

Fenología y crecimiento de cultivares forrajeros de caña de azúcar según ciclo de plantación

Yoslen Fernández Gálvez¹, Redimio Manuel Pedraza Olivera², Yoslen Fernández Caraballo (Junior)³, Isabel Cristina Torres Varela⁴, Joaquín Montalván Delgado⁵ & Josué García Febles⁶

¹ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7824-9215>, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica, Florida, provincia Camagüey, Cuba, ²ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9483-4326>, Universidad de Camagüey, Departamento de Agronomía, provincia Camagüey, Cuba, ³ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1656-8034>, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica, Florida, provincia Camagüey, Cuba, ⁴ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6394-1383>, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica, Florida, provincia Camagüey, Cuba, ⁵ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2679-4633>, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica, Florida, provincia Camagüey, Cuba, ⁶ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7470-7709>, Universidad de Camagüey, Departamento de Ciencias Aplicadas, provincia Camagüey, Cuba.

Citación: Fernández Gálvez, Y., Pedraza Olivera, R. M., Fernández Caraballo, Y., Torres Varela, I. C., Montalván Delgado, J., & García Febles, J. (2024). Fenología y crecimiento de cultivares forrajeros de caña de azúcar según ciclo de plantación. *Agrisost*, 30, 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14617033>

Recibido: 19 febrero 2024

Aceptado: 14 noviembre 2024

Publicado: 8 diciembre 2024

Financiamiento: No se declaran.

Conflictos de interés: No existe ningún conflicto de interés.

Correo electrónico: yoslen@eticacm.azcuba.cu

Resumen

Contexto: La fenología y el crecimiento de una planta muestra relaciones cuantitativas que permiten comprender su capacidad de producción de biomasa. Por tanto, resulta de fundamental importancia un conocimiento detallado de sus características generales y particulares para hacer eficiente su explotación.

Objetivo: Con el objetivo de caracterizar la fenología y el crecimiento de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374 según el ciclo de plantación.

Métodos: Se plantaron dos experimentos en los ciclos de primavera (abril) y frío (octubre) en áreas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, Cuba en condiciones de secano. Fue utilizado un diseño experimental de bloques completos al azar con dos tratamientos (cultivares) y tres réplicas. Las evaluaciones se realizaron de forma mensual, desde los 181 y hasta los 368 días. Las variables evaluadas fueron: peso fresco y seco de la planta, materia seca y producción de biomasa verde y seca.

Resultados: Los cultivares forrajeros no mostraron similares dinámicas del crecimiento por ciclos de plantación. Variaciones que estuvieron muy influenciadas por el comportamiento estacional de las variables climáticas, especialmente de las precipitaciones y la temperatura. Ambos cultivares alcanzaron valores medios de biomasa verde (80-135 t ha⁻¹) y seca (30-38 t ha⁻¹) que superan la media reportada en Cuba en condiciones de secano. El cultivar C99-374 alcanzó la mayor productividad y estabilidad en cada uno de los ciclos.

Conclusiones: Los cultivares forrajeros pueden ser utilizados durante todo el año para alimentar rumiantes por su alto potencial genético para producir biomasa.

Palabras clave: C97-366, C99-374, ciclo de frío, ciclo de primavera, producción de biomasa.

Phenology and growth of sugarcane forage cultivars according to planting cycle

Abstract

Context: The phenology and growth of a plant shows quantitative relationships that allow us to understand its biomass production capacity. A detailed knowledge of their general and particular characteristics is therefore of fundamental importance for their efficient exploitation.

Objective: To characterize the phenology and growth of sugarcane forage cultivars C97-366 and C99-374 according to the planting cycle.

Methods: Two experiments were planted in the spring (April) and cold (October) cycles in areas of the Sugarcane Research Institute (INICA) Camagüey, Cuba under rainfed conditions. An experimental design of random complete blocks was used with two treatments (cultivars) and three replicates. Assessments were conducted monthly, from 181 to 368 days. The variables evaluated were: fresh and dry plant weight, dry matter and green and dry biomass production.

Results: Forage cultivars did not show similar growth dynamics by planting cycles. Variations that were strongly influenced by the seasonal behavior of climate variables, especially precipitation and temperature. Both cultivars reached average values of green biomass (80-135 t ha⁻¹) and dry biomass (30-38 t ha⁻¹) that exceed the average reported in Cuba under rainfed conditions. The cultivar C99-374 achieved the highest productivity and stability in each of the cycles.

Conclusions: Forage cultivars can be used throughout the year to feed ruminants for their high genetic potential to produce biomass.

Key words: C97-366, C99-374, cold cycle, spring cycle, biomass production.

Introducción

La caña de azúcar es uno de los cultivos tropicales que produce más biomasa por unidad de superficie y con mayor eficiencia en cuanto a la captura de energía solar con respecto a cualquier otra planta con hasta 1,7 gramos de biomasa por cada Mega Joule de radiación solar recibido (Aragón et al., 2009). Además, tiene la ventaja de ser perenne, adaptable a diferentes tipos de suelo, resistente a las plagas, no provocar erosión y necesitar pocos insumos de origen fósil (Bezerra et al., 2017; dos Reis et al., 2019). Este cultivo es una fuente alternativa como suplemento forrajero debido a su bajo costo para producir una tonelada de materia seca y por mantener su valor nutritivo en los períodos de escasez de pastos (Martín, 2005; Vidal, 2018).

En la actualidad es importante considerar los efectos adversos que genera el cambio climático, dentro de los que destaca la reducción y la inestabilidad del régimen de lluvias, aunado a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos (como las sequías y los huracanes), y el incremento de la concentración de CO₂ atmosférico (Rodríguez, 2012). Por estas razones surge la necesidad de utilizar la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes, ya no solo en el período poco lluvioso, sino durante todo el año. Siempre que se realice la selección del cultivar adecuado y se practique el manejo apropiado para este fin.

En Cuba, para lograr un manejo del cultivo de la caña de azúcar que garantice suplir las necesidades de los rumiantes durante todo el año y lograr niveles productivos iguales o superiores a los que se obtienen en las fincas de productores agropecuarios a pequeña escala, se hace necesario establecer un banco de forraje en diferentes épocas del año. En este sistema, el cultivar de caña de azúcar juega el papel primordial, ya que no todos los genotipos son capaces de mantener su productividad en condiciones

climáticas desfavorables, en especial del régimen de precipitaciones.

Fernández (2022), demostró que se puede utilizar el esquema de selección de la caña de azúcar utilizado en Cuba, para obtener y recomendar variedades con fines azucareros, y obtener genotipos con potencial para producir forraje. Este autor obtuvo resultados muy positivos al caracterizar el comportamiento agronómico y nutricional de los cultivares C97-366 y C99-374, seleccionadas a partir de criterios forrajeros, en áreas ganaderas de la provincia Camagüey.

Si se considera que la fenología y el crecimiento de una planta muestran relaciones cuantitativas que permiten comprender su capacidad de producción de biomasa (Özalkan et al., 2010). Por tanto, resulta de fundamental importancia un conocimiento detallado de sus características generales y particulares para hacer eficiente su explotación.

Este trabajo persigue como objetivo caracterizar la fenología y el crecimiento de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374 según el ciclo de plantación.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en áreas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Camagüey, ubicado en el Municipio de Florida en las coordenadas 21° 31' de Latitud Norte y los 78° 04' de Longitud Oeste, a los 57,08 msnm, sobre un suelo Pardo grisáceo, según la clasificación de Hernández et al. (2015).

Se establecieron dos experimentos, uno plantado en el ciclo de primavera (abril, 2014) y otro en frío (octubre, 2014). La humedad relativa durante todo el estudio de primavera se comportó con una media de 76,28 %, la temperatura máxima, mínima y promedio

con valores medios de 31,4; 21,4 y 25,5 °C, respectivamente. El total de precipitaciones fue de 1 430,4 mm y 111 días con lluvia. En el ciclo de frío la humedad relativa se comportó con una media de 76,13 %, la temperatura máxima, mínima y promedio con valores medios de 31,7; 22,2 y 25,7 °C, respectivamente. El total de precipitaciones fue de 1 127,8 mm y 113 días con lluvia (Estación Agrometeorológica de Florida, 2016).

Cada experimento se plantó utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con dos tratamientos (cultivares) y tres réplicas. Cada parcela experimental contó con cinco surcos de 10 m de longitud, espaciados a 1,50 m, para un área total de 75 m². Los tres surcos centrales de cada parcela fueron considerados como área útil para realizar los muestreos, se descartaron 0,5 m pertenecientes al inicio y final de cada surco. La fertilización se realizó según la dosis recomendada por el Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para este tipo de suelo (INICA, 2014). Se procedió a un control inicial de malezas en post-emergencia temprana y un control periódico manual posterior cada 3-4 meses. El experimento se llevó a cabo en condiciones de secano.

Los cultivares forrajeros evaluados en el estudio fueron C97-366 y C99-374 recomendados por el INICA (2019). Se evaluó la dinámica del peso fresco y seco de la planta, la materia seca y la producción de biomasa verde y seca con una periodicidad mensual desde los 181 y hasta los 368 días posteriores a la plantación. Las evaluaciones del ciclo de primavera comenzaron en el mes de octubre de 2014 y finalizaron en abril de 2015, período que coincidió con la época poco lluviosa del año en Cuba. En el ciclo de frío comenzaron en abril de 2015 y concluyeron en octubre del mismo año (período lluvioso).

Para la determinación del peso fresco y seco, por cultivar se cortaron tres plantas (tallos y cogollos) representativas por parcela, con el uso de un machete, efectuándose a ras del suelo. Estas fueron trasladadas de manera inmediata al Laboratorio de Fisiología Vegetal, donde se procesaron de manera independiente. Cada planta se dividió en dos fracciones, es decir tallo y cogollo, las cuales fueron pesadas (peso fresco) y para facilitar el secado se trasladaron al área de invernadero, donde se alcanzan temperaturas superiores a la temperatura ambiente (> 7 - 20 °C). Posteriormente se llevaron al laboratorio para su secado final, donde se introdujeron en una estufa con circulación forzada de aire a 70 °C hasta tener un peso constante (peso seco). La materia seca se determinó mediante la relación porcentual entre el peso seco de la muestra y el peso fresco. La producción de biomasa verde (t ha⁻¹) se determinó por el pesaje directo de 1 m² de material vegetal por

parcela, el cual se extrapoló a una hectárea. La biomasa seca (t ha⁻¹) se calculó al multiplicar el valor de la materia seca (%) por la biomasa verde (t ha⁻¹) dividido entre 100.

Las dinámicas de las variaciones de todas las variables estudiadas respecto a la edad de la plantación por ciclos se ilustran mediante gráficas (xy dispersión).

Resultados y discusión

En la Fig. 1 se puede observar la dinámica del peso fresco de la planta por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374. Se evidencia que no existe un comportamiento similar entre cultivares con respecto a la dinámica de acumulación de biomasa verde. También se aprecia una mayor productividad del cultivar C99-374 en ambos ciclos de plantación al mostrar un mayor peso fresco de la planta.

El cultivar C97-366 en el ciclo de plantación de frío se caracterizó por mostrar un aumento del peso fresco de la planta muy discreto desde los 181 y hasta los 244 días de edad, fecha en la cual ocurre un incremento sostenido hasta los 342 días. Desde este período y hasta los 368 días la planta aumenta solo en 36,40 g su peso fresco. Este comportamiento está muy relacionado con las condiciones climáticas que prevalecieron durante el estudio (Fig. 2). En las primeras tres evaluaciones la planta estaba recuperándose de un estrés ocasionado por el bajo régimen pluviométrico que se produjo desde los meses de noviembre a marzo, donde la misma tuvo que desarrollar una serie de mecanismos morfológicos y fisiológicos de mitigación y adaptación a las condiciones adversas que genera dicho evento. Una vez recuperada por las condiciones favorables durante los meses de abril a junio, esta mostró una alta eficiencia en la acumulación de asimilados, característica propia de las plantas C4.

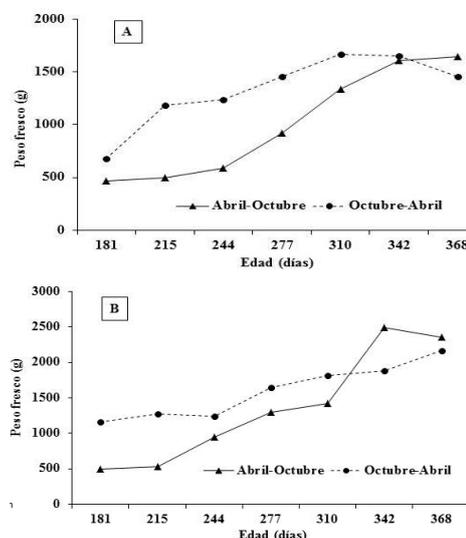


Fig. 1. Dinámica del peso fresco de la planta por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 (A) y C99-374 (B).

En el ciclo de primavera este genotipo desde los 181 y hasta los 310 días mostró una tendencia al incremento del peso fresco de la planta, donde se produce el mayor aumento en el período comprendido entre la primera y segunda evaluación. Desde los 310 y hasta los 368 días se observó una disminución del peso fresco de la planta. Este comportamiento durante todo el ciclo también está muy estrechamente relacionado con las condiciones climáticas (Fig. 2) que prevalecieron durante el estudio.

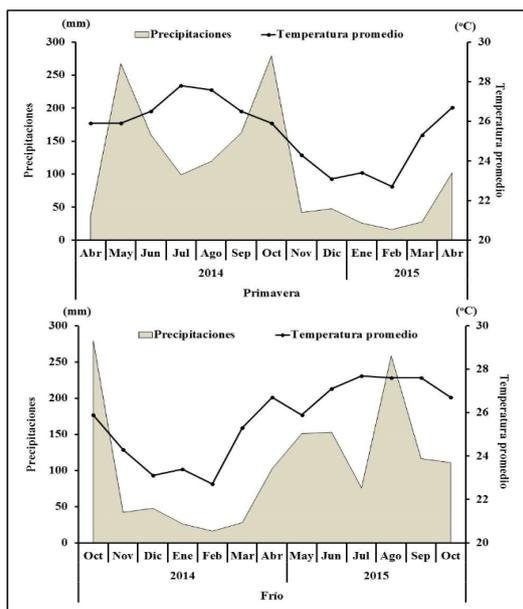


Fig. 2. Comportamiento de la temperatura y precipitaciones mensuales por ciclos de plantación.

La planta desde la brotación y hasta el inicio de la fase vegetativa de máximo crecimiento se desarrolló en condiciones óptimas al producirse en este período un gran cúmulo de precipitaciones bien distribuidas, además de prevalecer altas temperaturas que favorecieron su desarrollo. El efecto positivo de estas variables se confirma en el mayor incremento mensual alcanzado en el mes de noviembre producto del mayor registro de precipitaciones en el mes de octubre, al poseer las lluvias un efecto acumulativo en el cultivo de la caña de azúcar, es decir, no se observa una respuesta positiva en la planta en el mismo momento en que se producen las mismas, sino entre 10 y 15 días posteriores a su ocurrencia. Este cultivar alcanzó su mayor producción de biomasa fresca a los 368 (1 645,65 g) y 310 (1 669,43 g) días en los ciclos de plantación de frío y primavera, respectivamente.

El cultivar C99-374 en el ciclo de frío durante las dos primeras evaluaciones mostró un ligero incremento en el peso fresco de la planta. Posteriormente

manifestó un aumento progresivo con la edad hasta los 342 días, donde alcanza su máximo valor (2 494,42 g). Después este genotipo manifestó una disminución de 138,55 g de peso fresco. Este comportamiento, se puede atribuir en gran medida a las condiciones edafoclimáticas que prevalecieron en el estudio (Fig. 2), con una argumentación muy similar a la comentada anteriormente para el cultivar C97-366, con la excepción de la disminución observada en la última evaluación, la cual se presume que este muy relacionada con la fase de maduración en el cultivo. En esta etapa la planta se caracteriza por disminuir la producción de biomasa y utilizar la energía en el proceso de translocación y acumulación de sacarosa en el tallo.

En el ciclo de primavera este cultivar manifestó un ligero incremento a los 215 días para posteriormente disminuir el peso fresco en la próxima evaluación. Después se observó un incremento de 922,81 g desde los 244 y hasta los 368 días, para acumular un peso fresco de 2 159,31 g en la última fecha evaluada. Este cultivar mostró un comportamiento muy positivo, si se considera que mantuvo una acumulación de biomasa muy estable a pesar de coincidir las evaluaciones con el período donde se produjeron el menor número de precipitaciones en el estudio (Fig. 2). Por lo que se puede afirmar el alto potencial genético para la producción de biomasa y la tolerancia a la sequía que manifiesta este cultivar forrajero.

Resultados inferiores a los obtenidos en este estudio fueron publicados por Blanco et al. (2003) al realizar un estudio similar donde evaluaron cuatro cultivares comerciales de caña de azúcar desde los seis y hasta los 13 meses de edad. Estos autores alcanzaron valores que no sobrepasaron los 300 g planta⁻¹. Lo que demuestra el potencial genético de estos dos cultivares forrajeros para la producción de biomasa, principal característica que justifica la utilización de este cultivo como alimento animal.

En la Fig. 3 se puede observar la dinámica de la materia seca (MS) de la planta por edades según época de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374. Se evidencia un comportamiento muy similar entre cultivares para la acumulación de MS en la planta en cada ciclo de plantación.

En primavera manifiestan un descenso que culmina con un ligero incremento en las últimas dos evaluaciones. En frío ocurre este mismo comportamiento, pero de manera inversa, es decir desde los 181 y hasta los 215 días de edad no se manifiesta ningún incremento de MS, más bien un descenso en el caso del cultivar C97-366, posteriormente en ambos genotipos se observa un incremento hasta alcanzar sus mayores valores en las últimas dos evaluaciones.

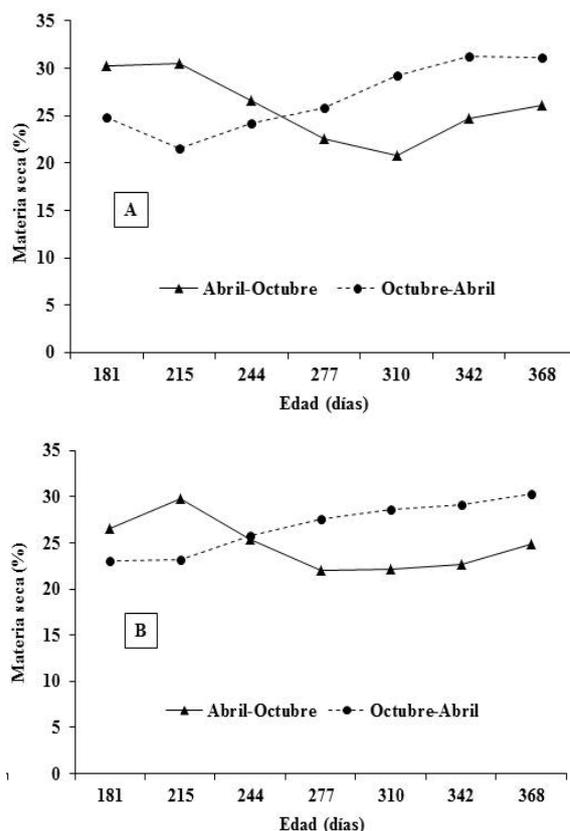


Fig. 3. Dinámica de la materia seca de la planta por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 (A) y C99-374 (B).

Este comportamiento evidencia con claridad que a pesar del cultivar C97-366 manifestar en algunas edades un mayor contenido de MS en comparación con el C99-374, la mayor variación de este indicador se atribuye a las variables climáticas que prevalecieron en cada uno de los ciclos de plantación en el lugar donde se desarrolló este estudio (Fig. 2).

En frío las evaluaciones se iniciaron a los 181 días coincidiendo con el mes de abril, por tanto, en los meses anteriores, con la excepción de octubre donde se realizó la plantación, en los restantes se produjeron condiciones de bajo régimen pluviométrico que propiciaron un menor desarrollo de la planta y por ende un menor contenido de agua en sus tejidos ocasionado por el estrés hídrico.

Todo lo contrario, ocurrió en el ciclo de primavera al comenzar las evaluaciones en el momento donde la planta se encontraba en buen estado fisiológico, con gran contenido de humedad en sus tejidos producto del alto y bien distribuido régimen pluviométrico registrado durante este período previo al inicio de las mismas.

Estas razones justifican el mayor contenido de MS en el ciclo de frío en las evaluaciones iniciales. Sin embargo, en las últimas edades evaluadas este comportamiento por ciclos se invirtió, es decir se alcanzaron los mayores valores de MS en primavera

al producirse las evaluaciones coincidiendo con el período poco lluvioso del año, donde la planta estuvo sometida a condiciones adversas de estrés hídrico. Por estas razones se puede resumir que el contenido de MS de la planta de caña de azúcar está muy relacionado con las condiciones climáticas, donde las precipitaciones y la temperatura tienen un gran peso en el comportamiento de este indicador.

Resultados similares fueron publicados por Valladares et al. (2009) en un estudio de tres cultivares de caña de azúcar plantado en primavera donde observaron un incremento de la MS con la edad, al respecto señalaron que se destaca el período enmarcado entre los ocho y 16 meses como el de mayor tasa de acumulación de asimilados. Este incremento de la MS puede estar muy relacionado con el aumento de la proporción de la pared celular vegetal con la edad. Aunque pudieran influir otras causas tales como: la disponibilidad de agua, el desarrollo del sistema radicular de la planta y la época del año, entre otros (Fernández & Pedraza, 2019).

En los ciclos de frío y primavera el cultivar C97-366 alcanzó valores medios de MS de 25,93 y 26,86 %, respectivamente, para un promedio en ambos ciclos de 26,40 % de MS por planta. Por su parte, el C99-374 alcanzó valores medios de 24,79 y 26,80 % en los ciclos de frío y primavera, respectivamente, para una promedio en ambos ciclos de 25,80 % de MS. Ambos cultivares mostraron valores medios por ciclos superiores a los publicados por Heuzé et al. (2018) como resultado de una recopilación bibliográfica en la temática relacionada con la composición química de la caña de azúcar, estos autores informaron un valor promedio de 23,2 % de MS para la planta de caña de azúcar de forma integral.

En la Fig. 4 se puede observar la dinámica del peso seco de la planta por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374. Se evidencia un comportamiento muy similar de ambos cultivares en los dos ciclos de evaluación.

En los dos ciclos de plantación los cultivares manifestaron una tendencia al incremento del peso seco de la planta en la medida que aumentó la edad del cultivo, con la excepción del cultivar C97-366 que mostró en el ciclo de primavera una disminución en la última fecha de evaluación. Comportamiento que pudo estar influenciado por el bajo régimen pluviométrico que se produjo desde diciembre a marzo (Fig. 2). En el caso particular del genotipo C99-374 superó la acumulación de peso seco en la planta manifestada por el cultivar C97-366 en los dos ciclos de plantación. Resultados que demuestran su alto potencial genético para la producción de biomasa

y tolerancia a la sequía al mostrar incrementos en peso seco aun cuando las condiciones climáticas no fueron favorables para un buen desarrollo del cultivo (ciclo de primavera).

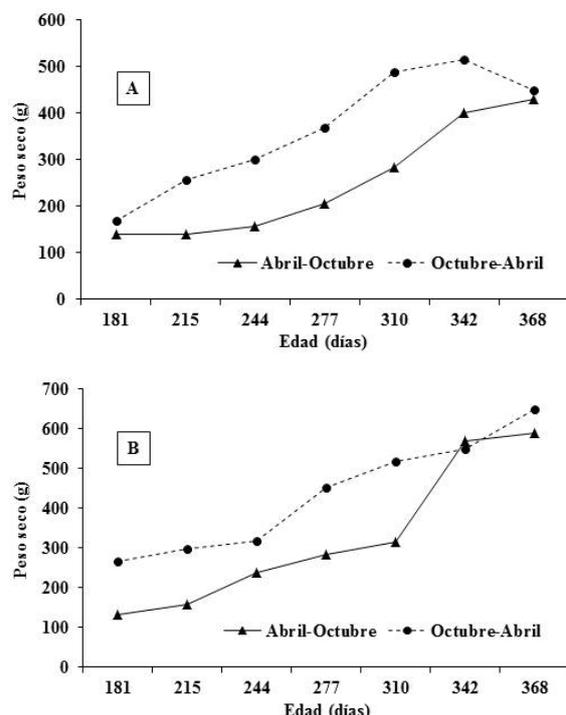


Fig. 4. Dinámica del peso seco de la planta por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 (A) y C99-374 (B).

Ambos cultivares forrajeros alcanzaron valores de peso seco superiores a los publicados por Blanco et al. (2003) en un estudio de cuatro cultivares comerciales seleccionados en Cuba para uso industrial en la producción de azúcar.

En la Fig. 5 se puede observar la dinámica de producción de biomasa verde por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374. Se evidencia una tendencia al aumento de la producción de biomasa verde con la edad, excepto en el cultivar C97-366 que en el ciclo de primavera manifestó una disminución en la última evaluación. La cual pudo estar ocasionada por las condiciones climáticas en este período previo a la evaluación (Fig. 2), donde se registró un bajo régimen pluviométrico y las menores temperaturas, condiciones que pudieron también incidir en el proceso de maduración. En esta fase vegetativa la planta pierde peso al movilizar la sacarosa, con la liberación de azúcares reductores que son degradados posteriormente para la obtención de energía (ATP), a través de los procesos respiratorios requeridos.

El cultivar C99-374 manifestó un comportamiento muy estable al alcanzar valores superiores a las 100 t ha⁻¹ de biomasa verde en las evaluaciones finales de cada ciclo. Resultados muy favorables para las condiciones de secano donde se desarrolló este

estudio y a su vez ratifica las potencialidades de este genotipo para ser utilizado como forraje. El cultivar C97-366 en el ciclo de primavera mantuvo valores que oscilaron entre 60 y 80 t ha⁻¹ de biomasa verde entre los 215 y hasta los 368 días. En frío superó las 100 t ha⁻¹ de biomasa verde en las últimas dos evaluaciones.

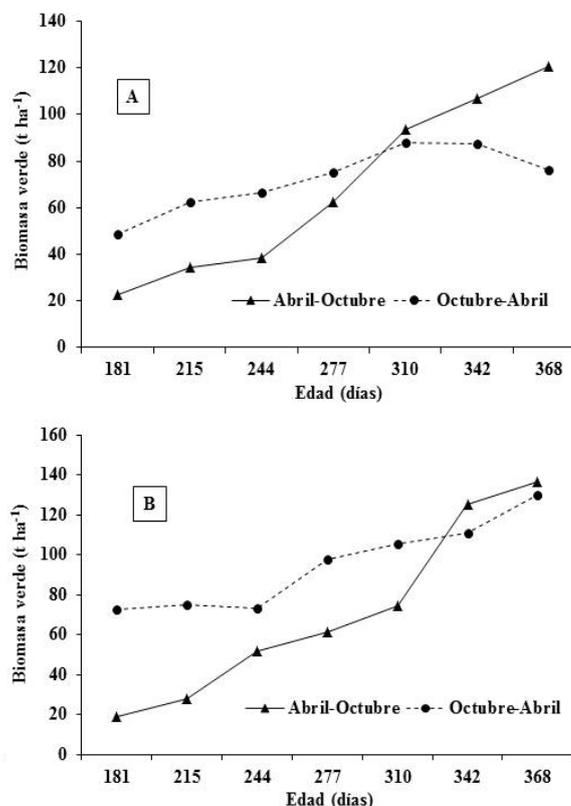


Fig. 5. Dinámica de la producción de biomasa verde por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 (A) y C99-374 (B).

Los valores medios de biomasa verde obtenidos en este estudio son superiores a los publicados en Cuba por varios autores que han alcanzado producciones entre 59 y 114,2 t ha⁻¹ año⁻¹ de biomasa verde en cultivares de caña de azúcar que han sido recomendados para el uso diversificado en la alimentación animal en condiciones de secano (Franco, 1981; Molina et al., 1995; Milanés et al., 1997; Molina et al., 2000; Leyva, 2012).

Fernández-Gálvez et al. (2019) en 12 cultivares de caña de azúcar recomendados para la alimentación bovina, dentro de los que se encontraban los dos cultivares forrajeros, alcanzaron valores de biomasa verde a los 14 meses de edad que oscilaron entre 69,37 y 167,54 t ha⁻¹, para un promedio general en el estudio de 111,26 t ha⁻¹. Valores similares a los obtenidos en esta investigación.

Estos resultados reafirman el buen potencial forrajero de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374 para la alimentación de rumiantes en Cuba.

En la Fig. 6 se puede observar la dinámica de producción de biomasa seca por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 y C99-374.

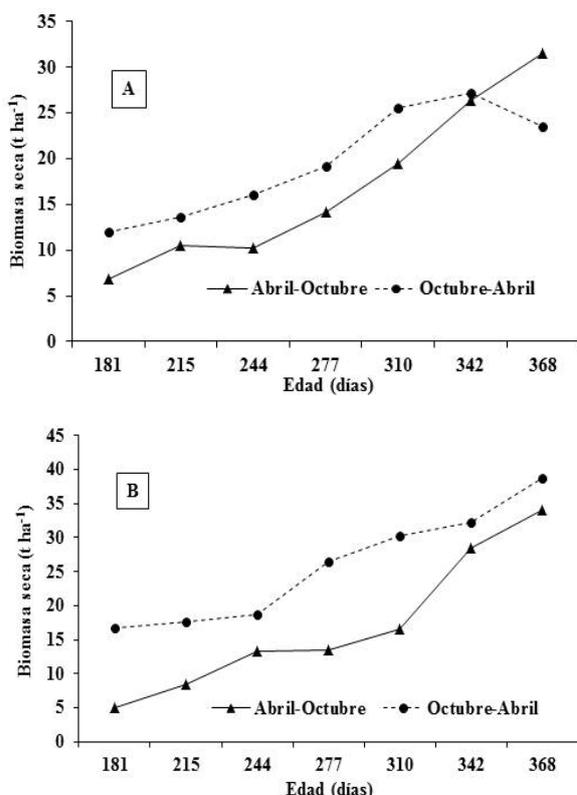


Fig. 6. Dinámica de la producción de biomasa seca por edades según ciclo de plantación de los cultivares forrajeros de caña de azúcar C97-366 (A) y C99-374 (B).

Se evidencia un comportamiento muy similar a la dinámica de producción de biomasa verde, al observarse un incremento sostenido en ambos ciclos con el aumento de la edad, excepto en el cultivar C97-366 que en el ciclo de primavera manifestó una disminución en la última evaluación.

El cultivar C99-374 mostró la mayor productividad en el estudio en cada uno de los ciclos evaluados. Este alcanzó valores medios de 34,04 y 38,71 t ha⁻¹ de biomasa seca a los 368 días de edad en las plantaciones de frío y primavera, respectivamente. El C97-366 alcanzó sus mayores valores de biomasa seca a los 342 días en primavera (27,17 t ha⁻¹) y a los 368 días en frío (31,53 t ha⁻¹).

En Cuba Franco (1981); Molina et al. (1995 y 2000); Milanés et al. (1997) publicaron valores de producción de biomasa seca que oscilaron entre 20,40 y 33,21 t ha⁻¹ en condiciones de secano. Resultados similares a los obtenidos por el cultivar C97-366 en este estudio. El C99-374 superó los valores publicados por los autores anteriormente citados.

En este siglo la caña de azúcar ha sido muy utilizada en Brasil para la alimentación animal. Valores entre 21,80 y 39,88 t ha⁻¹ año⁻¹ de biomasa seca en condiciones de secano han sido publicados por Andrade et al. (2003); Bonomo et al. (2009) y Caione et al. (2011). Valores similares a los alcanzados en este estudio.

Freire et al. (2010) realizaron una evaluación de 11 cultivares de caña de azúcar brasileños en condiciones óptimas de riego. Estos autores informaron producciones de biomasa seca entre 48 y 90 t ha⁻¹. Valores superiores a los obtenidos en este estudio. Resultados que reafirman la importancia del agua en el cultivo de la caña de azúcar.

Conclusiones

Los cultivares de caña de azúcar forrajeros no mostraron similares dinámicas del crecimiento por ciclos de plantación. Variaciones que estuvieron muy influenciadas por el comportamiento estacional de las variables climáticas, especialmente de las precipitaciones y la temperatura. El cultivar C99-374 se destacó por alcanzar la mayor productividad y de una manera estable en cada uno de los ciclos.

Contribución de los autores

Yoslen Fernández Gálvez: planeación de la investigación, montaje en la plantilla, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Redimio Manuel Pedraza Olivera: planeación de la investigación, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Yoslen Fernández Caraballo (Junior): análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Isabel Cristina Torres Varela: montaje y evaluación del experimento, análisis de resultados, interpretación de los mismos.

Joaquín Montalván Delgado: análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Josué García Febles: análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Conflictos de interés

No existe ningún conflicto de interés declarado por los autores.

Agradecimientos

Si los hay, los agradecimientos deberán ubicarse aquí, sea preciso y no emplee adjetivos solamente

reconozca a sus colaboradores. Esta sección no llevará numeración.

Referencias

- Andrade, J. B. de, Ferrari Junior, E., Possenti, R. A., Otsuk, I. P., Zimback, L., & Landell, M. G. de A. (2003). Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 40(4), 287-296. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962003000400008>
- Aragón, C., Carvalho, L.C., González, J., Escalona, M., & Amâncio, S. (2009). Sugarcane (Saccharum spp. Hybrid) propagated in headspace renovating systems shows autotrophic characteristics and develops improved anti-oxidative response. *Trop. Plant. Biol.*, 2, 38–50. <https://doi.org/10.1007/s12042-008-9026-x>
- Bezerra, J. D. C., Ferreira, G. D. G., Campos, J. M. de S., Oliveira, M. W. de, Andrade, A. P. de, & Nascimento Júnior, J. R. S. do. (2017). Biometric and chemical characteristics of sugarcane varieties for use as forage in limiting soil water conditions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(5), 384-392, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S180692902017000500003>
- Blanco, M. A., Borroto, J., Golles, J. L., Capdesuñer, Y., Cervantes, A., Rodríguez, S., Rivas, M., & Peralta, H. (2003). Dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (Saccharum sp.): aspectos fisiológicos y azucareros. *Cultivos Tropicales*, 24(1), 47-54. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/edicione/s/article/view/613/pdf>
- Bonomo, P., Cardoso, C. M. M., Pedreira, M. dos S., Santos, C. C., Pires, A. J. V., & Silva, F. F. da (2009). Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 31(1), 53-59. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i1.498>
- Caione, G., Teixeira, M.T.R., Lange, A., Silva, A.F. da, & Fernandes, F.M. (2011). Modos de aplicação e doses de fósforo em cana-de-açúcar forrageira cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 9, 1-11. http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol9/artigo1_v9_n1_2011.pdf
- Dos Reis, R. H. P., Abreu, J. G. de, Almeida, R. G. de, Cabral, L. da S., Cabral, C. E. A., Barros, L. V. de, Cabral, C. E. A., Neto, A. B., Matter, E., Royer, P. O., Herrera, D. M., & Farias, J. de M. (2019). 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. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v35i130194>
- Estación Agrometeorológica de Florida. (2016). *Medias de las variables climáticas mensuales en áreas agrícolas de la ETICA Camagüey*. [Documento inédito]. Autor.
- Fernández, G. Y. (2022). *Valoración de las variedades de caña de azúcar (Saccharum spp.) C99-374 y C97-366 seleccionadas para alimentar ruminantes*. [Tesis no publicada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Especialidad Zootecnia. Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal]. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz.
- Fernández, G. Y., & Pedraza, O. R. (2019, 28 de abril). *Valor nutritivo de los nuevos cultivares forrajeros C99-374 y C97-366*. Editorial Académica Española. <http://www.eae-publishing.com>
- Fernández-Gálvez, Y., Torres-Varela, I., Montalván-Delgado, J., Hermida-Baños, Y., Montes-Alvarez, D., Rivera-Laffertte, A., & Fernández-Caraballo, Y. (2019). Caracterización fenológica y producción de biomasa de 12 variedades de caña de azúcar para la alimentación bovina. *Agrisost*, 25(3), 1-7. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e3019>
- Franco, R. (1981). Estudio comparativo de variedades de caña para forraje en condiciones de secano. *Pastos y Forrajes*, 4(2), 157-164. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1658&path%5B%5D=2291>
- Freire, F. J., de Oliveira A. E. C., Freire, dos S. G. M. B., de Oliveira, R. I. & de Oliveira, A. C. (2010, agosto). *Growth indices of eleven sugarcane varieties grown under full irrigation environments in Brazil*. Report presented at 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane. Australia. Published on DVD. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113349070>
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA.
- Heuzé, V., Thiollet, H., Tran, G., & Lebas, F. (2018). *Sugarcane forage, whole plant*. Feedipedia. Animal feed resources information system. INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/14462>
- INICA. (2014). Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), Camagüey, Cuba.
- INICA. (2019). Catálogo de variedades. Caña de azúcar. Centro Oriente, Cuba.
- Leyva, J. (2012). Evaluación de variedades de caña forrajera en las condiciones edafoclimáticas del

- norte de Las Tunas. [Tesis de Maestría publicada]. Universidad “Camilo Cienfuegos”.
- Martín P. C. (2005). El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 39, 427-437.
- Milanés, N., López, J., María, C., Balance, N., & Hervis, A. (1997). Recomendaciones en variedades de caña de azúcar para la ganadería en la provincia Habana. *ATAC*, 11(2), 13.
- Molina, A., Leal, P., Vera, A., Milanés, N., Pedroso, D., Torres, V., et al. (2000, marzo). *Valor forrajero para la ganadería de variedades comerciales de caña de azúcar*. Documento presentado en el VI Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña. Diversificación 2000. La Habana, Cuba.
- Molina, A., Tuero, O., & Casido, A. (1995). *Desarrollo y aplicación comercial de una nueva tecnología para ceba de ganado basada en caña de azúcar*. Ponencia presentada en XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Seminario Científico Internacional. (pp. 90-92). La Habana, Cuba.
- Özalkan, Ç., Sepetolu, T. H., Daur, I., & En, F. O. (2010). Relationship between some plant growth parameters and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) during different growth stages. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(1), 79-83.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/158783>
- Rodríguez, R. (2012). *Perfeccionamiento del programa de mejora genética de la caña de azúcar (Saccharum spp.) para la obtención de nuevos cultivares tolerantes al estrés por déficit hídrico*. [Tesis presentada en opción al grado Científico de Dr. en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana.
- Tavares, O. C. H., Lima, E., & Zonta, E. (2010). Crescimento e produtividade da cana-planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32, 61-68.
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.2051>
- Valladares, F., Torres, I., Montalván, J., León, P., Vallina, J., Hernández, L. et al. (2009). Establecimiento de los modelos matemáticos que describen la velocidad de crecimiento en la acumulación de materia seca de tres variedades de caña de azúcar con diferentes dinámicas de maduración. *Cuba & Caña*, 4(1), 23-28.
- Vidal, M. de F. (2018). Setor Sucroenergético Nordeste. En *Caderno Sectorial Etene*. (Ano 3, no. 25, pp. 1-14). Banco do Nordeste do Brasil.
https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1011/1/2018_CDS_25.pdf