

## Evaluación de la sonda horizontal Azutecnia en el muestreo de caña de azúcar

### Evaluation of Azutecnia Horizontal Probe in Sugarcane Sampling



CU-ID: 2177/v31n3e09

✉ Yoel Betancourt Rodríguez<sup>1\*</sup>, ✉ Jorge Luis Ponce Salazar<sup>1</sup>, ✉ Yasiel Caballero Jiménez<sup>II</sup>,  
✉ Yoel José Moya Pentón<sup>1</sup>, ✉ José Ramón Gómez Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar-INICA Villa Clara. Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.

<sup>II</sup>Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

**RESUMEN:** Perfeccionar el pago de la caña de azúcar a los productores, de forma diferenciada, según la calidad de la materia prima demandó del diseño por la industria nacional de la Sonda Horizontal Toma Muestra AZUTECNIA, formando parte del Kit de equipos para esos fines. El objetivo de la investigación consistió en determinar el cumplimiento de la calidad del trabajo, los índices tecnológicos y de explotación de la Sonda en el muestreo de caña de azúcar a moler en el ingenio en la agroindustria azucarera cubana. La investigación se desarrolló en el laboratorio de la Empresa Agroindustrial Azucarera Panchito Gómez Toro de la provincia de Villa Clara. Se tomó en cuenta las normas y procedimientos de evaluación de máquinas agrícolas establecidos por el Instituto de Ingeniería Agrícola en Cuba. Los resultados mostraron que la calidad del trabajo fue satisfactoria, al cumplir con el peso de la muestra de 15 kg demandado por el laboratorio en caña cosechada con materias extrañas inferiores al 12%. El régimen de operación con los órganos de trabajo del equipo activos por un período corto influyó en la disminución marcada de la productividad de tiempo operativo, productivo y de explotación; así como de los coeficientes de explotación asociados a estos; sin embargo, no existen dificultad para garantizar las 16 muestras diarias establecidas. Mostró una adecuada fiabilidad, con un coeficiente de seguridad técnica superior al 70%, y gastos de combustible promedios en función del número de muestras y de su peso de 0,053 L/muestra y 0,004 L/kg respectivamente.

**Palabras clave:** muestreo de caña, pago por calidad, sonda toma muestra.

**ABSTRACT:** Improving the sugarcane payment to the sugarcane grower, in a differentiated way, according to the quality of the raw material, demanded the design by the national industry of the AZUTECNIA Horizontal Sampling Probe, as part of the kit of equipment for that purposes. The objective of the research was to determine the fulfillment of the quality of work and the technological and exploitation indices of the probe in the sampling of sugarcane to be ground in the mill under the conditions of the Cuban sugar agroindustry. The research was carried out in the laboratory of “Panchito Gómez Toro” Agro-Industrial Sugar Company, in Villa Clara Province. The standards and evaluation procedures for agricultural machines established by the Institute of Agricultural Engineering in Cuba were taken into account. The results showed that the quality of work was satisfactory, as it complied with the sample weight of 15 kg demanded by the laboratory in cane harvested with strange matter less than 12%. The operating system with the working organ active for a short period influenced the marked decrease in the productivity of operating, productive and exploitation time, as well as the exploitation coefficients associated with them; however, there is no difficulty in guaranteeing the established 16 daily samples. It showed adequate reliability, with a technical safety coefficient greater than 70%, and average fuel costs based on the number of samples and their weight of 0.053 L/sample and 0.004 L/kg, respectively.

**Keywords:** Sugarcane Sampling, Pay for Quality, Probe Sampler.

\*Autor para correspondencia, Yoel Betancourt Rodríguez,

e-mail: [yoel.betancourt@nauta.cu](mailto:yoel.betancourt@nauta.cu); [yoelbr15@gmail.com](mailto:yoelbr15@gmail.com)

Recibido: 13/08/2021

Aceptado: 24/06/2022

## INTRODUCCIÓN

El sistema de pago de la caña de azúcar a moler en el ingenio ha sido un tema de análisis con los productores del país desde hace varias décadas, para aumentar la calidad de la materia prima, la eficiencia agroindustrial y lograr justeza en el pago. En ese sentido, internacionalmente se han establecido métodos, procedimientos y equipamientos para realizar un sistema diferenciado de pago por calidad, mediante la toma de muestras y su procesamiento en el laboratorio (Estrada, 2012; Canales, 2014; Ocampo, 2015; Perdomo, 2015; Díaz, 2019; Santal, 2021; IRBI, 2022).

Tomando en consideración la necesidad imperiosa de comenzar la implementación de dicho sistema en Cuba, se adquirió en la actual Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Jesús Rabí, de la provincia de Matanzas, un kit de procedencia brasileña, conformados por Sonda Oblicua Estacionaria, Desfibradora de los tallos de caña y Prensa hidráulica. Posteriormente, se incorporó un kit similar en la EAA Panchito Gómez Toro de Villa Clara.

Según González (2020), desde que comenzó a aplicarse dicha estrategia de pago se logró mejor abastecimiento de caña a los centrales, además de disminuir el desfase por variedades, cepa y edad, lo que ha permitido cortar la caña en el momento que tiene más contenido azucarero.

En general, la implementación del sistema causó la satisfacción favorable de los productores, benefició la eficiencia agroindustrial y la estimulación a producir con mayor calidad (Flores *et al.*, 2016). Sin embargo, el alto costo de los equipos en el mercado internacional condujo a la búsqueda de alternativas basadas en el diseño de prototipos por la industria nacional adecuado a las condiciones y recursos materiales disponibles.

Uno de los equipos lo constituyó la Sonda Toma Muestra, diseñada y fabricada en la División de Talleres “Enrique Villegas”, perteneciente a la empresa AZUTECNIA. La Sonda se acopla al tractor durante la zafra azucarera, y posteriormente al concluir la cosecha se puede incorporar a otras labores

agrícolas sin dificultad (Azutecnia, 2019). Su introducción se inició en la anteriormente nombrada Unidad Empresarial de Base Heriberto Duquezne con resultados satisfactorios (Machado, 2019).

La construcción o adquisición de nuevos y modernos equipos requiere de la validación para las condiciones de Cuba según las normas establecidas (Cruz y Vázquez, 2014; Herrera y González, 2015; Cruz, 2018; Minag-Cuba, 2018). En todo este proceso la concertación de los trabajos y de los resultados se realizan con el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), por ser el centro rector de esta actividad en el país.

La aplicación del Procedimiento para la Introducción de Tecnologías Agrícolas de Mecanización, Riego y Drenaje en Cuba, se enfoca a la obtención de los siguientes resultados: asegurar que las tecnologías cumplan con los requisitos técnicos y medioambientales antes de ser introducidas en la producción agrícola cubana, disponer oportunamente con la información técnica necesaria para la toma de decisiones en cuanto a la adquisición de tecnologías agrícolas, prever posibles afectaciones a lo interno de la economía nacional y prever en el proceso de importación la sostenibilidad de las tecnologías introducidas (Minag-Cuba, 2018).

El objetivo de la investigación fue determinar el cumplimiento de la calidad del trabajo, los índices tecnológicos y de explotación de la Sonda Horizontal AZUTECNIA en el muestreo de caña de azúcar para el Sistema de Pago por Calidad.

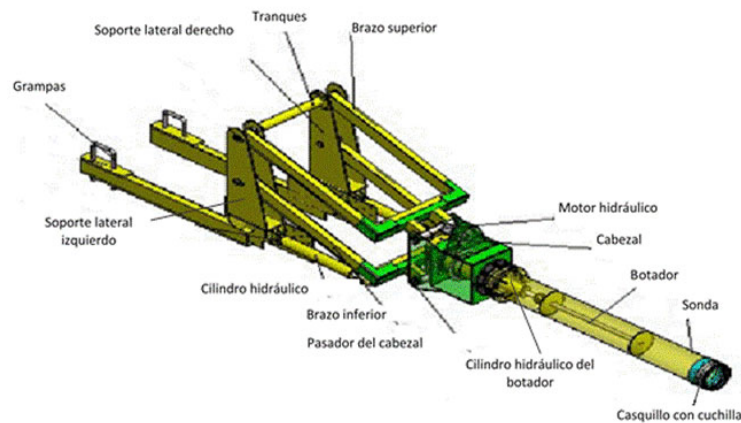
## MATERIALES Y MÉTODOS

La Sonda Toma Muestra AZUTECNIA se diseñó para acoplarse a los tractores ligeros con una potencia en el motor de 56 a 80 hp, especialmente de la marca Yumz-6 (Figura 1 a y b). Las partes y piezas que conforman la sonda se presentan en la Figura 2 (Azutecnia, 2019).

La investigación se realizó en la EAA Panchito Gómez Toro. La caracterización de las condiciones de investigación siguió lo establecido en el Procedimiento Normativo Operacional PG-



FIGURA 1. Sonda Toma muestra (a) y cesto (b) acoplados al tractor YUM-6.



**FIGURA 2.** Partes principales de la sonda toma muestra sin incluir el cesto. Fuente: [Azutechnia \(2019\)](#).

[CA-042 \(2013\)](#) y se determinaron los siguientes parámetros:

- Longitud y diámetro de los trozos de caña (mm). Se empleó una cinta métrica de 5 m con nivel de apreciación 1mm y un pie de rey de 0,1 mm de apreciación, respectivamente.
- Materias extrañas (ME) (%). Se determinó mediante la separación de los tallos de caña de las hojas, cogollo, tierra, piedras, palos entre otros en las muestras obtenidas con la sonda. El resultado se expresó en porcentaje del peso de los tallos respecto al peso total de la muestra.

La determinación de la calidad del trabajo consideró los siguientes parámetros:

1. Masa de la muestra liberada por el botador (kg): Es la masa desplazada por el botador y colectada en la vasija sin la acción manual del obrero auxiliar.
2. Masa de la muestra quedada en el interior de la sonda (kg): Masa del material quedado en el interior de la sonda y retirado manualmente por el obrero auxiliar.
3. Masa total de la muestra (kg): Suma de las masas de la muestra liberada por el botador y la recogida manualmente.
4. Masa de la caña derramada (kg): Es la masa de la caña caída del medio de transporte por la entrada o salida de la sonda, o la derramada desde el interior de la sonda.

En todos los casos se utilizó para la determinación de la masa de las muestras una balanza digital de apreciación 1 g.

A partir del efecto del contenido de materias extrañas sobre la masa de la muestra tomada por la sonda, se determinó la influencia del sistema cosecha-transporte sobre la masa de la muestra de tallos de caña tomada por la Sonda Toma Muestra Horizontal. Se evaluó el sistema compuesto por la cosechadora

CASE serie A8800 y el transporte con Sinotruck (20t) y remolques de 20t, respecto al de la combinada KTP 2M y el Zil 130 (6 t) con remolques de 6 t.

Los índices de explotación se evaluaron según lo establecido en el Procedimiento Normativo Operacional [PG-CA-043 \(2013\)](#). Para una profundidad de penetración de 1,30 m y una velocidad de rotación de 155,00 rpm en la sonda se determinaron los siguientes indicadores:

1. Tiempo en la toma de la muestra (s). Mediante un cronómetro digital de apreciación 1s se determinó el tiempo en las operaciones de la jornada de trabajo.
2. Índices de productividad (kg/min): Productividad en el tiempo limpio, operativo, productivo y de explotación. Además, los coeficientes de explotación de mantenimiento técnico, de seguridad técnica, de utilización del tiempo productivo y de utilización del tiempo de explotación.
3. Determinación del gasto de combustible. La medición se realizó con un Flujómetro, de apreciación 1 mL. No incluyó el requerido para el traslado del equipo del parqueo hacia el área de trabajo o viceversa, sin embargo, sí tuvo en cuenta el del movimiento del área de parqueo hasta ubicarse en el medio de transporte de caña. Se determinó el gasto de combustible en función del número de muestras (L/muestra) y del peso de la muestra (L/kg).

El tamaño de la muestra de las variables en estudio y los datos obtenidos en las diferentes investigaciones se procesó automáticamente empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS plus 5.1. Se utilizó la prueba t-Students para muestra independiente como criterio para estimar las diferencias entre las medias de las muestras, a un 95% de probabilidad, en la determinación del peso de la muestra en función del equipamiento cosecha-transporte utilizado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de la caña cosechada mostró que el diámetro del trozo se corresponde con los valores reportado por Mesa *et al.* (2016) para las variedades de Cuba, con una media de 24 mm (Tabla 1). El largo promedio de 163 mm se encuentra en relación con las dimensiones reportadas por Placeres (2015) en la cosecha mecanizada para tiro directo al basculador del central.

La evaluación de la calidad del trabajo mostró un promedio de la masa de la muestra inferior en 1,31 kg a lo recomendado para procesar en el laboratorio (15 kg) (Tabla 2), según Instrucción No. 3 del Central Azucarero “Panchito Gómez Toro” (2019), lo que estuvo asociado al alto porcentaje de materias extrañas (15%) y al medio de cosecha utilizado.

La masa de la muestra quedada en la sonda, después de descargado el material, representó el 12% del valor total de la muestra, debido a que el recorrido del botador no llegó al extremo de la sonda, permaneciendo retirado 15 cm respecto a la punta de la cuchilla (Figura 3a). La caña quedada dentro del tubo se extrajo manualmente (Figura 3b).

La evaluación del efecto de los equipos de cosecha-transporte en la calidad del trabajo de la sonda mostró diferencias significativas en 7,23 kg en la variante con CASE 8800 y Sinotruck (20 t) con Remolque de 20 t respecto a la KTP 2M y el ZIL130 (6 t) con el Remolque 6 t, al nivel de confianza del 95% (Tabla 3). Las materias extrañas obtenidas en las cosechadoras CASE se encontraron entre 10 y 12% y en las KTP entre 15 y 20%.

TABLA 1. Caracterización del trozo de caña

Parámetro	Media*, mm	Desviación estándar, mm	Coefficiente de Variación, %
Diámetro	24,07	4,56	18,93
Largo	163,46	31,56	19,31

\*n=21

TABLA 2. Evaluación de los parámetros asociados a la toma de la muestra

Parámetro	Media*	Desviación estándar	Coefficiente de Variación, %
Masa de la muestra liberada por el botador, kg	12,09	4,61	38,09
Masa de la caña quedada en la sonda, kg	1,60	0,79	49,48
Masa total de la muestra, kg	13,69	4,81	35,08
Masa de la caña derramada, kg	5,11	2,41	47,26
Materias extrañas, %	15,07	5,29	35,09

\*n=21

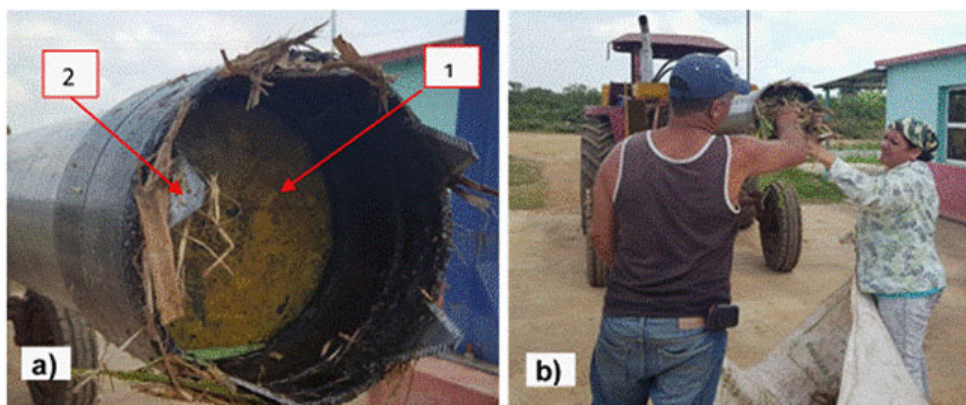


FIGURA 3. Posición del botador (1) respecto al extremo de las cuchillas (2) (a) y conclusión de la extracción de la caña de forma manual (b).

TABLA 3. Masa de la muestra en función del sistema cosecha transporte

Variante	Masa*, kg	Error estándar	Valor P
CASE 8800 y Sinotruck (20t)+Remolque (20t)	18,69a	±1,15	0,0011
KTP 2M y ZIL130(10t)+Remolque 10t	11,46b	±1,27	

\*n=7



**TABLA 4.** Indicadores de explotación de la Sonda

Parámetro	Valor
Productividad en el tiempo limpio, kg/minutos	15,15
Productividad en el tiempo operativo, kg/minutos	4,33
Productividad en el tiempo productivo, kg/minutos	3,10
Productividad en el tiempo de explotación, kg/minutos	2,21
Coefficiente de mantenimiento técnico	0,97
Coefficiente de seguridad técnica	0,74
Coefficiente de utilización del tiempo productivo	0,20
Coefficiente de utilización del tiempo de explotación	0,10

**TABLA 5.** Determinación del gasto de combustible

Parámetro	UM	Media*	Desviación estándar	Coefficiente de Variación, %
Gasto de combustible por muestra	L/muestra	0,053	0,019	35,951
Gasto combustible por peso de la muestra	L/kg	0,004	0,002	39,717

\*n=9

La cosecha de caña requehada y de retoños acamados influyó en el alto porcentaje de materias extrañas. Sin embargo, las particularidades del proceso tecnológico de las cosechadoras CASE que cortan la caña en trozos de menor tamaño, de conjunto con el empleo de extractores logran mayor eficiencia en la limpieza de la caña respecto a las cosechadoras KTP, coincidiendo con lo planteado por [Placeres \(2015\)](#).

Para las condiciones donde la caña cosechada cuenta con alto contenido de materias extrañas, superiores al 12% y no se satisfaga el peso establecido, se recomienda realizar varias muestras en el medio de transporte hasta completar la masa establecida.

La Sonda mostró una productividad en el tiempo limpio de 15,15 kg/minutos ([Tabla 4](#)). Sin embargo, el régimen de trabajo con los órganos del equipo activos por un período corto, respecto al total en que se toma la muestra, determinó que los restantes índices de productividad de tiempo operativo, productivo y de explotación sean muy inferiores respecto al del tiempo limpio, en 29, 21 y 15%, respectivamente. No obstante, en la práctica se estableció 16 muestras diarias por el [Grupo Empresarial AZCUBA \(2018\)](#), para lo cual la Sonda satisface sin dificultad la demanda para una jornada de trabajo.

El equipo logró un coeficiente de seguridad técnica superior al 70%. El problema fundamental se encontró en las roturas de las cuchillas del Casquillo, causado principalmente por el inadecuado dimensionamiento del orificio para tomar la muestra en el medio de transporte, por lo que se considera ajena a la máquina. No obstante, se debe señalar que no se contaba con repuestos para el remplazo del casquillo a pesar de ser un componente de rápido desgaste. Otro problema de menor incidencia fueron los salideros en las mangueras del sistema hidráulico. En general se considera que la Sonda Toma Muestra presentó una adecuada fiabilidad. Por otra parte, los coeficientes de

utilización del tiempo productivo y del tiempo de explotación son bajos como resultado del propio régimen de trabajo del equipo explicado anteriormente.

Los gastos de combustible en función del número y peso de la muestra son bajos ([Tabla 5](#)), con promedio de 0,053 L/muestra y 0,004 L/kg, respectivamente; lo cual se debió al régimen discontinuo y de corto tiempo de operación con el motor funcionando en la toma de la muestra.

En sentido general, el empleo de la Sonda Horizontal en la Agroindustria Azucarera de otros países como: Guatemala, Costa Rica y Brasil ha brindado igualmente resultados satisfactorios en el muestreo de caña de azúcar para evaluar la calidad de la materia prima que va a la industria de forma diferenciada por productor ([Estrada, 2012](#); [Canales, 2014](#); [IRBI, 2022](#)).

## CONCLUSIONES

La evaluación de la Sonda Horizontal AZUTECNIA en el muestreo de caña de azúcar para el Sistema de Pago por Calidad mostró:

- Calidad del trabajo satisfactoria, al cumplir con los 15 kg para los análisis en los laboratorios en caña cosechada con materias extrañas inferiores al 12%.
- Productividad en el tiempo limpio de 15 kg/minutos, cumpliendo satisfactoriamente las 16 muestras diarias establecidas para el laboratorio.
- Disminución de la productividad de tiempo operativo, productivo y de explotación respecto a la de tiempo limpio en 29, 21 y 15%, respectivamente; así como de los coeficientes de explotación asociados a estos debido al régimen de operación con los órganos de trabajo activos por un período corto.

- Coeficiente de seguridad técnica superior al 70%, lo cual mostró una adecuada fiabilidad; siendo necesario poner a disposición del cliente repuestos como el Casquillo con Cuchillas.
- Gastos de combustible promedios en función del número de muestras tomadas y de su peso de 0,053 L/muestra y 0,004 L/kg, respectivamente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZUTECNIA: *Manual Técnico de Explotación de la Sonda Toma Muestra*, Inst. AZUTECNIA-División de Talleres “Enrique Villegas”, Informe técnico, Villa Clara, Cuba, 6 p., 2019.
- BETANCOURT, Y.; PONCE, J.L.; GUILLÉN, S.; GONZÁLEZ, J.C.; GÓMEZ, J.R.: “Parámetros agronómicos de la plantadora de caña de azúcar AZT 6000 en suelos arcillosos pesados”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(4): 36-41., 2019, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- CANALES, M.C.: *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM para el departamento de patio de caña*, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Electromecánica. Central Azucarera Tempisque S.A. (Catsa), Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial, Grado Licenciatura, Cartago, Costa Rica, 192 p., publisher: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014.
- CENTRAL AZUCARERO “PANCHITO GÓMEZ TORO”.: *Realización de los análisis de Laboratorio a la Materia Prima Caña. Versión: 001.19*, Inst. UEB Central Azucarero “Panchito Gómez Toro”, Instrucción 3, Villa Clara, Cuba, Fecha de Aprobación: 26/12/2018, 2019.
- CRUZ, S.M.: “Procedimiento para la introducción de tecnologías agrícolas de mecanización, riego y drenaje en Cuba”, En: *Convención Internacional de Ingeniería Agrícola 2018*, Ed. IAgriC, Varadero, Matanzas, Cuba, p. 13, 2018, ISBN: 978-959-285-061-3.
- CRUZ, S.M.; VÁZQUEZ, D.O.: “Procedimiento para la introducción de nuevas tecnologías agrícolas mecanizadas en Cuba”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 39-43, 2014, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DÍAZ, L.R.: *Propuesta de un plan de mantenimiento para la disponibilidad del core sampler en un ingenio azucarero, utilizando el diagrama de ishikawa para elevar la confiabilidad del sistema de muestreo, [en línea]*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Trabajo de graduación para optar por el título de Maestro en Artes en Gestion Industrial, Escuintla, Guatemala, 2019, Disponible en: <https://www.Repositorio.usac.edu.gt/12352/1/Luis%2520Rodolfo%2520D%25C3%25Adaz%2520Jim%25C3%25A9nez.pdf>, [Consulta: 13 de febrero de 2022].
- ESTRADA, M.O.: *Comparación de cinco métodos analíticos para determinar la calidad de la caña de azúcar, [en línea]*, Trabajo de graduación para optar por el título de Ingeniero Químico, Trabajo de graduación para optar por el título de Ingeniero Químico, Guatemala, 172 p., 2012, Disponible en: [https://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1253\\_Q.pdf](https://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1253_Q.pdf), [Consulta: 12 de enero de 2022].
- FLORES, M.A.; PALLI, L.R.; HERNÁNDEZ, F.: *Diseño de equipamiento para muestreo de la caña para el pago por su calidad, [en línea]*, Atamexico, 2016, Disponible en: <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/3-ADMINIS-TRACI%C3%93N-2016.pdf>, [Consulta: 11 de mayo de 2021].
- GONZÁLEZ, L.J.: “Pago de la caña por su calidad con notables beneficios en Villa Clara”, *Agencia Cubana de Noticias*, 22 de marzo de 2020, Disponible en: <http://www.acn.cu/economia/62373-pago-de-la-caña-por-su-calidad-con-notables-beneficios-en-villa-clara>, [Consulta: 11 de mayo de 2021].
- GRUPO EMPRESARIAL AZCUBA: *Resolución 202/2018. Procedimiento para la aplicación de las “instrucciones metodológicas para el control y aplicación del sistema de precios de la caña por su calidad (SPCC)”*, Inst. Grupo Empresarial AZCUBA, Resolución ministerial, La Habana, Cuba, 18 p., 2018.
- HERRERA, P.J.; GONZÁLEZ, R.F.: “Estudio de las necesidades de agua de los cultivos, una demanda permanente, un nuevo enfoque”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(1): 52-57, 2015, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- IRBI: *Sonda Oblicua IRBI Modelo FB06, [en línea]*, IRBI, 2022, Disponible en: <https://www.irbi.com.br/br/noticias/sonda-oblicua-irbi-modelo-fb06>, [Consulta: 10 de enero de 2022].
- LÓPEZ, B.E.; SAUCEDO, L.E.R.; GONZÁLEZ, C.O.; HERRERA, S.M.; BETANCOURT, R.Y.: “Efectos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar sobre el suelo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(1): 5-12, 2022, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MACHADO, O.L.: “Análisis de la caña y su calidad”, *Vanguardia*, 2019, ISSN: 0864-098X, e-ISSN:1607-5900, Disponible en: <http://www.vanguardia.cu/villa-clara/15675-analisis-de-la-caña-y-su-calidad>, [Consulta: 10 de julio de 2021].
- MATOS, N.; IGLESIAS, C.; GARCÍA, E.: “Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha - transporte - recepción de la caña de

- azúcar en la Empresa Azucarera Argentina”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(2): 27-33, 2014, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MESA, J.M.; ACOSTA, R.M.; RODRÍGUEZ, M.; HERNÁNDEZ, G.A.; JIMÉNEZ, A.L.; GARCÍA, H.: “XXIV Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal”, *Revista Cuba & Caña*, Suplemento especial: 50, Publicado en La Habana, Cuba, 2016, ISSN: 1028-6527.
- MINAG-CUBA: *Procedimiento para la introducción de tecnologías agrícolas de mecanización, riego y drenaje en Cuba*, Inst. Ministerio de la Agricultura, Cuba, 13 p., Vigente hasta el 2022, 2018.
- OCAMPO, B.J.E.: *Diseño de un equipo para medición de fibra de caña, [en línea]*, Universidad del Valle, Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, Santiago de Cali, Colombia, 92 p., publisher: Universidad del Valle, 2015, *Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/16466/0527918.pdf>*, [Consulta: 10 de enero de 2022].
- PERDOMO, T.M.E.: *Diseño de un sistema automático para muestreos de caña, [en línea]*, Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Trabajo de grado presentado para optar por el título de Ingeniero Mecánico, Santiago de Cali, Colombia, 90 p., publisher: Universidad del Valle, 2015, *Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/16558/0529022.pdf>*, [Consulta: 11 de enero de 2022].
- PG-CA-042: *Sistema de gestión de la calidad. Pruebas de maquinaria agrícola. Determinación de las condiciones de ensayo*, Inst. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana, Cuba, 10 p., 2013.
- PG-CA-043: *Sistema de gestión de la calidad. Pruebas de maquinaria agrícola. Evaluación tecnológica y de explotación*, Inst. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Norma cubana, La Habana, Cuba, 13 p., 2013.
- PLACERES, Y.: “Evaluación de los índices tecnológicos-explotativos y económicos de la cosechadora cañera Case ih Austoft a 8000 en la UEB Perucho Figueredo”, 2015.
- SANTAL: *Equipos Agrícolas para la caña de azúcar, [en línea]*, Slidetodoc.com, 2021, *Disponible en: <http://slidetodoc.com/equipos-agricolas-para-la-caa-de-azucar-sulcador/>*, [Consulta: 20 de julio de 2021].

Yoel Betancourt Rodríguez, Dr., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar-INICA Villa Clara. Autopista nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara. Profesor Titular adjunto a la UCLV, Cuba.

e-mail: [yoel.betancourt@nauta.cu](mailto:yoel.betancourt@nauta.cu); [yoelbr15@gmail.com](mailto:yoelbr15@gmail.com)

Jorge Luis Ponce Salazar, Ingeniero Agropecuario, Especialista. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA Villa Clara, Cuba. E-mail: [jorge.ponce@inicavc.azcuba.cu](mailto:jorge.ponce@inicavc.azcuba.cu)

Yasiel Caballero Jiménez, Ingeniero Agrícola. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.

e-mail: [yasielc16@gmail.com](mailto:yasielc16@gmail.com)

Yoel José Moya Pentón, Técnico en Mecanización Agrícola. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA Villa Clara, Cuba, e-mail: [yoeljmp00@gmail.com](mailto:yoeljmp00@gmail.com)

José Ramón Gómez Pérez, Ingeniero Agrónomo, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA Villa Clara, Cuba. e-mail: [joseramon.gomez@inicavc.azcuba.cu](mailto:joseramon.gomez@inicavc.azcuba.cu)

**AUTHOR CONTRIBUTIONS: Conceptualization:** Y. Betancourt. **Data curation:** Y. Betancourt, J. L. Ponce. **Formal analysis:** Y. Betancourt, J. L. Ponce, J. R. Gómez, **Investigation:** Y. Betancourt, J. L. Ponce, J. R. Gómez, Y. Caballero, Y. Moya. **Methodology:** Y. Betancourt, J. L. Ponce. **Supervision:** Y. Betancourt. **Validation:** Y. Betancourt, J. L. Ponce, J. R. Gómez, Y. Caballero, Y. Moya. **Roles/Writing, original draft:** Y. Betancourt. **Writing, review & editing:** J. L. Ponce, J. R. Gómez.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.