

Caracterización agronómica de variedades forrajeras de *Saccharum* spp. en cuatro ciclos de cosecha

Agronomic characterization of forage varieties of *Saccharum* spp. in four harvest cycles

Yoslen Fernández-Gálvez¹ <https://orcid.org/0000-0002-7824-9215>, Redimio Manuel Pedraza-Olivera² <https://orcid.org/0000-0002-9483-4326>, Yoslen Fernández-Caraballo¹ <https://orcid.org/0000-0002-1656-8034>, Isabel Cristina Torres-Varela¹ <https://orcid.org/0000-0001-6394-1383>, Joaquín Montalván-Delgado¹ <https://orcid.org/0000-0002-2679-4633> y Alfredo Lázaro Rivera-Laffertte¹ <https://orcid.org/0000-0001-5955-1163>

¹Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Florida, Batey Las Mercedes, Florida, CP 72810. Camagüey, Cuba. ²Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Carretera Circunvalación Norte km. 5½, entre Camino Viejo a Nuevitas y Ave. Ignacio Agramonte. CP 70100. Camagüey, Cuba. Correo electrónico: yoslen@eticacm.azcuba.cu, redimio.pedraza@reduc.edu.cu, yoslenfc@eticacm.azcuba.cu, itorres@eticacm.azcuba.cu, jmontalvan@eticacm.azcuba.cu, alfredo.rivera@eticacm.azcuba.cu

Resumen

Objetivo: Caracterizar variables agronómicas en variedades forrajeras de *Saccharum* spp. en cuatro ciclos de cosecha.

Materiales y Métodos: Se realizó un estudio en áreas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Florida, Camagüey, Cuba. Se plantó un experimento en el ciclo de primavera (marzo) en condiciones de secano, con un diseño experimental de bloques al azar. Se establecieron tres tratamientos (variedades forrajeras C97-366, C99-374 y testigo My5514) y tres réplicas. Se evaluaron variables agronómicas del potencial forrajero a los 12 meses de edad (marzo) durante cuatro ciclos de cosecha (2015-2018). Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (Duncan) cuando existieron diferencias significativas entre variedades. Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus[®], Version 5 para Windows.

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre variedades para todas las variables evaluadas por ciclos de cosecha, excepto en la longitud del tallo desde el primer al tercer retoño. La mayor productividad en el estudio la alcanzaron las variedades C97-366 y C99-374 con rendimiento promedio de los cuatro ciclos de 85,4 y 104,4 t ha⁻¹ de biomasa verde y 28,9 y 32,6 t ha⁻¹ de biomasa seca, respectivamente. Estos rendimientos superaron al testigo, que alcanzó 83,7 y 26,0 t ha⁻¹ de biomasa verde y seca.

Conclusiones: Las variedades C97-366 y C99-374 mostraron gran potencial forrajero, por lo que se recomienda su utilización para la alimentación de los rumiantes en áreas de fincas ganaderas con características similares.

Palabras clave: adaptación, alimentación de los animales, biomasa

Abstract

Objective: To characterize agronomic variables in forage varieties of *Saccharum* spp. in four harvest cycles.

Materials and Methods: A study was carried out in areas of the Florida Sugarcane Research Institute, Camagüey, Cuba. An experiment was planted in the spring cycle (March) under rainfed conditions, with a randomized block experimental design. Three treatments (forage varieties C97-366, C99-374 and control My5514) and three replicas were established. Agronomic variables of forage potential were evaluated at 12 months of age (March) during four harvest cycles (2015-2018). Analysis of variance and multiple mean comparison test (Duncan) were performed when there were significant differences between varieties. The statistical package STATGRAPHICS Plus[®], Version 5 for Windows was used.

Results: Statistically significant differences ($p < 0,05$) were found between varieties for all variables evaluated per harvest cycles, except for stem length from the first to the third shoot. The highest productivity in the study was achieved by varieties C97-366 and C99-374 with average yields for the four cycles of 85,4 and 104,4 t ha⁻¹ of green biomass and 28,9 and 32,6 t ha⁻¹ of dry biomass, respectively. These yields exceeded the control, which reached 83,7 and 26,0 t ha⁻¹ of green and dry biomass.

Conclusions: Varieties C97-366 and C99-374 showed great forage potential, for which their use is recommended for ruminant feeding in areas of animal husbandry farms with similar characteristics.

Keywords: adaptation, animal feeding, biomass

Introducción

La implementación de *Saccharum* spp. con fines forrajeros como estrategia alimentaria constituye una tecnología económica y práctica para los

ganaderos, quienes pueden utilizar integralmente un recurso disponible en la finca. En los sistemas de alimentación, este cultivo constituye una excelente

Recibido: 13 de marzo de 2024
Aceptado: 12 de abril de 2024

Como citar este artículo: Fernández-Gálvez, Yoslen; Pedraza-Olivera, Redimio Manuel; Fernández-Caraballo, Yoslen; Torres-Varela, Isabel Cristina; Montalván-Delgado, Joaquín & Rivera-Laffertte, Alfredo Lázaro Caracterización agronómica de variedades forrajeras de *Saccharum* spp. en cuatro ciclos de cosecha. *Pastos y Forrajes*. 47:e05, 2024.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

alternativa en el ahorro de insumos como fertilizantes, alimento concentrado y energía en este tipo de explotación.

Esta planta se caracteriza por su buena capacidad de adaptación a diversidad de suelos, climas, topografías, fertilidad y sistemas de producción, así como por su gran capacidad de producción de materia verde (más de 100 t ha⁻¹ año⁻¹) y materia seca por unidad de área (Lagos-Burbano *et al.*, 2022). Además, es capaz de producir mayor cantidad de materia seca, carbohidratos solubles y biomasa forrajera que cualquier otra *Poacea* tropical, lo que la convierte en el forraje más sobresaliente de todos los existentes en el trópico y le permite soportar mayor carga animal (Silva *et al.*, 2020).

En los últimos años, en Cuba, se han recomendado variedades comerciales de *Saccharum* spp. como alimento animal, obtenidas a partir de criterios para la industria azucarera. Para su utilización se ha considerado como premisa el valor nutritivo *in vitro* y su comportamiento agronómico para producir biomasa en suelos con características agroproductivas aptas para el cultivo (Suárez-Benítez *et al.*, 2018; Suárez-Benítez *et al.*, 2023). Sin embargo, las principales áreas destinadas para la explotación ganadera en Cuba se establecen en suelos de baja capacidad agroproductiva. Por tanto, muchas de estas variedades no logran expresar su potencial forrajero y se recurre a su demolición en pocos ciclos de cosecha. Ello no resulta factible ni sostenible desde el punto de vista económico para los sistemas de producción de rumiantes con bajos insumos.

Fernández-Gálvez (2022) recomendó dos variedades (C97-366 y C99-374), seleccionadas a partir de criterios netamente forrajeros. Este autor realizó un estudio detallado, donde integró los criterios agronómicos, de valor nutricional y el comportamiento productivo de los rumiantes, que permitió la regionalización de las nuevas variedades de *Saccharum* spp., seleccionadas con fines forrajeros en las principales áreas ganaderas de la provincia Camagüey, Cuba.

Para lograr la eficiencia y la rentabilidad en los sistemas agropecuarios con el uso del cultivo de *Saccharum* spp., se deben utilizar variedades con fines forrajeros, que además de poseer un buen valor nutritivo, sean capaces de producir biomasa en suelos característicos de la ganadería, y que no declinen de manera brusca su productividad con el número de cortes. Por estas razones, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar variables agronó-

micas en variedades forrajeras de *Saccharum* spp., en cuatro ciclos de cosecha.

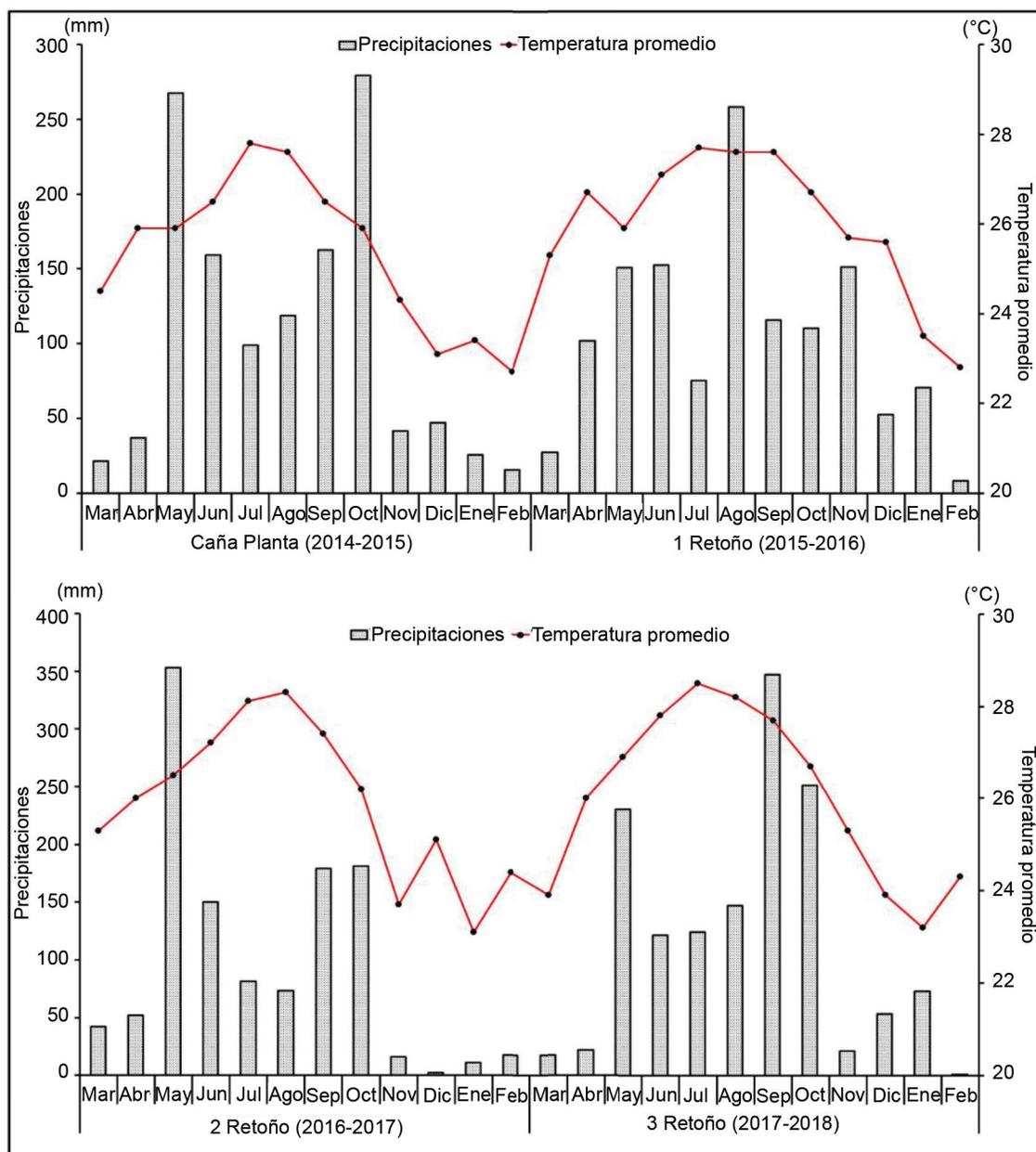
Materiales y Métodos

Localización. El estudio se estableció en áreas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) en Camagüey, ubicado en el municipio Florida, Cuba, en los 21° 30' de latitud norte y los 78° 15' de longitud oeste, situado a los 57,47 msnm.

Clima y suelo. Los datos de precipitación y temperatura promedio se tomaron de la estación agrometeorológica, ubicada en los predios de la institución (figura 1). Los valores registrados se encuentran en los rangos normales de estas variables para los meses en los que se desarrolló la investigación. El estudio se llevó a cabo en un suelo Pardo grisáceo (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015), con pH de 6,07 y contenido de P (mg P₂O₅) y K (mg K₂O) de 3,44 y 11,19, respectivamente. El contenido de materia orgánica es de 1,38 % y la capacidad de intercambio catiónico de 8,32 meq/100 g de suelo.

Tratamientos y diseño experimental. Se evaluaron tres variedades de *Saccharum* spp., recomendadas por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA): dos forrajeras (C97-366 y C99-374) y una comercial (My5514), utilizada de manera tradicional como testigo en estudios de alimentación animal. Para el montaje del experimento, se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. La plantación se realizó en marzo de 2014. Las cosechas del experimento, desde el primer y hasta el cuarto corte, se realizaron a los 12 meses de edad, período que coincidió con los primeros diez días de marzo del 2015 al 2018.

Procedimiento experimental. La plantación se realizó manualmente. Se utilizaron 750 esquejes de tres yemas por variedad, los que se distribuyeron a razón de 50 por surco. El estudio contó con un área bruta de 0,12 ha. El tamaño de cada parcela por variedad fue de 80 m² por réplica. Se utilizaron cinco surcos de 10 m de longitud, con marco de plantación de 1,60 x 0,60 m. Se consideró como parcela experimental por variedad los tres surcos centrales de cada parcela (48 m²) por réplica. No se utilizó riego, y solo se fertilizó el cultivo en la cepa de caña planta. La fertilización se efectuó en forma fraccionada: una aplicación al momento de la plantación (50 % N y K, 100 % P) y 45 días después (50 % N y K) para un total de 100 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Se realizó un control inicial de las plantas arvenses en pos-emergencia temprana y un control periódico manual cada 2-3 meses.



Fuente: Estación agrometeorológica de Florida (2019)

Figura 1. Precipitaciones mensuales y temperatura promedio mensual por ciclos de cosecha.

Mediciones morfoagronómicas y del rendimiento.
 A los 12 meses posteriores a la plantación o corte, durante los primeros cuatro ciclos de cosecha (caña planta, primer, segundo y tercer retoño), se determinó el número de tallos por variedad. Para ello se cortaron los pertenecientes a los tres surcos centrales de las parcelas y el resultado se extrapoló a una hectárea. Las mediciones del diámetro del tallo se realizaron en el entrenudo + 7 con el uso de un pie de rey, graduado en cm. Para determinar la longitud

del tallo se utilizó una cinta métrica de 5 m, graduada en cm. Se midió desde la base del suelo hasta el primer *dewlap* visible. Por parcelas se midieron 15 tallos representativos, pertenecientes a los tres surcos centrales.

Para el cálculo de la biomasa verde por variedad, se cosecharon los tres surcos centrales de cada parcela. Se pesó el material (planta integral) y se expresó la cantidad en toneladas de biomasa verde por hectárea. La producción de biomasa seca se

obtuvo mediante la determinación de la MS por el método gravimétrico (AOAC, 2019) de las muestras frescas. Se calculó mediante la expresión:

$$PBS = PBV \times MS / 100,$$

donde:

PBS: Producción de biomasa seca

PBV: Producción de biomasa verde

MS: Porcentaje de materia seca de la muestra fresca

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza, de clasificación simple, con previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad. Las diferencias entre medias se contrastaron mediante la dócima de comparación múltiple de Duncan y se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus®, Versión 5, para Windows.

Resultados y Discusión

La producción de tallos por hectárea es uno de los indicadores de mayor relevancia en los programas de mejoramiento genético de *Saccharum* spp. Este representa una función importante en la productividad del cultivo (Cervantes-Preciado *et al.*, 2022). En el estudio se observaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades para la variable número de tallos por hectárea (NTH) en los cuatro ciclos de cosecha (tabla 1).

La variedad forrajera C97-366 manifestó el mayor NTH en el estudio, y solo no mostró diferencias estadísticamente significativas con la C99-374 en el ciclo de 2R. Las dos nuevas variedades forrajeras en los cuatro ciclos de cosecha superaron al testigo My5514, lo que demuestra el potencial genético de ambos genotipos para este importante carácter de gran relevancia en la productividad del cultivo de *Saccharum* spp. (Rincón-Castillo y Becerra-Campiño, 2020; Patishtan *et al.*, 2023).

También es de gran importancia analizar el comportamiento del NTH en la medida que aumentó el número de cortes del cultivo, por ser uno

de los principales componentes del rendimiento en *Saccharum* spp. (Matoso *et al.*, 2023). Además, es muy útil para decidir la demolición o no del área, ya que un campo sin población no se justifica desde el punto de vista económico y productivo.

La variedad C97-366, a pesar de manifestar una población superior durante los cuatro ciclos de cosecha, dejó ver mayor disminución (37,94 %), al considerar los valores obtenidos en el tercer retoño (3R) con respecto a los alcanzados en la cepa de caña planta (CP). Por el contrario, My5514 evidenció menores valores en cada ciclo, solo disminuyó en 28,3 % el NTH. A su vez, C99-374 mostró disminución del 34,9 %.

A pesar de la mayor reducción de la población, manifestada por las dos variedades forrajeras, ambas no superaron 40 %, valor que se puede considerar como aceptable, si se tiene en cuenta que el estudio se estableció en condiciones de secano en un suelo con baja capacidad agroproductiva, que se fertilizó solo en la cepa de CP. Ello incide de manera directa en la población y, por ende, en la productividad del cultivo (Miranda *et al.*, 2021).

Al respecto, Chumphu *et al.* (2019) señalaron que el estrés hídrico es el factor más importante en la reducción de la habilidad de retoñar en *Saccharum* spp. a escala mundial. También informaron que las variedades responden de manera diferente al estrés hídrico, afectándose la brotación, los tallos molibles y la habilidad para el retoño.

El diámetro del tallo (DT) en *Saccharum* spp. es uno de los componentes principales que se analizan para la producción del potencial agrícola, pues se relaciona con la productividad y se define por las características genéticas de la planta (Patishtan *et al.*, 2023). La variedad C99-374 manifestó el mayor valor medio de esta variable durante todo el estudio. Estos resultados difirieron estadísticamente con relación a la variedad C97-366. Sin embargo, este genotipo solo difirió del testigo en la cepa 1R (tabla 2).

Tabla 1. Número de tallos ($\times 10^3$) por hectárea por variedades y ciclos de cosecha.

Ciclo de cosecha	Variedad			\bar{X}	\pm EE	Valor - P
	C97-366	C99-374	My5514			
<i>Saccharum</i> spp. (CP)	87,7 ^a	76,9 ^b	63,8 ^c	76,1	3,70	0,0020
Primer retoño (1R)	74,9 ^a	64,9 ^b	60,8 ^b	66,9	2,16	0,0005
Segundo retoño (2R)	59,0 ^a	56,9 ^a	51,8 ^b	55,9	1,23	0,0166
Tercer retoño (3R)	54,4 ^a	50,1 ^b	45,7 ^c	50,1	1,36	0,0036
Promedio	69,0	62,2	55,5	62,2		

Superíndices con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente.

\bar{x} : Media general

EE: Error estándar

p: Significación

Tabla 2. Diámetro del tallo de las variedades por ciclos de cosecha (cm).

Ciclo de cosecha	Variedad			\bar{X}	\pm EE	Valor - P
	C97-366	C99-374	My5514			
<i>Saccharum</i> spp. (CP)	2,7 ^b	3,1 ^a	3,1 ^a	3,0	0,06	0,0001
Primer retoño (1R)	2,5 ^c	3,1 ^a	3,0 ^b	2,9	0,08	0,0000
Segundo retoño (2R)	2,5 ^b	2,9 ^a	2,9 ^a	2,8	0,07	0,0000
Tercer retoño (3R)	2,5 ^b	2,9 ^a	2,9 ^a	2,8	0,06	0,0000
Promedio	2,6	3,0	3,0	2,9		

Superíndices con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente
 \bar{x} : Media general EE: Error estándar p: Significación

Las tres variedades manifestaron estabilidad de este carácter, al variar de 3,2 a 8,8 % a partir de los valores obtenidos en el 3R con respecto a los alcanzados en el ciclo de CP. Estos resultados coinciden con los publicados por Bernal *et al.* (1997) y el INICA (2019). También estas tres variedades forrajeras mostraron valores similares en experimentos establecidos en las principales áreas ganaderas de la provincia Camagüey, donde se plantaron en cinco tipos de suelo y en ambientes diferentes (CITMA, 2019). Por tanto, se reafirma que en esta variable influyen las características genéticas de cada variedad en particular, lo que puede ser un buen indicador en el mejoramiento del cultivo por sus correlaciones positivas con respecto al peso de los tallos (Patishtan *et al.*, 2023).

La longitud del tallo (LT) en *Saccharum* spp. varía bastante entre variedades, incluso en condiciones edafoclimáticas y de manejo similares. Este carácter es fundamental para el desarrollo del cultivo, que ocurre, principalmente, en función de las características genéticas del material, y puede servir como base en la caracterización y selección de variedades promisorias (Poudyal *et al.*, 2023).

En este estudio se observaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades solo en CP. La C97-366 y el testigo My5514 manifestaron

los mayores valores medios de LT, resultados que difirieron estadísticamente de C99-374 (tabla 3).

Similar al DT, las variaciones de LT del 3R con relación a la cepa CP fueron bajas, con valores entre 3,6 y 8,6 %. Estos resultados, en gran medida, se atribuyen a las condiciones climáticas que prevalecieron en cada uno de los ciclos de cosecha, donde las precipitaciones y la temperatura (figura 1) se comportaron de manera muy favorable en cada uno de las fases vegetativas del cultivo.

La mayor cantidad de lluvias y las temperaturas más elevadas ocurrieron de mayo a octubre (figura 1). Este período coincide con las fases vegetativas de ahijamiento y máximo crecimiento del cultivo, donde ambas variables tienen efecto positivo en el desarrollo y productividad de la planta.

Ramírez-González *et al.* (2019) demostraron mediante un análisis multivariado que las variables meteorológicas (precipitación, días totales con lluvias, días con lluvias > 5 mm y temperaturas máxima, mínima, diurna y nocturna) son las que más influencia ejercen en el desarrollo fenológico del cultivo de *Saccharum* spp. y responden a 46,4 % de las variaciones totales.

De forma general, las variedades forrajeras alcanzaron valores de LT muy similares al testigo, lo que es de gran importancia, por lo que representa

Tabla 3. Longitud del tallo por variedades y ciclos de cosecha (cm).

Ciclo de cosecha	Variedad			\bar{X}	\pm EE	Valor - P
	C97-366	C99-374	My5514			
<i>Saccharum</i> spp. (CP)	267,3 ^a	252,7 ^b	265,9 ^a	262,0	2,44	0,0254
Primer retoño (1R)	255,1	249,7	249,0	251,3	1,31	0,1021
Segundo retoño (2R)	243,7	247,3	247,0	246,0	0,82	0,1309
Tercer retoño (3R)	245,8	243,6	243,5	244,3	0,90	0,5882
Promedio	252,6	248,4	251,4	250,9		

Superíndices con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente.
 \bar{x} : Media general EE: Error estándar p: Significación

esta variable en la productividad del cultivo. Al respecto, Miranda *et al.* (2021) y Patishtan *et al.* (2023) destacaron la importancia de la LT, por lo que puede representar para la producción forrajera, ya que el volumen de biomasa que puede alcanzar una variedad de *Saccharum* spp. depende del NT, DT y LT.

Reis *et al.* (2019) obtuvieron correlaciones positivas de la LT con el rendimiento de biomasa verde ($r=0,80$) y seca ($r=0,78$), lo que evidencia la gran importancia de esta característica morfológica en los aspectos productivos de las variedades.

En los cuatro ciclos de cosecha, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre variedades para la variable producción de biomasa verde (PBV). C99-374 alcanzó los mayores valores medios en cada una de las cepas, aunque en CP no difirió de C97-366 y en 3R del testigo. También en el rendimiento promedio de los cuatro ciclos alcanzó el mayor valor (tabla 4).

De manera general, las tres variedades mostraron disminución de los rendimientos. Se presume que estos resultados están ocasionados, en gran medida, por la baja capacidad agroproductiva del suelo donde se desarrolló el estudio, razón que se hizo más crítica a medida que se efectuaron los cortes por la falta de fertilización del área. McCray y Swanson (2020) corroboraron lo anterior, al señalar que los suelos con bajo contenido de materia orgánica (< 2 %) tienen baja capacidad de retención de agua y nutrientes. Por tanto, requieren de un adecuado manejo, riego, drenaje y fertilización para mantener un nivel económicamente sostenible de producción del cultivo.

Otra causa que pudo influir en la disminución en la PBV con el número de cortes fue el régimen pluviométrico del estudio (figura 1). En los cuatro ciclos de cultivo, se caracterizó por ocurrir más del 90 % de las precipitaciones de mayo a octubre, lo que favoreció la fase de ahijamiento y de máximo

crecimiento. Sin embargo, en los restantes meses hasta la cosecha (marzo), la planta experimentó estrés hídrico, lo que afectó la productividad final. En la figura 1 se muestra que las cepas de 2R y 3R fueron las más afectadas. Al respecto, Sajid *et al.* (2023) indicaron que la variabilidad del régimen pluviométrico es, en la mayoría de las veces, responsable de la variación de la producción en *Saccharum* spp., sea de forma positiva o negativa, lo que puede ocurrir por excesos o déficits hídricos. Ello se corrobora en varios estudios, donde se demuestra la correlación positiva entre la producción de biomasa verde y el régimen pluviométrico (Ramírez-González *et al.*, 2019).

Varios autores coinciden en que las variedades de *Saccharum* spp. tienden a declinar su productividad con el incremento del número de cosechas, y que ocurre más rápido en suelos de baja fertilidad (Alves *et al.*, 2019). Desde el punto de vista fisiológico, este comportamiento se puede atribuir a que en la formación inicial de la cepa de caña planta el cultivo se reproduce mediante una estaca, la cual posee suficiente reserva de nutrientes y buen estado fitosanitario. Sin embargo, con los consecuentes cortes, la planta se nutre mediante la cepa previamente establecida, y a medida que aumentan los cortes se halla en desventaja con la caña planta, al existir factores adversos que se producen en la cosecha, como daños mecánicos, compactación del suelo, envejecimiento del sistema radical y plagas que la pueden afectar, (nematodos, barrenadores, entre otros). También a medida que aumenta el número de cortes, la planta tiende a disminuir su capacidad para responder a factores externos de manejo agronómico, como la fertilización, cultivo y cosecha, así como a las principales variables climáticas para el desarrollo del cultivo, entre ellas las precipitaciones, la luz y la temperatura (Chumphu *et al.*, 2019).

Tabla 4. Producción de biomasa verde por variedades y ciclos de cosecha (t ha⁻¹).

Ciclo de cosecha	Variedad			\bar{X}	± EE	Valor - P
	C97-366	C99-374	My5514			
<i>Saccharum</i> spp. (CP)	131,9 ^{ab}	146,8 ^a	123,2 ^b	134,0	4,24	0,0389
Primer retoño (1R)	87,1 ^b	111,3 ^a	83,5 ^b	93,9	4,64	0,0017
Segundo retoño (2R)	72,8 ^b	95,9 ^a	71,2 ^b	80,0	4,10	0,0002
Tercer retoño (3R)	49,8 ^b	63,7 ^a	56,8 ^{ab}	56,7	2,49	0,0427
Promedio	85,4	104,4	83,7	91,2		

Superíndices con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente
 \bar{x} : Media general EE: Error estándar p: Significación

La disminución de la PBV en el estudio, al considerar el 3R con respecto al ciclo de CP, estuvo en el orden de 53,9 y 62,3 %, valores que según las condiciones donde se desarrolló este experimento se encuentran en el rango publicado por Kumar (2019) y Heliyanto *et al.* (2020), quienes estimaron una reducción de la productividad en *Saccharum* spp. de 60 a 70 % en condiciones de secano.

Las variedades forrajeras C97-366 y C99-374 alcanzaron valor medio de 85,4 y 104,4 t ha⁻¹ de biomasa verde en los cuatro ciclos de cosecha. Resultado similar (C97-366) e incluso superior (C99-374) a las 89,3 t ha⁻¹ publicadas por Fernández-Gálvez *et al.* (2021), al evaluar en un suelo de mejor capacidad agroproductiva 11 variedades comerciales de *Saccharum* spp, recomendadas para la alimentación animal.

Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019) plantean que la producción de biomasa seca (PBS) en *Saccharum* spp. depende de las características genéticas de la variedad, período de crecimiento, estación del año que prevalezca, entrada y aplicación oportuna de insumos y productos del cultivo y del método de plantación.

Con respecto a la variable producción de biomasa seca (PBV), se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades en los cuatro ciclos de cosecha (tabla 5). C99-374 alcanzó los mayores valores medios de esta variable por cepa y también en el promedio de los cuatro ciclos (32,6 t ha⁻¹).

Similar a la PBV, las tres variedades mostraron disminución de la PBS a medida que se incrementó el número de cosechas. Estos resultados se presumen que están ocasionados, en gran medida, por las razones antes explicadas, que tienen que ver con la baja capacidad agroproductiva del suelo donde se desarrolló el estudio y al déficit hídrico presente en cada ciclo durante los últimos meses previos a la cosecha (figura 1).

Las variedades forrajeras C97-366 y C99-374 alcanzaron un valor medio de 28,9 y 32,6 t ha⁻¹ de biomasa seca en los cuatro ciclos de cosecha, superior a las 22,9 t ha⁻¹ obtenidas por Fernández-Gálvez *et al.* (2021) al evaluar en un suelo de mejor capacidad agroproductiva 11 variedades comerciales de *Saccharum* spp., recomendadas para la alimentación animal.

Conclusiones

Las variedades C97-366 y C99-374 mostraron resultados muy similares, e incluso superiores al testigo, con respecto a las variables agronómicas del potencial forrajero evaluadas, así como una buena capacidad de rebrote y persistencia al corte, al alcanzar valores superiores al testigo durante los cuatro ciclos de cosecha. Los resultados reafirman el alto potencial forrajero de estos genotipos, por lo que se recomienda su utilización para la alimentación de los rumiantes en áreas de fincas ganaderas con similares características.

Agradecimientos

Se agradece al Fondo Nacional para la Ciencia e Innovación (FONCI) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba por financiar dos proyectos de investigación en la temática, obtención, recomendación e introducción de dos nuevas variedades forrajeras de caña de azúcar en áreas ganaderas de Camagüey.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Yoslen Fernández-Gálvez: planeación de la investigación, montaje en la plantilla, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.
- Redimio Manuel Pedraza-Olivera: planeación de la investigación, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

Tabla 5. Producción de biomasa seca por variedades y ciclos de cosecha (t ha⁻¹).

Ciclo de cosecha	Variedad			\bar{X}	± EE	Valor - P
	C97-366	C99-374	My5514			
<i>Saccharum</i> spp. (CP)	43,4 ^a	45,0 ^a	38,9 ^b	42,4	1,08	0,0278
Primer retoño (1R)	30,8 ^b	35,6 ^a	28,2 ^b	31,5	1,24	0,0151
Segundo retoño (2R)	24,8 ^b	29,1 ^a	20,1 ^c	24,7	1,35	0,0007
Tercer retoño (3R)	16,5 ^b	20,5 ^a	16,9 ^b	18,0	0,77	0,0421
Promedio	28,9	32,6	26,0	29,2		

Superíndices con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente.

\bar{x} : Media general

EE: Error estándar

p: Significación

- Yoslen Fernández-Caraballo (Junior): montaje y evaluación del experimento, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.
- Isabel Cristina Torres-Varela: montaje y evaluación del experimento, análisis e interpretación de los resultados.
- Joaquín Montalván-Delgado: montaje y evaluación del experimento, análisis de los resultados, redacción del artículo y revisión final.
- Alfredo Lázaro Rivera-Laffertte: montaje y evaluación del experimento, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

Referencias bibliográficas

- Alves, A. da S.; Shigaki, Francirose; Silva, Taise F.; Siqueira, Elane T. de J.; Veras, Ludhana M.; Costa, Gabriella da R. *et al.* Sugarcane varieties for animal feeding in the pre-Amazon region of Brazil. *J. Agric. Sci.* 11 (17):309-318, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n17p309>.
- AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 21st ed. Gaithersburg, USA: Association of Official Analytical Chemists, 2019.
- Bernal, N.; Morales, F.; Gálvez, G. & Jorge, I. *Varietades de caña de azúcar. Uso y manejo*. Ciudad de La Habana: Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 1997.
- Cervantes-Preciado, J. F.; Cortés-Ruiz, A. E.; Mendoza-Mexicano, M. & Capetillo-Burela, Á. Evaluación agroindustrial de ocho híbridos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) cultivados en la zona de abasto del ingenio quesería, Colima, Mexico. *Stud. Environ. Anim. Sci.* 3 (4):818–831. 2022. DOI: <https://doi.org/10.54020/seasv3n4-001>.
- Chumphu, S.; Jongrunklang, N. & Songsri, P. Association of physiological responses and root distribution patterns of ratooning ability and yield of the second ratoon cane in sugarcane elite clones *Agronomy*. 9 (4):200, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040200>.
- CITMA. *Evaluación de dos nuevas variedades promisorias de caña de azúcar para forraje en las condiciones edafoclimáticas de las principales zonas ganaderas de Camagüey*. Informe No. 3. Camagüey, Cuba, 2019.
- Fernández-Gálvez, Y. *Valoración de las variedades de caña de azúcar (Saccharum spp.) C99-374 y C97-366 seleccionadas para alimentar rumiantes*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Camagüey, Cuba: Universidad de Camagüey, 2022.
- Fernández-Gálvez, Y.; Torres-Varela, Isabel; Hermida-Baños, Y.; Montalván-Delgado, J.; Rivera-Laffertte, A. & Fernández-Caraballo, Y. Caracterización del potencial forrajero de 11 cultivares de caña de azúcar, recomendados para la alimentación animal. *ICIDCA Sobre deriv. caña azúcar*. 55 (2):21-26. <https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2021/10/articulo-3.pdf>, 2021.
- Heliyanto, B.; Djumali, A.; Syakir, M.; Sugiyarta, E. & Cholid, M. Development of high yielding sugarcane varieties for rainfed areas: yield multilocation trial of promising sugarcane clones. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 418:012065. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/418/1/012065/pdf>, 2020.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ediciones INCA. 2015.
- INICA. *Catálogo de variedades. Caña de azúcar. Centro Oriente*. Cuba, 2019.
- Kumar, N. Effect of genotypes and nitrogen levels on productivity of sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid complex) ratooncrop. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 8 (3):11-13. <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue3/PartA/8-2-547-714.pdf>, 2019.
- Lagos-Burbano, Elizabeth; Cardona-Iglesias, J. L. & Castro-Rincón, E. *Subproductos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.): usos en alimentación animal y producción de compost*. Mosquera, Colombia: Agrosavia, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406238>.
- Lagos-Burbano, Elizabeth & Castro-Rincón, E. Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agron. Mesoam.* 30 (3):917-934, 2019. DOI: <http://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>.
- Matoso, E. S.; Silva, S. D. dos A.; Avancini, A. R. & Cruz, N. D. Composição de cana-de-açúcar para alimentação animal em função da aplicação de bactérias diazotróficas. *Ciência Animal*. 33 (1):86-98. <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10490>, 2023.
- McCray, M. & Swanson, S. *Soil organic matter impacts on sugarcane production on Florida mineral soils*. Vol. SS-AGR-442, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32473/edis-ag441-2020>.
- Miranda, R.; Marza, R.; Calle, J. L.; Choque, C.; Mendoza, Magaly; Cruz, D. & Aparicio, J. J. Aptitud del uso de suelo para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la localidad de Tumupasa, Municipio de San Buenaventura. *La Paz. RIIARN*. 8 (1):25-36, 2021. DOI: <https://doi.org/10.53287/nifr9985kb87s>.
- Patishtan-Pérez, J.; Martínez-Bautista, Aracely; Victoriano, M. F. & Cervantes-Preciado, J. F. Rasgos agroindustriales de variedades de caña de azúcar. *Ciencia Latina*. 7 (5):9817-9830, 2023. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8545.

- Poudyal, C.; Sandhu, H.; Ampatzidis, Y.; Odero, D. C.; Coto-Arbelo, O.; Cherry, R. H. & Fideles-Costa, L. Prediction of morpho-physiological traits in sugarcane using aerial imagery and machine learning. *Smart Agricultural Technology*. 3:100104, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100104>.
- Ramírez-González, Marlene; Rodríguez-Moreira, Daylin; Ramírez-González, F. & Barcia-Sardiñas, Sinaí. Variables meteorológicas y desarrollo fenológico de la caña de azúcar en Aguada de Pasajeros *Revista Cubana de Meteorología*. 25:354-366. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/482>, 2019.
- Reis, R. H. P. dos; Abreu, J. G. de; Almeida, R. G. de; Cabral, L. da S.; Barros, Livia V. de; Cabral, C. E. A. *et al.* Agronomic characteristics, chemical composition and *in vitro* gas production of sugarcane cultivars (*Saccharum* spp.) for feeding ruminants. *Journal of Experimental Agriculture International*. 35 (1):1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/v35i130194>.
- Rincón-Castillo, Á. & Becerra-Campiño, J. J. Respuesta agronómica de cuatro variedades de caña de azúcar en los Llanos Orientales de Colombia. *Acta Agronóm.* 69 (2):124-129, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.70649>.
- Sajid, M.; Amjid, M.; Munir, H.; Ahmad, M.; Zulfiqar, U.; Ali, M. F. *et al.* Comparative analysis of growth and physiological responses of sugarcane elite genotypes to water stress and Sandy Loam soils. *Plants*. 12 (15):2759. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12152759>.
- Silva, V. L. da, Freitas, P. V. D. X. de, Caetano, Graciele A. de O. & França, A. F. de S. Cana energia e produção de silagem como estratégia para alimentação animal. *Veterinária e Zootecnia*. 27:1-13. <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/507>, 2020.
- Suárez-Benítez, O. J.; Casanova-Cosío, E.; Sarrias-Crespo, Odeimi, & Cabrera-Pérez, Yasleidy. Seis cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), posible utilización en la alimentación de rumiantes *Revista Científica Agroecosistemas*. 11 (3):165-171. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/660>, 2023.
- Suárez-Benítez, O. J.; Jorge-Suarez, H.; Delgado-Mora, I.; Casanova-Cosío, E.; Álvarez-González, Yuvisleidy; Moreno-Lorenzo, Xiomara *et al.* Composición química y fenológica de ocho cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) para su recomendación en la alimentación de rumiantes. *ICIDCA sobre los deriv. de la caña de azúcar*. 52 (1):7-12. <https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2019/06/art%C3%ADculo2.pdf>, 2018.