



COMUNICACIÓN BREVE

Manejo agronómico de cultivares de caña energética como biomasa combustible para bioeléctricas en Cuba

Agronomic management of energy sugarcane cultivars as biomass fuel for bioelectric plants in Cuba

Osmany de la Caridad Aday Díaz¹, Enrique Gutiérrez Rodríguez^{2*}, Rafael Rodríguez Fernández²

¹ Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA Villa Clara). Autopista nacional km 246, Ranchuelo 53100, Villa Clara, Cuba

² Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5½, Santa Clara 54830, Villa Clara, Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 17/02/2022
Aceptado: 23/03/2022

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

CORRESPONDENCIA

Enrique Gutiérrez Rodríguez
engutierrez@uclv.cu



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag10222368>

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la estación del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA Villa Clara), ubicada en el municipio de Ranchuelo, provincia Villa Clara y su objetivo fue determinar el manejo más eficiente de las épocas de plantación y cosecha del cultivar de caña energética 'C90-176', como materia prima para bioeléctricas en Cuba. Se evaluaron 25 tratamientos que combinaron cinco fechas de plantación y cinco posibles fechas de cosecha del cultivar. La mayor producción de biomasa se obtuvo en los tratamientos plantados de abril a junio y cosechados en septiembre y octubre con 16 y 17 meses de edad. La caña energética puede cosecharse durante todo el año con uso multipropósito: obtención de bagazo para la generación eléctrica, obtención de jugo o mieles para alimento animal y la producción de alcohol.

Palabras clave: bagazo, biomasa, biocombustibles, *Saccharum* spp

ABSTRACT

The research was carried out at the station of the del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA Villa Clara), located in the municipality of Ranchuelo, Villa Clara province, and its objective was to determine the most efficient management of the planting and harvesting times of the energy sugarcane cultivar 'C90-176', as raw material for bioelectricity in Cuba. Twenty-five treatments combining five planting dates and five possible harvesting dates of the cultivar were evaluated. The highest biomass production was obtained in the treatments planted from April to June and harvested in September and October at 16 and 17 months of age. Energy sugarcane can be harvested throughout the year for multipurpose use: obtaining bagasse for electricity generation, obtaining juice or honeys for animal feed and alcohol production.

Keywords: bagasse, biomass, biofuels, *Saccharum* spp

La biomasa constituye una alternativa factible para la diversificación de la matriz energética y la reducción del uso de combustibles fósiles en Cuba. Se inició así en el año 2005 la “Revolución energética” que se centró en la infraestructura para mejorar la eficiencia energética en los sectores industrial y residencial (Sagastume *et al.*, 2018). Por dicha razón, en los últimos años se han estudiado nuevas fuentes de energía renovables, para reducir el consumo de combustibles fósiles y la emisión de gases contaminantes. Los cultivos de caña energética pudieran ser una solución, teniendo en cuenta que pueden cultivarse en tierras donde la producción de caña convencional no es rentable y a su vez no compiten con la producción de otros alimentos.

Zhao *et al.* (2017) en Florida, EE. UU., en evaluaciones experimentales determinaron 21 % más de biomasa seca en la caña energética, comparada con la caña de azúcar convencional. Otras fuentes de biomasa incluyen al carbón, cáscara de arroz, aserrín y cáscara de café (Suárez *et al.*, 2016).

La investigación se desarrolló en los años 2020 y 2021, en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA, Centro Villa Clara), con el objetivo de determinar el manejo más eficiente de las épocas de plantación y cosecha del cultivar de caña energética ‘C90-176’, para utilizarlo como combustible en bioeléctricas en Cuba.

Se plantaron 25 tratamientos que combinaron cinco fechas de plantación (febrero, abril, mayo, junio y septiembre), con cinco posibles momentos de cosecha entre 12 y 18 meses después de plantada (mdp); 12 mdp, 13-15 mdp, 14-16 mdp, 15-17 mdp y 16-18 mdp. Se trabajó sobre un suelo pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015), y la preparación se realizó según el método tradicional. Se aplicó un riego previo a la plantación y riegos semanales, hasta concluida la brotación. El control de arvenses se realizó con azadón en el momento que cada tratamiento lo requirió. La cosecha se realizó de forma manual.

Los tratamientos fueron plantados en surcos de 10 m, con distancia de camellón de 1,60 m y una distancia entre

tratamientos de 3,20 m. Cada parcela de 10 m se subdividió en cinco partes iguales y cada espacio de 2 m fue considerado una réplica.

De cada réplica se tomó una muestra de un tallo al azar para determinar longitud, diámetro, peso fresco del tallo, peso fresco del cogollo. Se cuantificó la población de tallos por m², miles de tallos ha⁻¹ y rendimiento agrícola en t de caña ha⁻¹, así como el peso de la biomasa total (tallo y cogollo). En una muestra de cinco tallos de cada réplica, se determinó el contenido de materia seca del tallo y el brix del jugo. Con estos parámetros se determinó el contenido de fibra del tallo. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias por Tukey (P<0,05), para determinar las diferencias entre los 25 tratamientos, para ello se empleó el programa Statgraphics, versión 4.1

Para agrupar y clasificar los tratamientos evaluados, se efectuó análisis de conglomerado (Cluster Análisis), con las variables t de caña ha⁻¹, fibra en el tallo (%) y t de bagazo ha⁻¹. Se empleó el método del vecino más cercano con la distancia euclidiana.

Se comprobó que existieron diferencia significativa entre el rendimiento y el número de tallos y alta correlación entre el rendimiento y la edad de corte. El número de tallos se favoreció en las plantaciones de abril a junio, el diámetro en las plantaciones de febrero, siendo significativamente menor el largo de los tallos en las plantaciones de septiembre.

Los mejores resultados en el rendimiento agrícola y de bagazo en base a materia seca, se obtuvieron en los tratamientos que combinaron las fechas de plantación de abril, mayo y junio, con la cosecha en septiembre y octubre, con 16 y 17 meses de edad (Tabla 1).

La producción de materia seca (en tallo y en cogollo) fue significativamente más alta cuando se cosechó con edades superiores a los 15 meses, con más 30 t de materia seca ha⁻¹. El rendimiento promedio de 147,14 t de caña ha⁻¹, permitió obtener 67,7 t de bagazo ha⁻¹ con 50 % de humedad. Estos resultados demuestran el alto potencial productivo del cultivar ‘C90-176’, este supera incluso los informados por Chiluwal *et al.* (2018) en EE. UU., que obtuvieron en caña

Tabla 1. Resumen de los mejores resultados del cultivar ‘C90-176’, entre los 25 tratamientos evaluados

Tratamientos FP+MC	NT ha ⁻¹	Caña (t ha ⁻¹)	Jugo (kg ha ⁻¹)	Pureza (%)	Fibra (%)	Bagazo
Abril 2019+septiembre 2020, 17 mdp	176,8 ab	193,50 ab	104490 ab	67,70 bcd	19,78 abc	47,30 ab
Mayo 2019+septiembre 2020, 16 mdp	196,8 a	189,17 abc	102128 abc	60,63 def	20,36 ab	48,41 a
Junio 2019+octubre 2020, 16 mdp	151,2 abc	168,37 abcd	90922 abcd	63,60 cde	22,43 a	46,81 abc
Media total	133,97	147,14	79453	66,78	17,06	33,46
EE _x ±	14,18	8,16	9855	2,06	1,35	4,43
Valor-P	0,0000	0,000	0,0112	0,0000	0,0017	0,0005

FP: Fecha de plantación; MC: Momento de cosecha (mes de cosecha y edad); NT ha⁻¹: número de tallos ha⁻¹ (expresado en miles); Fibra (%): porcentaje de fibra en el tallo; Bagazo: t de bagazo ha⁻¹ en base de materia seca

planta rendimientos promedios de 19,6 t de biomasa seca ha⁻¹ en el cultivar 'HO72-114' (caña energética Tipo II).

En el análisis de conglomerado (Tabla 2), el primero abarcó el mayor número de tratamientos (56 %), con rendimiento promedio de 151,46 t de caña ha⁻¹ y mayor contenido de fibra en los tallos. El conglomerado 3 agrupó los tratamientos con mayor aporte de bagazo a partir de las t de caña ha⁻¹ cosechadas (FP: Abril 2019 + MC: Septiembre 2020, 17 mdp; FP: Mayo, 2019 + MC: Septiembre 2020, 16 mdp; FP: Septiembre 2019 + MC: Noviembre 2020, 14 mdp).

Tabla 2. Resumen de conglomerado de las variables t de caña ha⁻¹, fibra y bagazo para diferentes fechas de plantación y cosecha. Método de Conglomeración: Vecino Más Cercano (Vínculo Simple). Distancia Métrica: Euclideana

Conglomerado	Miembros	Porcentaje	Caña (t ha ⁻¹)	Fibra en el Tallo (%)	Bagazo
1	14	56,00	151,46	19,82	34,45
2	8	32,00	121,41	16,35	26,94
3	3	12,00	195,58	15,67	46,21

Fibra (%): porcentaje de fibra en el tallo; Bagazo: t de bagazo ha⁻¹ en base de materia seca

Los resultados de la investigación demostraron que se pueden obtener altos rendimientos agrícolas, en los meses de septiembre a diciembre, en plantaciones del cultivar energético 'C90-176' con edad promedio de 15 a 16 meses, superiores al período en que se desarrolla la zafra en Cuba (de enero hasta abril). Además, están en correspondencia con la propuesta de Rubio (2006), que considera la estrategia de cosechar la caña energética fuera del periodo de zafra como biocombustible y utilizar el jugo para producir alcohol, lo que le aporta valor agregado al cultivo de este tipo de caña.

Según Cholula *et al.* (2020), a partir de la obtención de cultivares adaptados a suelos marginales o degradados, se pueden extender los beneficios de los cultivos energéticos, por su aprovechamiento del agua disponible y alto rendimiento bioenergético, sin comprometer el suelo para la producción de alimentos. Es por ello que debe evaluarse el cultivar 'C90-176' en diferentes condiciones agroecológicas y considerar la cosecha durante todo el año con uso multipropósito: obtención de bagazo para la generación eléctrica, obtención de jugo o mieles para alimento animal y la producción de alcohol.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Osmany de la Caridad Aday Díaz: Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito. Desarrolló y diseñó las

metodologías seguidas en la ejecución del experimento; participó en la creación de los modelos utilizados y en la escritura del manuscrito.

Enrique Gutiérrez Rodríguez: Supervisar y liderar la planificación y ejecución de las actividades de investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito. Contribuyó con la preparación del manuscrito publicado.

Rafael Rodríguez Fernández: Responsable de validar y verificar la replicación general de los experimentos y otros resultados obtenidos en la investigación. Evaluó y recopiló los datos obtenidos en las pruebas de los experimentos. Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo publicado, con una revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo.

BIBLIOGRAFIA

- CHILUWAL, A., SINGH, H. P., SAINJU, U., *et al.* 2018. Spacing effect on energy cane growth, physiology, and biomass yield. *Crop Science*, 58: 1371-1384.
- CHOLULA, U., DA SILVA, J. A., MARCONI, T., *et al.* 2020. Forecasting yield and lignocellulosic composition of energy cane using Unmanned Aerial Systems. *Agronomy*, 10: 718-732.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., *et al.* 2015. *Clasificación de los Suelos de Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícola, Ministerio de la Agricultura, Ciudad Habana, Cuba, 93 p.
- RUBIO, A. 2006. Estado del arte en la cogeneración de electricidad en la industria de la caña de azúcar. Primeros pasos hacia una industria sucroenergética. *Centro Azúcar*, 33 (2): 42-51.
- SAGASTUME, G. A., CABELLO, J. J., HUISINGH, D., *et al.* 2018. The current potential of low-carbon economy and biomass-based electricity in Cuba. The case of sugarcane, energy cane and marabu (*Dichrostachys cinerea*) as biomass sources. *Journal of Cleaner Production*, 172: 2108-2122.
- SUAREZ, J. A., LUENGO, C. A., FELFLI, F. F., *et al.* 2016. Thermochemical properties of Cuban biomass. *Energy Sources*, 22: 851-857.
- ZHAO, D., IREY, M., LA BORDE, C., *et al.* 2017. Identifying physiological and yield-related traits in sugarcane and energy cane. *Agronomy Journal*, 109: 927-937.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.