	12
Fertiirrigación	12
Principales plagas y su manejo	13
Combate de malezas	14
Riego y drenaje.....	15
Cosecha	16
Rendimiento.....	17
Calidad nutritiva	17
Utilización	19
LITERATURA CITADA	27

Autores

Ing. William Sánchez Ledezma

Revisores

Ing. Victoria Arronis Díaz

Consejo Editorial del INTA

Ing. Kattia Lines Gutiérrez.
Ing. Laura Ramírez Cartín.
Ing. Nevio Bonilla Morales.
Ing. Francisco Arguedas Acuña.
Ing. Roberto Camacho Montero.
Ing. Kenneth Retana Sánchez

Editora

Ing. Kattia Lines Gutiérrez, MGA. klines@inta.go.cr
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

Diseño, diagramación e impresión

Handerson Bolívar Restrepo www.altdigital.co

San José, Costa Rica. 2023.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país la alimentación de los bovinos se basa en el pastoreo, sin embargo, las diversas especies y variedades utilizadas no logran cubrir los requerimientos nutricionales, principalmente durante las épocas de sequía y periodos de exceso de lluvia. En el primer caso, debido a que el rendimiento y la calidad del pasto se reducen considerablemente, y en el periodo con exceso de lluvia, según (Van Soest 1994) porque el elevado contenido de agua en los pastos afecta negativamente el consumo voluntario de materia seca. Además, del deterioro a las pasturas y al suelo que causan los animales mediante el pisoteo cuando existe mucha humedad en el suelo.

Esta situación, ha obligado a los ganaderos a utilizar alimentos concentrados o subproductos con base en granos e insumos importados, que ponen en riesgo la sostenibilidad bioeconómica de dicha práctica de alimentación. Esta dependencia de la importación de granos se puede reducir, si los ganaderos incorporan a su plan de finca algunas alternativas forrajeras de buena calidad, como es el caso de la caña de azúcar.

El principal uso del cultivo de la caña de azúcar es la fabricación de azúcar y otros derivados para el consumo humano, sin embargo, por su alto aporte energético, producción de forraje y fácil manejo, presenta buenas características para ser utilizada en la alimentación de los rumiantes, con la ventaja que se aprovecha toda la planta (tallos, cogollos y hojas) y de que su mayor uso se puede realizar durante la época seca, cuando las pasturas reducen su rendimiento de materia seca, debido a que la caña de azúcar tolera moderadamente la sequía, con la virtud que durante época seca incrementa la concentración de azúcares solubles.

Este documento tiene como objetivo ofrecer las principales estrategias de establecimiento, manejo y uso del cultivo de la caña de azúcar como recurso forrajero en la alimentación del ganado bovino, con el fin de que el ganadero se prepare ante las posibles reducciones de disponibilidad de alimento para el ganado, que, en el trópico, normalmente sucede durante la época de sequía. Esto con el propósito de evitar pérdidas de peso, reducción en la producción de leche, atrasos en la reproducción y en algún caso hasta la muerte de animales, contribuyendo a la vez, que los sistemas ganaderos sean más resilientes a la variabilidad climática y emitan menos gases de efecto invernadero (GEI) al ambiente.

Dado que este documento es una guía sobre estrategias de manejo y uso del cultivo de la caña como recurso forrajero, no pretende profundizar en el manejo agronómico del cultivo, sino abarcar los aspectos más relevantes del cultivo, pero con fines forrajeros. Por lo tanto, se recomienda que si los ganaderos requieren mayor información del cultivo consulten a especialistas en el tema.

ORIGEN Y BOTÁNICA

La caña de azúcar es uno de los cultivos más antiguos en el mundo, que tiene su origen en la isla de Nueva Guinea. Su clasificación botánica es la siguiente:

Cuadro 1. Clasificación botánica de la planta de caña de azúcar.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	Saccharum
Especie	officinarum L.

Fuente: CONADESUCA 2015.

En cuanto al sistema radicular, está conformado por un robusto rizoma subterráneo. Las primeras raíces (primordiales) se forman a partir de las estacas original de siembra, y desaparecen alrededor de los 3 meses con los nuevos rebrotes. Posteriormente aparecen las raíces permanentes, las cuales emergen de los primeros anillos de los nuevos rebrotes. Son numerosas, de rápido crecimiento y su desarrollo avanza con el crecimiento de la planta (Insuasty 2010).

El tallo de la planta de caña de azúcar es leñoso, lleno de un tejido esponjoso y dulce del que se extrae el azúcar. Su altura puede superar los dos metros. Las hojas son largas y recubiertas por pequeñas vellosidades, con numerosas aperturas estomáticas (PROCAÑA s.f).

La flor es de color purpúrea en forma de panícula formada por un eje central y muchas espiguillas. Aparece después de la elongación del tallo y emergencia de la hoja bandera. Aunque hay que tener presente que para que aparezca la flor, es necesario que se den una serie de condiciones de edad, fertilización, fotoperiodo, temperatura y humedad adecuadas.

Algunos materiales de caña de azúcar no florecen o lo hacen escasamente, siendo estas las más adecuadas para utilizar como recurso forrajero, debido a que la floración excesiva, afecta negativamente el rendimiento y la calidad del forraje, ya que la planta deja de crecer, se incrementa el contenido la fibra en los entrenudos superiores, dando lugar a la formación de médula (corcho) y reducción de la concentración de sacarosa en los tallos (Chaves 2017).

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Los componentes del clima que afectan de manera más significativa el crecimiento y desarrollo del cultivo son la humedad del suelo, la luminosidad y temperatura. Un ambiente soleado y caluroso prolongado, con alta incidencia de radiación solar y adecuada precipitación son condiciones propicias para un excelente crecimiento de la caña de azúcar (CONADESUCA 2015).

La temperatura óptima para la germinación de las yemas y el desarrollo del cultivo se ubica entre los 27 y 33 °C (Subirós 1995). Si durante cierta época del año la temperatura media es menor a 21°C, se retarda el crecimiento de los tallos y aumenta la concentración de sacarosa (CONADESUCA 2015).

El suministro de agua es necesario, principalmente durante el período de crecimiento, en promedio se requiere un régimen de lluvia alrededor de 1500 mm/año, ya que la planta utiliza de 50 a 100 m³ de agua para producir una tonelada de caña en peso fresco (CONADESUCA 2015).

Este cultivo se desarrolla bien en diferentes tipos de suelos, pero los más adecuados son los de textura franca o franco-arcillosa, bien drenados, profundos, aireados, ricos en materia orgánica, topografía plana o semiplana y con un pH entre 5,5 y 7,5, aunque valores inferiores a 5,5 se considera como crítico para el adecuado crecimiento de la planta (Angulo *et al.* 2020).

ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ÉPOCA SIEMBRA

Se adapta desde el nivel del mar hasta los 1550 m de altura (Chaves 2008). Las principales zonas de producción son: Pacífico Seco (Guanacaste y Puntarenas), Valle Central Occidental (Alajuela y Heredia), Zona Valle Central Oriental (Turrialba), Zona Norte (San Carlos) y Zona Sur (El General) (MAG 1991).

La siembra generalmente se realiza cuando se inician las lluvias, entre mayo y junio. Cuando existe riego, la siembra puede ser entre febrero y abril, aunque no es recomendable debido a que el desarrollo de la planta es más lento.

VARIEDADES

En Costa Rica existen muchas variedades de caña de azúcar para fines industriales, a las cuales se les ha estudiado varios aspectos desde su establecimiento, adaptación, manejo y producción. Sin embargo, para la alimentación de bovinos es muy poca la investigación que se ha realizado. Aunque existe información (Torres 2008; Chaves 2019; Chaves *et al.* 2020; Chaves *et al.* 2021) que reportan variedades con potencial forrajero que se pueden utilizar en nuestro país (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variedades de caña de azúcar con potencial para uso como forraje en diferentes zonas de Costa Rica

Región / Zona	Altitud (m s. n. m.)	Cantones	Variedades
Guanacaste y Puntarenas	4 – 418	Abangares, Bagaces, Cañas, Carrillo, Esparza, Liberia, Montes de Oro, Nicoya, Puntarenas y Santa Cruz.	B 82-333, Mex 79-431, LAICA 00-301, LAICA 08-390, LAICA 09-374, RB 86-7515.

Región / Zona	Altitud (m s. n. m.)	Cantones	Variedades
Valle Central	376 - 1170	Alajuela, Atenas, Grecia, Heredia, Naranjo, Poás, San Mateo, San Ramón, Santa Bárbara y Sarchí.	B 77-95, Mex 79-431, PINDAR, Q 96, RB 73-9735, RB 86-7515, SP 78-4764.
Zona Norte	43 – 656	Los Chiles y San Carlos.	B 76-259, B 76-385, B 77-95, LAICA 08-390, LAICA 12-340, Mex 79-431, PINDAR, Q 96.
Zona Sur	361 – 865	Pérez Zeledón y Buenos Aires.	LAICA 03-805, LAICA 04-825, Q 96.
Turrialba	480 – 999	Jiménez y Turrialba.	B 76-259, B 76-385, B 77-95, H 77-4643, PINDAR.
Zonas altas	1000 - 1653	Alvarado, Jiménez y Paraíso.	H 77-4643, H 68-1158.

Fuente: Torres 2008; Chaves 2019; Chaves *et al.* 2020; Chavarría 2021; Chaves *et al.* 2022.

En Costa Rica no existen variedades de caña de azúcar seleccionadas para la producción de forraje, por lo tanto, cualquier caña puede dársele al ganado como alimento (Torres 2009). Sin embargo, es recomendable seleccionar variedades con las siguientes características:

- Rápido crecimiento y de porte erecto.
- Maduración temprana y alto rendimiento de biomasa por hectárea.
- Tolerante a la sequía o alta humedad (dependiendo de la zona).
- Resistente o tolerante a las enfermedades.
- Que sea suave o semidura para que facilite el picado y no lastime la boca de los animales.
- Que no tenga o que sean escasos los vellos en las hojas y en tallos para facilitar el manejo.
- Que no presente o de escasa floración.

ESTABLECIMIENTO

SEMILLA Y SEMILLERO

Si no se dispone de suficiente semilla asexual (vegetativa), se puede iniciar con un semillero y posteriormente realizar la plantación requerida. El semillero debe ubicarse en terrenos de fácil acceso, fértil y próximo al lugar donde se va a realizar la siembra definitiva.

La semilla debe proceder de plantaciones nuevas, como máximo dos años de establecidas. La cosecha de la semilla se debe de realizar en estado vigoroso de la planta, entre 6 y 8 meses de edad (Figura 1), no más de dos días antes de la siembra para evitar la deshidratación y daño de los esquejes (Angulo *et al.* 2020)



Figura 1. Semilla axesual (vegetativa) de caña de azúcar con edad entre 6 y 8 meses.

Fuente: LAICA 2020

La semilla debe ser de buena calidad libre de enfermedades y plagas (Torres 2009; Alfaro *et al.* 2007), por lo que se recomienda tratarla con fungicida Angulo *et al.* 2020) esto con el fin de evitar la presencia de hongos al momento de la siembra.

Se debe tomar en cuenta que para sembrar una hectárea de caña se necesitan 2500 m² de semillero, con lo cual es posible producir entre 10 y 14 toneladas métricas de semilla, que es la cantidad requerida para sembrar una hectárea de caña (Torres 2009).

PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno inicia con la selección y ubicación del mismo. El terreno seleccionado debe estar ubicado lo más cerca posible del lugar donde se va a suplementar el ganado, esto con el fin de facilitar el manejo. Además, entre lo posible, que tenga facilidad de riego y mecanizable, fértil y de buen drenaje.

Seleccionado el terreno, es recomendable pasar una rastra rompedora para remover y destruir el material vegetativo presente, sin provocar excesos y destrucción de su estructura y agregación, ni mucho menos inducir a una pulverización del suelo (Arguello *et al.* 2020).

La distancia entre los surcos varía, depende del manejo y tipo de cosecha a realizar. Si el manejo y la cosecha va hacer manual, se recomienda distancias de 1,5 m entre surcos, pero si es mecanizada, la distancia es de 1,7 m entre surcos. En ambos casos entre 25 y 30 cm de profundidad (Calderón y Chaves 2003; Arguello *et al.* 2020).

ENCALADO

De acuerdo al análisis de suelo, se decide si se encala o no. En caso de encalar, se debe hacer entre cuatro y seis semanas antes de la siembra, por lo que no es aconsejable aplicar la cal conjuntamente con los fertilizantes, debido que parte de estos se pueden lixiviar o evaporar durante el periodo de espera a la siembra.

SIEMBRA

Para lograr una plantación uniforme y densa, es recomendable distribuir al menos dos filas de tallos traslapados en el surco, de tal forma que queden entre 15 y 16 yemas por metro lineal (figura 2). Los tallos se pueden cortar en trozos de 50 cm de longitud, con el fin de acomodarlos o alinearlos de mejor fondo en el fondo del surco. El tapado de la semilla debe realizarse con una capa de suelo entre 5 y 10 cm de grosor.



Figura 2. Distribución de los tallos de caña de azúcar al fondo del surco al momento de la siembra.

Fuente: LAICA 2020.

MANEJO DE LA PLANTACIÓN

FERTIRRIGACIÓN

En cuanto a la fertilización, se recomienda realizar un análisis de suelo antes de la siembra, y ajustar el plan de fertilización acorde a los resultados del análisis. A manera de guía, se ofrece el siguiente plan de fertilización (Torres 2009).

- Al momento de la siembra, aplicar cinco quintales de 10-30-10 por hectárea a chorro seguido al fondo del surco.
- Dos meses después de la siembra; distribuir tres quintales de urea por hectárea a chorro seguido al lado del surco.
- Cuatro meses después de la siembra; usar cuatro quintales de la fórmula 20-3-20 por hectárea a chorro seguido al lado del surco y aporcar.

Después de la primera cosecha y en los años siguientes, se recomienda utilizar el siguiente plan de fertilización (Torres 2009).

- Dos meses después de la cosecha (60 días de rebrote), aplicar cuatro quintales de urea por hectárea al lado del surco.
- Cuatro meses después de la cosecha (120 días de rebrote), usar cuatro quintales por hectárea de la fórmula 20-3-20 a chorro seguido al lado del surco.

Además de lo anterior, la fertilización del suelo se puede reforzar con los abonos orgánicos, máxime que en todo sistema ganadero se produce considerable cantidad de excretas de bovinos que se pueden transformar mediante el compostaje en abono orgánico, lo cual es muy bueno porque se mejora la materia orgánica y la fertilidad del suelo (Martínez 2003). Al respecto, es importante considerar que los abonos orgánicos son mejoradores de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La dosis de abono orgánico a aplicar, depende de las características del suelo y las propias del abono. En términos generales, se recomienda aplicar entre 2 y 4 toneladas de abono orgánico por hectárea (Martínez 2003). En un estudio realizado en Paraguay (CECA 2006), se determinó que la producción del cultivo de la caña de azúcar aumentó paulatinamente conforme se utilizó entre 2 y 6 toneladas de compost por hectárea, alcanzando un incremento del 40% cuando se utilizó máxima dosis.

PRINCIPALES PLAGAS Y SU MANEJO

Las principales enfermedades son del follaje y del tallo causadas por hongos y bacterias. Las enfermedades más comunes causada por hongos, son: cogollo retorcido (*Fusarium moniliforme*), carbón (*Ustilago scitaminea*), Roya naranja (*Puccinia kuehni*) y roya café (*Puccinia melanocephala*) (figura 3). Generalmente no se recomienda control curativo, sino usar variedades resistentes y buen manejo (Angulo *et al.* 2020).

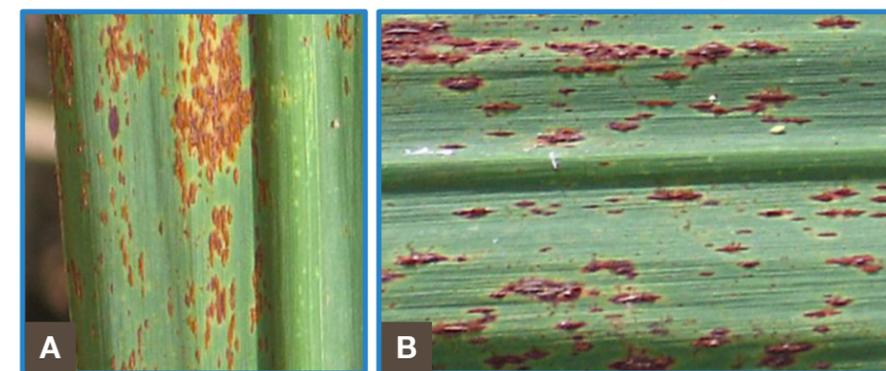


Figura 3. Roya naranja A (*Puccinia kuehni*) y café B (*Puccinia melanocephala*)

Fuente: Angulo *et al.* 2020.

Las dos enfermedades más comunes causadas por bacterias son: Escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) y Raya roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*) (figura 4). Ambas atacan al follaje y el tallo. No hay control curativo, por lo que se recomienda utilizar variedades resistentes y buen manejo.



Figura 4. Raya roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*) en estado inicial (A) y avanzado (B)
Fuente: Angulo *et al.* 2020.

En cuanto a plagas insectiles, las principales son *Diatraea sp*, *Aeneolamia sp*, *Prosapia sp* y *Phyllophaga sp.*, las cuales se pueden controlar integrando diferentes prácticas, siendo una de las más importantes el control biológico, utilizando parasitoides como *Cotesia flavipes* para *Diatraea sp* u hongos como *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia sp*, y *Prosapia sp*. En el caso de *Phyllophaga sp.*, lo que se debe hacer es captura de adultos, o sea, el combate de plagas se debe realizar siguiendo los principios y prácticas contenidas dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Angulo *et al.* 2020).

COMBATE DE MALEZAS

Se recomienda realizar un control temprano con el objetivo de que las malezas no compitan con el cultivo. Por eso es conveniente aplicar un herbicida preemergente inmediatamente después de la siembra, en este caso podría ser pendimetalina 50 EC a razón de 2,5 litros por hectárea. En postemergencia temprana (cuando ya las malezas han germinado), el control puede ser manual o utilizar una mezcla de herbicidas como: 2 litros de 2,4-D más 3 litros de Terbutrina formulado al 50% y 2 kg de Diuron 80% WP por hectárea.

Es importante tener presente que, en el cultivo de la caña de azúcar es conveniente aprovechar la hojarasca (hojas secas) que se produce, las cuales se pueden utilizar como cobertura con el fin de reducir la emergencia de maleza después de la cosecha (figura 5).



Figura 5. Cobertura de hojarasca tres meses después de la cosecha, Ciruelas de Alajuela.
Fuente: INTA, 2023.

RIEGO Y DRENAJE

El método de riego más utilizado es el de gravedad. Según Angulo *et al.* (2020), mediante este sistema de riego se requiere aplicar entre 1200 y 3500 m³ por hectárea en cada riego.

Durante los primeros tres meses de germinación o de rebrote el consumo de agua es mínimo, mientras que la mayor demanda de agua coincide con el periodo de máximo crecimiento de la planta, que sucede entre los 4 y 7 meses de edad, razón por la cual, si existe deficiencia de lluvia durante esta etapa, es recomendable aplicar riego durante este periodo para que no se afecte el crecimiento y la producción. En la etapa final de crecimiento y maduración, que se da entre los 8 y 12 meses, los requerimientos de agua son menores, por lo que no es necesario aplicar riego (Torres *et al.* 2004).

COSECHA

El corte se debe hacer a ras del suelo, lo que dará a la cepa una mayor vida útil. Se recomienda realizar el primer corte cuando la caña se encuentra madura, lo cual se da cuando la planta alcanza aproximadamente los 12 meses de establecida, aunque en ganaderías ubicadas en zonas bajas se pueden utilizar cañales a partir de los 9 meses de crecimiento. Sin embargo, lo mejor es esperar a que alcance una mayor madurez.

Con fines forrajeros la caña de azúcar se puede cosechar de dos formas: cortando todas las plantas e hijos que existen en la parcela (figura 6A), lo cual normalmente se hace cada año. La otra forma de cosechar la caña es “entresacando” las cañas maduras (sazonas) (Figura 6 B), lo que se puede hacer todos los días si se dispone del área adecuada.



Figura 6. Cosecha total (A) y entresacada (B) de caña de azúcar para la alimentación animal.

Fuente: INTA, 2023.

La caña de azúcar para forraje debe cosecharse preferiblemente cuando alcanza una buena madurez, similar a como se hace con fines azucareros: No se recomienda someterla a métodos de conservación ya que funciona como un “silo en pie”. Posee propiedades de auto almacenamiento y conservación en el campo, manteniéndose en buen estado durante la época seca y conservando su valor nutritivo por varios meses, por lo tanto, se puede ofrecer a los animales en cualquier momento.

Tradicionalmente la caña de azúcar se ha utilizado en épocas de escasez, cuando el pastoreo es limitado, cosechándola una vez al año, sin embargo, aunque esa ha sido la costumbre, se puede sembrar de forma escalonada, con el fin de utilizarla conforme va alcanzando su madurez durante el año (Torres 2008).

RENDIMIENTO

La producción de forraje de caña de azúcar depende de muchos factores. Los dos aspectos más importantes son la variedad utilizada y el manejo recibido.

En cuanto a la variedad, en muestreos realizados en fincas de ganaderos ubicadas en el cantón de Acosta, provincia de San José, se obtuvieron producciones de forraje verde de 95 toneladas por hectárea con la variedad SP 79-2313, mientras que, con variedades sin identificar, los rendimientos no superaron la mitad de lo indicado anteriormente, lo que significa que es conveniente asesorarse sobre cuál es la variedad de caña de azúcar más recomendable para cada localidad. Además, es importante destacar que la variedad SP 79-2313 produjo seis toneladas más por hectárea/año cuando la cosecha fue entresacada y no total (Sánchez 2007). Aunque Ramírez *et al.* (2014) reportan que la caña de azúcar es capaz de producir hasta 100 toneladas de forraje verde por hectárea. Aunque Suárez y Morín (2005) en Cuba, mencionan rendimientos entre 30 y 85 toneladas/ha de caña para la industria azucarera.

Es importante mencionar que, en la etapa de madurez la planta de caña de azúcar se compone de aproximadamente 71,82 % de tallos, 12,58 % de cogollos, 8,7 % de hojas e hijos, los cuales pueden variar dependiendo de la variedad, edad y condiciones ambientales. Todo este material vegetativo es aprovechado por el ganado bovino, sin el riesgo de perder sus características nutricionales cuando madura, por lo cual, constituye un forraje altamente disponible (Chaves 2008).

CALIDAD NUTRITIVA

La caña de azúcar es rica en azúcares solubles, razón por la cual es una excelente fuente de energía, aunque su contenido en proteína cruda es bajo, el cual, dependiendo de la variedad, estado de madurez de la planta y el clima o época de cosecha, pero por lo general, no supera el 5 % en base seca (Moreno 2007). Además, presenta un desequilibrio mineral y baja digestibilidad, características que permiten clasificarla como forraje de regular calidad, por lo tanto, el suministro tiene que ir acompañado de una fuente de proteína y de minerales (Juárez *et al.* 2009). En cuadro 2 se presenta la composición química de la caña de azúcar de varios autores.

Cuadro 3. Composición nutricional de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) Según diferentes fuentes.

Fracción	Porcentaje (%) en base seca							Autor
	MS	CE	PC	FND	FAD	Ca	P	
Caña picada	31,0	-	3,5	-	-	0,30	0,15	Villar 2010
Forraje de caña	34,3	-	3,9	-	-	0,40	0,09	Fundora <i>et al.</i> 2007
Forraje de caña	33,5	-	4,8	64,9	50,3	0,20	0,20	Rodríguez <i>et al.</i> 2009
Caña de azúcar	26,2	6,3	4,7	69,0	40,1	0,35	0,14	Moreno 2007

Nota: MS: materia seca; CE: cenizas; PC: proteína cruda; FND: fibra neutro detergente; FAD: fibra ácida detérgete; Ca: calcio, P: fósforo.

El contenido de materia seca (MS) de la caña de azúcar madura es de aproximadamente 30%, y una vez madura conserva su valor nutritivo en el tiempo, siempre que no sea afectada por el clima. Aunque según varios autores (Bastidas *et al.* 2010) la edad de la planta si afecta la calidad nutritiva del forraje, debido a que, al evaluar cinco materiales de caña de azúcar, encontraron diferencias en el contenido de proteína cruda (PC) después del primer corte, con valores que oscilaron entre 7,1 y 5,2% a los cuatro meses, entre 2,7 y 2,1% a los ocho meses, entre 2,5 y 2,0% a los 12 meses y entre 1,7 y 1,1% a los 16 meses, aunque la reducción es menor después de los 12 meses de edad. También se resalta en este mismo estudio, que el contenido de PC varió entre el primer y segundo corte (soca), encontrando valores que oscilaron entre 6,03 y 4,01% en el primer corte y entre 2,68 y 2,08% en el segundo (soca).

Es importante anotar que, el mayor contenido de PC en la planta de caña de azúcar se encuentra en el cogollo, así lo demuestra un estudio realizado por López *et al.* 2003, debido a que al evaluar siete variedades encontraron concentraciones de PC que oscilaron entre 0,33 y 0,81% en el tallo y entre 2,90% y 4,62% en el cogollo.

En cuanto a la fibra neutro detergente (FND) después del primer corte, también varía conforme aumenta la edad de la planta, con valores que oscilan entre 69,6 y 73,6 a los cuatro meses, entre 52,4 y 65,1 a los ocho meses, entre 58,2 y 63,5% doce meses y entre 55,9 y 63,2% a los dieciséis meses (Bastidas *et al.* 2010), lo que indica que la reducción de la FND se manifiesta hasta los ocho meses, edad a partir de la cual prácticamente se estabiliza el contenido de fibra.

De lo anterior se deduce, que si la cosecha se realiza de forma entresacada y no mediante cosecha total (figura 6), el forraje podría tener menos contenido de fibra, debido a que las plantas nuevas (hijos o mamones) contienen más FND que las cañas maduras.

Situación que es respaldada con los hallazgos de López *et al.* 2003, quienes al evaluar siete variedades de caña de azúcar encontraron que el cogollo contiene 74% de FND, mientras que el tallo un 35,2%.

La fibra ácido detergente (FAD) también varía conforme incrementa la edad de la planta. Después del primer corte, el contenido de FAD oscilo entre 41,0 y 43,8% a los cuatro meses de rebrote, entre 40 y 32,1% a los ocho meses, entre 36,7 y 38,0% a los 12 meses y entre 41,8 y 33,7% a los 16 meses (Bastidas *et al.* 2010), lo que significa que el contenido de FAD se reduce conforme aumenta la edad de la planta.

UTILIZACIÓN

Con fines forrajeros para rumiantes, la caña de azúcar se puede utilizar mediante las siguientes formas: caña fresca entera, caña fresca picada, caña ensilada y en forma de saccharina. También se puede utilizar la caña de azúcar en mezcla con urea, con el fin de incrementar el contenido de proteína. Además, se puede aprovechar los subproductos de la industria como la melaza y el bagazo.

La caña fresca entera

Consiste en cortar y suministrar la planta entera (tallos y cogollo) sin picar a los animales. No es muy común, pero es una alternativa viable como alimento de emergencia cuando hay escasez de pasto y no se cuenta con el equipo necesario para picarla. Aunque por su corteza dura y fibrosa se aprovecha poco, se dificulta y limita el consumo por animal. Normalmente el forraje se ofrece en el potrero donde se encuentra el ganado pastoreando.

La caña fresca picada

Es la forma más común de utilizar la caña como recurso forrajero en rumiantes. Consiste en picar la planta entera (tallos y cogollo) en trozos que miden entre 1 y 2 cm de longitud. No se recomienda moler o picar el forraje en partícula muy pequeño, debido a que la capacidad de rumiar se altera, lo que disminuye la capacidad de neutralizar la acidez y la motilidad del rumen (CONtexto Ganadero 2021). Según Gregoret y Gallardo (2019) lo recomendado es que en la biomasa total de forraje exista cierta variabilidad en cuanto al tamaño del picado, de tal forma que el 50% del forraje picado mantenga un tamaño entre 0,8 y 2 cm, el 10% mayor a 2 cm y el resto inferior a 0,8 cm.

Mediante esta modalidad, lo más común es cosechar la caña, picarla y ofrecerla a los animales en comederos ubicados en corrales de alimentación (foto 7), aunque también se puede suministrar directamente en comederos distribuidos en los potreros. Durante la época seca, cuando no hay humedad en el suelo, el forraje se puede ofrecer directamente en el suelo, colocando antes un cobertor no comestible por los animales, para evitar que el forraje se contamine.



Figura 7. Animales suplementados con caña en comederos.

Fuente: INTA, 2023.

Es importante suministrar la caña inmediatamente después de picada, debido a que empieza a fermentarse y los azúcares se convierten en alcohol y ácidos orgánicos, lo que afecta el consumo voluntario (Guerra 2011).

Otro factor que limita el consumo voluntario, es la combinación de alto contenido de azúcares de rápida fermentación en el rumen, el bajo valor de proteína cruda y abundante fibra neutro detergente (FND), lo que provoca una lenta digestibilidad o pasaje por el tracto digestivo de los animales. Algunos autores (Guerra 2011) consideran que la relación FND/azúcares solubles debe ser menos de 3 para lograr un adecuado consumo voluntario. Aunque otros autores, consideran que, para reducir el problema anteriormente indicado, es utilizar cañas de corteza suave y de baja fibra, y que la porción de caña azúcar no supere el 20% con respecto a ración total de MS suministrada.

Para incrementar el aprovechamiento de la caña fresca picada, es importante recordar que el forraje debe ser colocado en comederos con suficiente espacio para la cantidad de animales, y en lo posible, siempre en el mismo horario. Además, de que la suplementación con caña debe incluir fuentes de proteínas y minerales, fundamentalmente con azufre y nitrógeno para el crecimiento microbiano del rumen.

Ensilaje de caña

Es el resultado de la fermentación anaeróbica de la planta entera de caña (tallo y cogollo) picada y almacenada rápidamente en silos. Por su alto contenido de azúcares solubles, la fermentación es muy eficiente, aunque en ocasiones resulta difícil por la abundancia de azúcares, que pueden provocar fermentaciones indeseables de tipo “alcohólicas”, por lo que es conveniente utilizar aditivos conservantes del forraje para evitar el desarrollo de levaduras, que convierten a los azúcares en ácidos orgánicos y alcohol, reduciendo su valor nutritivo y consumo voluntario como se mencionó anteriormente (Guerra 2011). Como el contenido de proteína cruda en la caña de azúcar es bajo, el autor recomienda agregar al proceso del ensilaje 6 kg de urea/tonelada de caña fresca debidamente picada. En este caso, es posible lograr obtener un forraje ensilado con 12% de proteína bruta. Aunque en estos casos, es indispensable someter a los animales a un periodo de adaptación al consumo entre dos y seis semanas, y suministrar el forraje de forma gradual aumentando la cantidad durante el periodo de adaptación, con el fin de que las bacterias del rumen puedan utilizar el amonio en la síntesis proteica. Con respecto a la cantidad a suministrar, no es conveniente superar el 50% de la dieta con ensilaje de caña de azúcar y se debe de balancear con alimentos proteicos y minerales.

Saccharina de caña

Consiste en un producto fermentado y secado en estado sólido que se obtiene a partir de los tallos de la caña de azúcar. Para prepararlo, se muele o desmenuza el tallo de la caña de azúcar libre de hojas y de paja. Posteriormente, el material molido es distribuido sobre una superficie limpia y seca de concreto, se agrega 15 kg de urea y 5 kg de sales minerales por tonelada de biomasa, mezclando finalmente bien la biomasa con los nutrientes agregados (ICA 1990). Posteriormente se procede a secar el material, para lo cual se deja expuesto al sol con volteo cada 2 horas, labor que termina en 48 horas si las condiciones del clima son favorables (Vivas y Carbajal 2004).

Según Guerra (2011), mediante el proceso de saccharia, es posible obtener un producto enriquecido que puede alcanzar hasta 14% de proteína bruta y 90% de materia seca. Es muy utilizado en Cuba, aunque en Costa Rica tiene poco uso.

Caña de azúcar más urea

Es importante tener presente que la caña de azúcar es un alimento que contiene una buena porción de azúcares fácilmente fermentables, pero tiene bajo contenido de proteína, siendo este nutriente (proteína) indispensable para la multiplicación de los microorganismos en el rumen (proteína microbiana).

Por tanto, al ser la caña de azúcar una fuente de hidratos de carbono fácilmente fermentables, es necesario complementarla con una fuente proteica de rápida degradación, con el fin de lograr una eficiente fermentación a nivel ruminal. Esto se puede lograr utilizando urea por su alta velocidad de degradación, pero hay que tener cuidado con su toxicidad (Guerra 2011).

Si se pretende agregar urea a la dieta con caña de azúcar, Guerra 2011 recomienda tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Someter los animales a un periodo de adaptación que puede variar entre dos y seis semanas, en función de los niveles y formas de suministrarla.
- Limitar su uso al 0,5% en base seca de su dieta.
- No sobrepasar el 33% de nitrógeno de urea en relación al nitrógeno total de la dieta.
- Si existe faltante de nitrógeno en la dieta total, completar con otras fuentes de proteína verdadera.
- Suministrar conjuntamente con la urea, alimentos que contengan carbohidratos de fácil fermentación (como caña de azúcar) en rumen para mejorar la síntesis microbiana.
- El aumento de la cantidad de urea debe ser gradual para permitir que las bacterias puedan utilizar el amonio en la síntesis proteica.

Melaza y bagazo de caña

Algunos subproductos de la industria de la caña de azúcar, como la melaza y el bagazo, también se pueden utilizar para la alimentación animal. La melaza es muy utilizada en Costa Rica, principalmente por su fácil acceso y uso, y bajo costo (colones/kg). Además, por su excelente aporte de energético metabolizable (2,7 EM/kg MS), minerales y contenido de materia seca que oscilan entre y 75 y 83% (Michel 2009). El bagazo puede constituir alrededor del 28% de la biomasa total de la caña de azúcar, posee baja digestibilidad por el alto contenido de lignina (20%) y a su vez presenta muy poco nitrógeno, lo que limita su utilización como recurso forrajero (Guerra 2011).

Independientemente de la forma de suministrar la caña de azúcar o sus derivados, es conveniente que los animales tengan un período de adaptación al consumo para que

pueda ser digerida adecuadamente, debido a que tiene altos contenidos de azúcares reductores que pueden provocar acidosis ruminal. La mejor forma de adaptar los animales al consumo de caña es encerrándolos algunas horas al día en un lugar donde se les ofrezca caña picada hasta que se acostumbren, lo cual se puede lograr entre los 10 y 15 días (Guerra 2011).

Estudios realizados demuestran que los animales alimentados con forraje de caña azúcar madura, presentan mejores rendimientos en comparación a los suplementados con forraje de caña joven (Sequeira 1989). Al respecto, es importante recalcar que la planta de caña de azúcar en estado de madurez, es un forraje con alto contenido de azúcares y fibra, pero bajo en proteína y minerales esenciales. Por tal razón, se recomienda utilizar caña de azúcar en mezcla con otro forraje alto en proteína cruda como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), *Cratylia* (*Cratylia argentea*), nacedero (*Trichanthera gigantea*) o Morera (*Morus alba*).

Según Torres (2006), cuando en el engorde de toretes se combina el pastoreo con la suplementación con caña de azúcar y leguminosas, es posible obtener ganancias de peso de hasta 0,8 kg/animal por día de peso vivo (cuadro 3).

Cuadro 4. Dieta utilizada en un sistema de engorde de toretes manejado en semi-estabulación en cantón de Sarapiquí de San Carlos, Alajuela.

Fuente alimentación (kg/animal/día)	Peso vivo (PV) de novillos			
	300 y 400 kg PV		400 y 500 kg PV	
	En base fresca	En base seca	En base fresca	En base seca
Pastoreo	Libre	-	Libre	-
Caña de azúcar ¹	10	3,10	12	3,72
Pasto camerúm ²	10	1,72	12	2,06
Maní forrajero ³	3	0,66	6	1,32
Pollinaza trata ⁴	1	0,85	2	1,69
Minerales	0,04	0,04	0,040	0,040

Fuentes: Torres 2006 (ración base verde), 1Lagos y Castro 2019 (% MS de la caña de azúcar); 2Araya y Boschinni 2005 (% MS Pasto camerúm); 3WingChing-Jones R.; Rojas-Bourrillón A. 2006 (% MS maní forrajero); 4Tobías *et al.* 2001 (% MS de la Pollinaza).

Es importante destacar que, según los datos aportados en el cuadro anterior, el aporte de la caña de azúcar no supera el 50% del total de forraje suministrado en ambos grupos de animales (base seca), razón por la cual no se esperarían limitaciones de consumo por el exceso de caña en comparación a las otras fuentes de alimentación.

En este mismo cantón, Torres (2006) también evaluó el engorde de toretes suplementados con caña de azúcar y otros forrajes, pero manejados en sistemas estabulados. Los datos se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 5. Dieta utilizada en un sistema de engorde de toretes manejado en estabulación en cantón de Sarapiquí de San Carlos, Alajuela.

Fuente alimentación (kg/animal/día)	Peso vivo (PV) de novillos			
	300 y 400 kg PV		400 y 500 kg PV	
	En base fresca	En base seca	En base fresca	En base seca
Caña de azúcar ¹	20	6,20	20	6,20
Pasto camerúm ²	10	1,72	15	2,56
Maní forrajero ³	6	0,66	12	1,32
Pollinaza trata ⁴	2	1,69	3	2,54
Minerales	0,04	0,04	0,040	0,040

Fuentes: Torres 2006 (ración base verde), 1Lagos y Castro 2019 (% MS de la caña de azúcar); 2Araya y Boschinni 2005 (% MS Pasto camerúm); 3WingChing-Jones R.; Rojas-Bourrillón A. 2006 (% MS maní forrajero); 4Tobías *et al.* 2001 (% MS de la Pollinaza).

Según la experiencia de Torres (2006), en sistemas de engorde manejados en estabulación y alimentados a base de caña de azúcar, otros forrajes y pollinaza tratada (cuadro 4), donde la caña representa entre el 50 y 60% de la alimentación (en base seca), es posible obtener ganancias en promedio de 1 kg de peso vivo por animal por día.

Cabe mencionar que las dietas anteriores no se recomiendan de forma general para todas las fincas, debido a que cada finca es un caso en particular, además de que las fuentes de alimentación a utilizar dependen de lo exista o se adapta a cada zona y de la disponibilidad y regulaciones del uso de subproductos agroindustriales como es el caso de la pollinaza. Tal es el caso del maní forrajero (*Arachis pinto*), que puede ser sustituido por otro forraje con alto contenido de proteína; como es el caso del botón de

oro (*Tithonia diversifolia*), la cratylia (*Cratylia argentea*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), morera (*Morus alba*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) u otro que se adapte a la zona.

Por otra parte, lo ideal es sustituir en su total el uso de la pollinaza, lo cual se puede lograr aumentando la cantidad de leguminosa en la dieta total o utilizar otra fuente de proteína más inocua, tanto para los animales como para el consumidor final de la leche y carne producida.

Sánchez 2005, también reporta datos de interés en el engorde de toretes con caña de azúcar en la Región Central Sur de Costa Rica, ya que determinó que toretes en pastoreo sin suplementación, logran ganar en promedio 0,44 kg de peso vivo por animal por día, pero que cuando los animales se suplementan entre 16 y 20 kg de caña fresca, picada y ofrecida en comederos, los toretes alcanzan ganancias entre 0,8 y 1 kg de peso vivo por día.

Otro caso interesante es el de la Universidad Técnica Nacional, Sede Balsa de Atenas, Costa Rica, donde se reporta que vacas cruzadas (cebuino x europeo) dedicadas a la producción de leche en pastoreo, consumen entre 8 y 10 kg de caña de azúcar por día durante la época seca (sin precipitación), logrando que los animales mantengan un rendimiento entre 6 y 8 kg de leche por vaca/día (Cordero 2007).

En la zona alta lechera de Costa Rica no se recomienda suplementar con caña de azúcar a las vacas en producción, ya que provoca una disminución del consumo total de alimento y por ende de la producción de leche (Sequeira 1989), esto se debió a que los forrajes de la zona alta son de mejor calidad que la caña de azúcar, contienen menos fibra y son más digestibles. Además, en la zona se utilizan alimentos balanceados de excelente calidad que serían sustituidos por el forraje suplementado.

Hernández y Ponce (2005), mencionan que en estudios realizados en vacas de leche con consumos altos de caña de azúcar (más del 50 % del consumo total de materia seca) provoca deterioro de la condición corporal, reducción en la producción de leche y modificación en sus componentes (Síndrome de leche anormal). Además, menciona que en animales de mediano potencial y donde los requerimientos nutricionales no son tan elevados es posible una reducción apreciable en la producción de leche.

Además, se ha demostrado que la alimentación con caña de azúcar o subproductos de la misma en vacas altamente especializadas como la Hostien, que tienen una alta demanda de nutrientes y a las cuales se les suministran dietas que no cubren los requerimientos principalmente de proteínas, provoca problemas en la calidad de la leche, lo cual se complica más en la época de escasez de forrajes para pastoreo (Ávila y Lascano 1997).

En resultados de pruebas de alimentación realizadas desde tiempo atrás algunos investigadores demostraron que la caña de azúcar madura presenta mejores resultados que la caña joven en la alimentación animal (Sequeira 1989). Además, es importante recalcar que aún en su estado de madurez es un forraje alto en azúcares y fibra, pero bajo en proteína y minerales esenciales; por tal razón siempre que se ofrezca caña debe complementarse con otros forrajes y/o materiales que aporten los elementos faltantes, principalmente la proteína. En alimentación de rumiantes se utiliza principalmente para corte y acarreo para suministrarla fresca y picada en comederos.

En Costa Rica como en muchos otros países de América Latina y el Caribe, la caña de azúcar como recurso forrajero es una de las opciones más viables para complementar la escasez de pasto que se presenta en los sistemas de ganadería en las zonas bajas, principalmente durante la época seca. Además, de que, debido a la alta producción de forraje y fácil manejo, el ganadero podría cambiar paulatinamente su manejo extensivo tradicional por un sistema más intensivo, incorporando caña de azúcar como recurso suplementario del pastoreo, lo cual le permitiría liberar áreas degradadas para uso forestal o simplemente para regeneración natural.

LITERATURA CITADA

Alfaro R.; Chavarría E.; Chaves M.A. 2007. Manual de procedimientos técnicos para orientar y regular la producción y traslado de material vegetativo (semilla) de caña de azúcar. LAICA-DIECA. Alajuela, CR. 18 p.

Angulo A.; Rodríguez M.; Chaves M.A. 2020. Guía técnica cultivo caña de azúcar región: Guanacaste. LAICA-DIECA. Costa Rica. Consultado abr. 2020. Disponible en <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/jieyZWrdmVvUeWJGLRfYLzXbibjflZnW>

Araya M.; Boschini C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 16(1):37-43.

Ávila P.; Lascano C. 1997. Resultados de investigación. In: Tropileche. Cali, Co, Consorcio Tropileche. Hoja Informativa N° 3 (p. 1-3.).

Bastidas L.; Ramón R.; De Sousa O.; Valle A.; Jesús V. 2010. Calidad forrajera de cinco variedades de azúcar en Santa Cruz de Bucaral, Estado Falcón, Venezuela. Rev. Estud. Transdiscip. 2(2):63-75.

Calderón G.; Chaves M. 2003. Estudio agroindustrial de cuatro densidades de siembra con la variedad de caña de azúcar b76-259 cultivada en Atirro, Turrialba. Promedio de tres cosechas. XV Congreso ATACORI, Guanacaste, Costa Rica. P: 251-255.

CECA (Campo Experimental de Caña de Azúcar, Paraguay). 2006. Efecto del compost en la productividad de la caña de azúcar. (en línea). Consultado 28 de octubre. 2009. Disponible en <http://www.pirapey.com.py/doc/Presentac...ppt>.

Chavarría Soto E. 2021. Distribución geográfica de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según altitud y localidad. Revista Entre Cañeros N° 20. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, julio. p: 5-35.

Chaves M. A. 2008. Uso de la caña de azúcar como forraje. Ventana Lechera 10(3):45-51.
Chaves M. A. 2017. Floración en la caña de azúcar. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar. LAICA. San José, Costa Rica. 69 p. Consultado 22 de jul. 2022. Disponible en <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/wrKNhuNAYhgjnJUAmbWpCflGhltHZEKp>.

Chaves M. A. 2019. Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica. En. Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.

Chaves Solera M. A.; Bolaños Porras J.; Barrantes Mora J.C.; Rodríguez Rodríguez M; Angulo Marchena A.; Barquero Madrigal E.; Calderón Araya G. 2020. Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2019. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 166 p.

Chaves M.A. 2008. Manejo de la caña de azúcar para forraje en la producción de carne bovina. Ventana Lechera. San José, CR. Dos Pinos. no. 10. 51 p.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, México). 2015. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Consultada el abr. 2022. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Az_car.pdf

CONtexto Ganadero 2021. La importancia del tamaño de partícula en la dieta del ganado. Colombia. Consultado el 30 de junio 2022 en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-del-tamano-de-particula-en-la-dieta-del-ganado>

Fundora O.; Martín P. C.; Vera A.; Hernández J. L. 2007. Comportamiento productivo, conducta alimentaria y composición de las canales de machos cebú en la etapa de ceba, alimentados con caña de azúcar y concentrados mezclados o no. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 41:30-34.

Gregoret R.; Gallardo M. 2019. ¿por qué es importante el tamaño de picado?. INTA Rafaela, Argentina. Consultado 30 jun. 2022. Disponible en <https://www.ensiladores.com.ar/tecnica/nota2/nota2.htm#:~:text=Fotor%201%20La%20mezcla%20final,cm%20y%20el%20resto%2C%20inferior%20>.

Guerra S. 2011. Qué debemos tener en cuenta para incorporar la caña de azúcar en la dieta de nuestros animales. INTA, Argentina. <https://inta.gob.ar/documentos/bfque-debemos-ten>

Hernández R.; Ponce P. 2005. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein. Zootecnia Tropical 23 (3):295-310. 2005. (en línea). Consultado 27 de abril. 2007. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztooz/zto2303/arti/hernandez_r.htm

Holmann F. 2002. El uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: el caso de Costa Rica y Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002.10(1):35-45. (en línea). Consultado 10 de mayo. 2007. Disponible en http://www.alpa.org.ve/PDF/2002_10_1/arch%2020135.pdf

ICA (Instituto de Ciencia Animal, Cuba). 1990. Saccharina rustica (Caña enriquecida). Alimento para consumo animal. 1990. In: Folleto XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba. InfoAgro. 2022. El Cultivo de la Caña de Azúcar. Consultada el abr. 2022. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp.

Insuasty O. 2010. Variedades de Caña de Azúcar para la Producción de Panela. Corpoica. Colombia. Consultado abr. 2022. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_Az_car.pdf

Juárez F.; Vilaboa J.; y Díaz P. 2009. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*): una alternativa para la sustitución del maíz (*Zea mays*) en la alimentación de bovinos de engorda. Sitio Argentino de la producción Animal, ARG. Consultada el 15 jul. 2022. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/69-cana_azucar.pdf.

Lagos-Burbano E.; Castro-Rincón E. 2019. Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. Agronomía Mesoamericana. 30(3):917-934.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, CR. MAG. p 21.

Martínez C. 2003. Abonos orgánicos: origen, usos y aplicación. Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Chiapas, Dirección de Promoción Social. Chiapas, México. 48 p.

Michel Gallegos J. A. 2009. El efecto del nivel de melaza en raciones para corderos en la concentración de enzimas en sangre, minerales en hígado y lesiones hepáticas. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Moreno F. L. 2007. La caña panelera (*Saccharum officinarum*) en la alimentación del ganado. Panela Monitor. www.panelamonitor.org/documents/353/la-cana-panelera-saccharum-officinarum-en-la-alime/download/ (consultado 24 set. 2018).

Moreno F.L. 2007. La caña panelera (*Saccharum officinarum*) en la alimentación del ganado. Panela Monitor. Disponible en www.panelamonitor.org/documents/353/la-cana-panelera-saccharum-officinarum-en-la-alime/download/. Consultada el 20 de jul. 2022.

PROCAÑA (Asociación Colombiana de productores y proveedores de caña de azúcar, Colombia). s.f. Historia de la caña Azúcar. Consultado abr. 2022. Disponible en <https://procana.org/site/historia-de-la-cana/#:~:text=La%20ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar%20es,a%20Borneo%2C%20Sumatra%20e%20India.>

Ramírez H.; Salcedo A.; Briones E.; Lucero F.; Cárdenas A.; Marcof C; Martínez J. 2014. Rendimiento, caracterización morfológica y bromatológica de la punta de caña de azúcar en la Huasteca Potosina, México. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 48:411-415.

Rodríguez D.; Martín P. C.; Alfonso F.; Enríquez A. V.; Sarduy L. 2009. Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 43(3):231-234.

Rosales R. 2006. Uso de la caña de azúcar en la alimentación animal. In: Memoria del XVI Congreso de la asociación de técnicos azucareros de Costa Rica. DIECA. San José, CR. Tomo II. p 859-864.

Sánchez J. 2005. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero, (en línea). Venezuela. In: XI Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Consultado 20 de may. 2009. Disponible en http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias.htm

Sánchez W. 2007. Caracterización y evaluación de la eficiencia y sostenibilidad del engorde bovino manejado en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica. Tesis MSc. UNA. Escuela de Medicina Veterinaria. Heredia. Costa Rica. 17 y 19 p.

Sequeira N. 1989. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación del ganado lechero en zona de altura. Tesis Lic. Ing. Agr. San José, CR. UCR. p. 63. Suárez R.; Morín, R. 2005. Caña de azúcar y sostenibilidad (en línea). Ministerio del azúcar. Habana, Cuba. Consultado 03 nov. 2010. Disponible en: <http://www.desal.org.mx/spip/spip.php?article26>

Subirós F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, CR, EUNED. 441 p.

Tobías C.; Vargas E.; Rojas A.; Soto H. 2001. Uso de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentación animal. III rendimiento productivo de toretes de engorde. Agronomía Costarricense 25(2): 35-43. 2001.

Torres J. A. 2006. Uso de la caña de azúcar como parte de la ración para engorde de ganado bovino, estabulado y semiestabulado. In: Memoria del XVI Congreso de la asociación de técnicos azucareros de Costa Rica. DIECA. San José, CR. Tomo II. p. 865-869.

Torres J. A. 2008. Manejo de la caña de azúcar para forraje en la producción de carne bovina. Ventana Lechera. San José, CR. Dos Pinos. no. 10. 51 p.

Torres J.S.; Cruz R.; Villegas F. 2004. Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Segunda Edición. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali, Colombia. 67 p.

Torres, J.A. 2009. Variedades de caña de azúcar con potencial para uso pecuario. En prensa.

Van Soet P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant, 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca. USA.

Villar J. 2010. Alimento animal y energía de la caña de azúcar. ICIDCA 43(1):4148.

Vivas N.; Carbajal L. 2004. Saccharina rustica una aplicación biotecnológica para la alimentación animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuba. 2(1): 43:48.

WingChing-Jones R.; Rojas-Bourrillón A. 2006. Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero. Agronomía Costarricense 30(1): 87-100.



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Telefax: (506) 2231-3991 / Correo electrónico: transferencia@inta.go.cr
Página web INTA: www.inta.go.cr
Plataforma Gestión Conocimiento: www.platicar.go.cr