



<https://eqrcode.co/a/dshNWB>

REVISIÓN

Cosecha de caña de azúcar en suelos arcillosos pesados con alta humedad

Sugarcane Harvesting in High Moisture Soil

MSc. Rigoberto Martínez-Ramírez^{*}, Dr.C. Miguel Rodríguez-Orozco^{II}, Dr.C. Yoel Betancourt-Rodríguez^I,
Dr.C. Omar González-Cueto^{II}, Ing. Sergio Guillén-Sosa^I, Dr.C. Luciano Vidal-Díaz^I

^IInstituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II}Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas (UCLV), Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN. En Cuba la cosecha de la caña de azúcar tiene lugar en la temporada donde ocurren escasas lluvias; no obstante, en ocasiones se producen determinados volúmenes de precipitaciones que obligan a detener la recolección como consecuencia de la incapacidad de las cosechadoras y medios de transporte, sobre neumáticos, para traficar en suelos con alta humedad; como ocurre en los de mal drenaje, que ocupan el 25% del área cultivada. El presente trabajo tiene por objetivo actualizar sobre los sistemas de cosecha en condiciones de alta humedad de los suelos en diversos países productores de caña de azúcar; para lo cual se consultaron diversos materiales bibliográficos, tales como artículos de revistas, trabajos de diploma, tesis de maestría y doctorado. La literatura consultada permitió conocer que el problema de la cosecha de la caña de azúcar, en condiciones de alta humedad de los suelos, existe en la mayoría de los países productores de caña de azúcar con un alto nivel de mecanización; para lo cual existen diversas soluciones técnicas y tecnológicas.

Palabras clave: Suelo de mal drenaje, cosechadora, transporte intermedio.

ABSTRACT. In Cuba, the sugarcane harvest takes place in the season where there is little rainfall; however sometimes, certain volumes of precipitation occur, which oblige to stop the collection, as a result of the inability of the harvesters and means of transport, on tires, to traffic in conditions of high soil moisture; as in those with poor drainage, which occupy 25% of the cultivated area. For this reason, this work aims to update the harvesting systems in conditions of high soil moisture in various sugarcane producing countries. For this, various bibliographic materials were consulted, such as magazine articles, diploma papers, master's and doctoral thesis. The review carried out showed that the problem of harvesting sugarcane, in conditions of high soil moisture, exists in most of the sugarcane producing countries with a high level of mechanization, for which there are various technical and technological solutions.

Keywords: Bad drainage soil, harvest machine, intermediate transportation.

INTRODUCCIÓN

En Cuba la cosecha de caña de azúcar tiene lugar en la temporada donde ocurren coincidentemente bajas temperaturas y escasas lluvias; no obstante, en este período, asociadas principalmente a los frentes fríos, se producen determinados volúmenes de precipitaciones que obligan en ocasiones a detener la recolección, entre otros efectos negativos, como consecuencia de la incapacidad de las cosechadoras y medios de transporte, sobre neumáticos, para traficar en condiciones de alta humedad de los suelos; principalmente en los de textura arcillosa, pesados y de mal drenaje, que ocupan el 25% del área cultivada con caña de azúcar.

Cuba es uno de los países con más alto nivel de mecanización en la cosecha cañera, en la que emplea miles de máquinas de proceso completo y variados medios para el transporte. En años recientes se introdujo el sistema de corte mecanizado con corta cogollo y trabordo de caña, para descarga directa al basculador, con el empleo de semirremolques autobasculantes tirados por tractor, como transporte intermedio, y camiones con remolques para el tiro hacia el basculador. Sin embargo, este sistema, al igual que el anterior, está integrado por máquinas con sistemas de rodaje provistos de neumáticos, lo que constituye una seria limitación para la cosecha en suelos arcillosos, pesados, con alta humedad.

*Autor para correspondencia: Rigoberto Martínez-Ramírez, e-mail: rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7752-8693>

Recibido: 15/12/2020.

Aprobado: 23/07/2021.

En Cuba el término cosecha en alta humedad se refiere a la cosecha que se realiza cuando la humedad de los suelos rebasa el 47% (bss). Este valor fue determinado por Rodríguez (1999), para los suelos de la costa norte de Villa Clara, donde predominan los Vertisoles y Gleysoles, caracterizados por su textura arcillosa pesada, deficiente drenaje externo e interno, alta capacidad de campo y baja velocidad de infiltración (Hernández et al., 1999, 2015). Para otros suelos este valor no ha sido identificado en las condiciones de Cuba.

Con el fin de disminuir la incapacidad del sistema actual de cosecha en tales condiciones, y satisfacer las exigencias de un grupo relativamente grande de productores, es necesario emprender acciones dirigidas a la modificación de este sistema. Por esta razón el presente trabajo tiene por objetivo recopilar información sobre los sistemas de cosecha mecanizada empleados en diversos países productores de caña de azúcar, en los suelos arcillosos pesados en condiciones de alta humedad.

DESARROLLO DEL TEMA

Australia

En Australia existen varias zonas cañeras en las que se cosecha la caña en condiciones de alta humedad (Figura 1), entre las que se destaca la de Tully, donde en 1973 quedaron en los campos por moler 750 000 t de caña por existir condiciones de alta humedad para el trabajo de las máquinas (BSES, 1990; Actca, 1997).

Esto conllevó a que se comenzaran trabajos encaminados a elevar la capacidad de paso de las cosechadoras, mediante el montaje de sistemas de rodaje de semiorugas y orugas, los que posteriormente se perfeccionaron dando lugar a la aparición de cosechadoras integrales (Figura 2) de baja presión específica sobre el suelo (49,68 kPa) (Vallance, 1974; Toft, 1983; Austoft Case IH, 1996b, 1996a).

El desarrollo del transporte para trabajar en condiciones de alta humedad comenzó a la par que el de las cosechadoras. En 1971 se introdujeron los transportes autobasculantes intermedios con neumáticos convencionales, lo que causó graves daños en el campo BSES (1990); luego, entre 1974 y 1976, se introdujeron transportes intermedios con cuatro neumáticos de alta flotación, con capacidad de carga entre 4 y 12 t, tirados por tractores 4x4 de alta potencia, con excelentes resultados, y en los años 80, se desarrollaron varios tipos de remolques intermedios, con mejoras en el sistema de volteo hidráulico y de rodaje, y diferentes capacidades de carga, para agregarlo con diferentes tractores (Toft, 1983; Dick, 1987; BSES, 1990).

También se trabajó con autopropulsados sobre orugas, con 6 t de capacidad de carga y una presión específica media sobre el suelo de 51 kPa (Figura 3). Posteriormente la línea de remolques continuó su perfeccionamiento, dirigido al mejoramiento de la trafabilidad, la reducción del peso propio, el incremento de la capacidad de carga y el aumento de la maniobrabilidad entre otros aspectos (Rodríguez, 1999).



FIGURA 1. Cosecha en suelos con alta humedad en Australia (Rodríguez, 1999).



FIGURA 2. Cosechadora empleada en Australia para suelos con alta humedad (Rodríguez, 1999).

También se comenzó a usar como forma de transbordo la autodescarga, con ayuda de transportadores en el fondo y los laterales de las cajas, lo que disminuye las pérdidas por derramamiento y elimina la exigencia de que su capacidad de carga tiene ser múltiplo de la del equipo de tiro (Rodríguez, 1999).



FIGURA 3. Transportes autobasculantes intermedios empleados en Australia para condiciones de alta humedad (Rodríguez, 1999).

Estados Unidos de América

En este país la caña de azúcar se produce en cuatro estados: Florida, Louisiana, Texas y Hawái; de los que los dos primeros representan más del 90% del área total de caña. En los estados de Florida, Louisiana y Hawái la cosecha se realiza en condiciones de alta humedad de los suelos, sobre todo en los dos últimos en los que es una condición permanente (Rodríguez, 1999 y Zafranet, 2012).

Para la cosecha en condiciones de alta humedad se diseñaron máquinas de alta capacidad de procesamiento, montadas sobre orugas (Santisteban, 1985) y remolques con neumáticos de alta flotación, los que se tiraban dentro del campo con ayuda de tractores con orugas y fuera de este con cuñas tractoras de carretera. También se ensayaron remolques sobre orugas, con presiones sobre el suelo de 40 kPa y capacidad de carga de 8 t, diseñados para sacar la caña hacia las orillas (Lage, 1973a, 1973c, 1973d, 1973b, 1974 y Del Toro, 1985).

En Louisiana se dedican al cultivo de la caña de azúcar zonas pantanosas del delta del río Mississippi, drenadas artificialmente, las que se cosechan en otoño, período muy lluvioso por la entrada de los frentes fríos. Por esta razón, la cosecha en

alta humedad se asume como un problema permanente, que ha dado lugar a un sistema de cosecha mecanizado propio; caracterizado por el uso de máquinas sencillas, que realizan menos operaciones tecnológicas, con menos peso que las usadas en condiciones normales de cosecha (Zafranet, 2012).

Para asegurar el trabajo en estas condiciones se introdujeron cosechadoras integrales autopropulsadas, tanto sobre neumáticos extraanchos como sobre orugas, con presiones sobre el suelo en el orden de los 77.5 kPa con neumáticos y mucho menores con orugas, como las CAMECO CHT 2500, CAMECO CHT 2000 y posteriormente la TIGER, sobre neumáticos de alta flotación (Figura 4) (John Deere, 1977; Torres, 1980; Meking, 1991; Reeser y Browh, 1992; Caterpillar, 1993, 1994; Olea, 1993; Olea *et al.*, 1993a, 1993b) (Broussard, 1991 a y b; Cameco, 1991, 1996 y 1998; Thompson, 1998)

El sistema de transporte se basa en la utilización del remolque intermedio autobasculante, con capacidad de carga entre 5 y 12 t, sobre dos o cuatro neumáticos de alta flotación, con una presión específica sobre el suelo de 68 kPa, tirados por tractores 4x4, de 120-135 kW (John Deere, 1977; Torres, 1980; Meking, 1991; Reeser y Browh, 1992; Caterpillar, 1993, 1994; Olea, 1993; Olea *et al.*, 1993a, 1993b).



FIGURA 4. Equipos empleados en los EUA para la cosecha y el transporte intermedio de la caña de azúcar en condiciones de alta humedad (Rodríguez, 1999).

La Florida es parecida a Louisiana en cuanto al clima, con suelos con problemas de drenaje no tan acentuados, pero con zonas cañeras muy pantanosas como Los Everglades. Para la cosecha en suelos con alta humedad los primeros modelos de CLAAS utilizaban semiorugas de acero, mientras que los posteriores semiesteras y esteras con bandas de goma o metal, con las que reducen los daños al suelo y aumentan aún más la capacidad de paso de la máquina (Meking, 1991; Reeser y Browh, 1992; Olea, 1993; Olea *et al.*, 1993b, 1993a, 1993a; Paneque *et al.*, 2018) 30 años de historia”, “container-title”: “Avance Agroindustrial (Argentina.

Brasil

En Brasil, ocasionalmente, se originan condiciones para la ejecución de la cosecha en condiciones de alta humedad de los suelos. En 2015, las intensas lluvias de la primera quincena de septiembre perjudicaron la cosecha de caña de azúcar en la región centro-sur (Unica, 2015; -citado por Globedia (2015 y Yahoo Finanzas (2016), con una disminución de la calidad de la caña y

retraso en la cosecha de caña, al impedir la entrada a los campos de las máquinas recolectoras, lo que derivó en que las fábricas no tuvieran toda la materia prima disponible para tratar. Para estas condiciones emplean máquinas cosechadoras de esteras y tractores y semirremolques con neumáticos de alta flotación (Figura 5).



FIGURA 5. Medios de cosecha y transporte intermedio empleados para condiciones de cosecha con alta humedad de los suelos.

Argentina



FIGURA 6. Sistema para transformar la cosechadora con neumáticos en semi-oruga.

Las condiciones de exceso de humedad al inicio y fin de la zafra en la zona de Tucumán, la más importante del país, provocan inconvenientes que derivan en demoras para iniciar la cosecha y en interrupciones de la misma al final de zafra. Con el fin de atenuar esta situación se encuentra disponible un novedoso sistema que permite transformar la cosechadora integral con neumáticos convencionales en una semi-oruga (Figura 6). Este sistema se monta en el lugar correspondiente a la rueda trasera de la cosechadora, en el mismo campo, en aproximadamente dos horas. Esto constituye una alternativa valiosa que permite realizar la cosecha en las condiciones de humedad excesiva que frecuentemente se presentan en los meses de inicio y fin de zafra en Tucumán (Romero *et al.*, 2009).

Colombia



FIGURA 7. Cosechadora Integral CAMECO 3500 empleada en Colombia (Tecnicaña, 2007).

Los estudios para la introducción de la cosecha mecanizada en este país mostraron el limitado funcionamiento de los equipos en épocas de lluvias, cuando las precipitaciones de

lluvia son superiores a 20 mm; por lo que se recomendó programar la cosecha para la época de escasa precipitación. Con el incremento de la cosecha mecanizada integral se introdujeron cosechadoras integrales CAMECO 3500, con sistema de rodaje de esteras, propicias para el corte en suelos con alta humedad (Figura 7) (Tecnicaña, 2007 y Galvis, 2010).

Cuba

Los problemas relacionados con la cosecha en suelos con alta humedad se reportan en Cuba desde principios del siglo XIX. Aunque la cosecha y el alza manual poco se afectaban con esta situación, el transporte resultaba seriamente afectado (Rodríguez, 1999).

Por esta razón se extendió el uso de carretas de tracción animal, con capacidad de carga de aproximadamente 2 t y rodaje constituido por dos ruedas de madera de gran diámetro y estrechas, con banda de rodaje forrada por un anillo de hierro conocido por “zuncho”, con las que se elevaba el despeje, facilitando el cruce de las zanjas y los lugares bajos, se disminuía la resistencia al tiro de la carreta y se reducían los daños a la plantación por la estrechez de la huella dejada (Rodríguez *et al.*, 2003).

A finales de la década del 30 se introdujeron los remolques sobre orugas CATERPILLAR (Figura 8), las que transportaban aproximadamente 4 t de caña y se tiraban con tractores de estera o con 3 ó 4 yuntas de bueyes en dependencia de las condiciones de humedad del terreno. Se conoce de centrales en la costa norte de Villa Clara con más de 120 carretas de este tipo. Una situación muy parecida se mantuvo en las décadas del 40 y 50 (Rodríguez *et al.*, 2003).



FIGURA 8. Sistema de rodaje de una carreta CATERPILLAR (Rodríguez, 1999).

A mediados de la década del 60, se produjo una progresiva introducción de cosechadoras, camiones, carretas y tractores en el tiro, mayoritariamente de neumáticos en su sistema de rodaje, la que se incrementó con el desarrollo posterior de la mecanización de la cosecha cañera en Cuba. Sin embargo, el uso de estos equipos, no concebidos para el trabajo en condiciones de alta humedad, hizo que la realización de las zafras durante la temporada lluviosa se convirtiera en un grave problema, al paralizarla por largos períodos de tiempo (Rodríguez *et al.*, 2003).

Por esta razón, desde finales de la década de los 60, se desarrollaron diversos estudios encaminados a brindar solución a

este problema, principalmente en la zona Norte de Villa Clara, los que contemplaron la evaluación de diferentes modelos de cosechadoras (KTP-2, KTP-23, TOFT-6000, CLAAS CC 2000, CCA-3), tanto con neumáticos como con semiesteras; varios modelos de tractores de 14 kN y 30 kN, y de remolques con los que se ensayaron las variantes remolque autobasculante sobre esteras de hierro, remolque autobasculante CC-M6 con doble puente trasero con neumáticos 14-20 y la evaluación de dos maquetas de un equipo autopropulsado autobasculante sobre semiesteras (Rodríguez *et al.*, 2003).

Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto la necesidad de utilizar cosechadoras con un sistema de rodaje de semiesteras o esteras, con los que se logran menores presiones específicas sobre el suelo, y el uso de un ancho de vías en los puentes que respete una franja de seguridad mínima de 400 mm a ambos lados de la cepa. Estas modificaciones permiten elevar su capacidad de paso hasta un 70% de humedad en los suelos, con grandes ventajas desde el punto de vista económico y técnico (Rodríguez, 1999).

Los estudios realizados también mostraron que ninguno de los tractores y remolques evaluados podía ser utilizados en la cosecha con alta humedad, debido a las altas presiones específicas que ejercen sobre el suelo, que provocan una alta resistencia

a la tracción. Se recomendó la necesidad de concluir los trabajos de desarrollo del transporte intermedio, destinado a trabajar en suelos con condiciones de alta humedad (Rodríguez, 1999).

En 2015, se introdujeron más de medio centenar de cosechadoras CASE-IH, procedentes de Brasil, del modelo 8800, de orugas o esteras, con alta capacidad para enfrentar elevados niveles de producción (López y Herrero, 2018), así como medios de transporte intermedio con sistemas de rodaje de alta flotación (Figura 9) (Soler *et al.*, 2013).

Ello condujo a la elaboración de un proyecto de investigación, realizado de manera conjunta entre el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y La Universidad Central de Las Villas “Martha Abreu” (UCLV), dirigido a evaluar este complejo tecnológico cosecha-transporte en condiciones de alta humedad de los suelos.

Entre sus resultados principales se encuentran la elaboración de los “Fundamentos técnicos para la implementación de un complejo tecnológico cosecha-transporte de la caña de azúcar, en condiciones de alta humedad de los suelos” Betancourt *et al.* (2016), la evaluación de las exigencias agrotécnicas, de traficabilidad y pasamiento de la CASE IH 8800 y la evaluación agrotécnica del semirremolque autobasculante de fabricación cubana (Betancourt *et al.*, 2017).



FIGURA 9. Cosechadora CASE IH 8800 y autobasculante con tractor Maxxum CASE IH 150.

En los fundamentos técnicos Betancourt *et al.* (2016) definieron, entre otros elementos, el área susceptible a la condición de alta humedad de los suelos en la cosecha, las principales exigencias agrotécnicas, de traficabilidad y tecnológicas del equipamiento del complejo tecnológico cosecha-transporte, así como las variantes técnicas, el equipamiento a introducir y el sistema de trabajo para la correcta explotación del mismo. Respecto a las áreas plantadas de caña encontraron que estas abarcan 117 244,5 ha, con una producción de caña aproximada de más de 5 millones de toneladas; agrupadas administrativamente en 20 Unidades Empresariales de Base, de 11 Empresas Azucareras; ubicadas en zonas de llanuras depresionales o costeras principalmente en el Valle del Cauto, costa sur de Camagüey, costa norte de Villa Clara y llanura sur de las provincias Mayabeque y Artemisa.

Los resultados obtenidos por (Martínez *et al.*, 2017), de las evaluaciones de las exigencias agrotécnicas, de traficabilidad y pasamiento realizadas a la CASE IH 8800, con 60,8% de humedad; mostraron que la compactación ocasionada, en el centro del camellón, fue de poca magnitud ($0,98 \text{ g/cm}^3$), muy distante de la considerada como crítica para el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar. El desplazamiento por el campo fue satisfactorio, sin atascamientos ni deformaciones del perfil del suelo, ni daños mecánicos al plantón por aplastamiento o deficiencias en el corte inferior; como consecuencia de la baja presión específica ejercida al suelo (66 kPa), y la adecuada separación entre el borde exterior de los rodajes y el centro de la hilera cultivada (70 cm).

El estudio de los índices de productividad y coeficientes de explotación de esta cosechadora, realizado durante dos zafra consecutivas, mostró que la productividad de la misma experimentó variaciones en una y otra zafra, en dependencia del rendimiento agrícola de los campos cosechados y la organización del transporte; no obstante, fueron similares o superiores al de otros modelos evaluados en el país (Martínez *et al.*, 2018, 2020).

Las evaluaciones realizadas al autobasculante de fabricación cubana, por Betancourt *et al.* (2017), demostraron que no cumple con las exigencias agrotécnicas para su uso como transporte intermedio en los suelos arcillosos pesados; ya que trafica sobre el 100% del área, lo que conlleva a la invasión de la zona de protección del cultivo, la deformación del perfil del suelo y la compactación del mismo, manifestada en un significativo incremento de la densidad aparente y la resistencia a la penetración, hasta 20 cm de profundidad, como consecuencia de las altas presiones específicas que aplica (300 kPa).

CONCLUSIONES

- El problema de la cosecha de la caña de azúcar, en condiciones de alta humedad de los suelos, existe en la mayoría de los países productores de caña de azúcar con un alto nivel de mecanización; para lo cual existen diversas soluciones técnicas y tecnológicas.
- Respecto a las cosechadoras está demostrado la necesidad de introducir máquinas con rodajes de alta flotación ya sea mediante esteras o neumáticos, mayor ancho de trabajo, de forma tal que en cada pase se labore la mayor cantidad de hileras posibles, y queden algunas de estas sin recibir el peso de la máquina; el uso de anchos de vías semejantes en los puentes, para unificar la rodada, y ajustables a los marcos de plantación establecidos o viceversa, a fin de alejar el efecto

de compactación del sistema radical de la planta.

- La experiencia internacional incluye, en todas las alternativas, un transporte intermedio, con alta capacidad de paso para operar en el campo en condiciones de sobrehumedecimiento y fuera de este voltear la caña sobre medios de alta capacidad de carga, encargados del transporte final de la caña al central. Estos equipos de transporte intermedio pueden ser autopropulsados o remolcados, con la utilización de uno o dos puentes, con neumáticos de alta flotación o con orugas de acero o de caucho, con capacidad de carga no mayor de 6 t.
- En las condiciones de Cuba el corte de la caña de azúcar en condiciones de alta humedad de los suelos, debe ser vista como un elemento más del manejo de la producción del cultivo de la caña de azúcar en los suelos de mal drenaje, por lo que la introducción de un complejo tecnológico para la cosecha estas condiciones sólo brindarán los beneficios sociales, ambientales y económicos que de él se esperan si se realiza de forma armónica con el resto de los elementos de manejo.
- Entre estos elementos se pueden mencionar la nivelación y la construcción de canales de drenaje; la plantación en canteros, con variedades idóneas para estas zonas, la disponibilidad de transporte, el mejoramiento de la red de viales, la construcción de los puntos de descarga para el trasbordo de la caña cosechada, y las modificaciones en el sistema de pesaje de los ingenios y otros centros de recepción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTCA: "Visita de Tecnicaña a Australia", Revista Tecnicaña, 1(1), 1997.
- AUSTOFT CASE IH: CASE IH cane system works, Sugar & Azúcar, USA (6), junio de 1996a.
- AUSTOFT CASE IH: Cosechadora de caña de azúcar serie 7000, CASE Corporation. USA. (catalogo industrial), 1996b.
- BETANCOURT, R.Y.; CRUZ, M.; PÉREZ, I.D.; MACHADO, O.: "Evaluación agrotécnica del semirremolque autobasculante de fabricación cubana en el trasbordo de caña de azúcar en suelos arcillosos pesados con superficie acanterada", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 26(1): 23-31, 2017, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054 Revista Ingeniería Agrícola, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- BETANCOURT, R.Y.; RODRÍGUEZ, O.M.; GUILLÉN, S.S.; VIDAL, D.L.; MARTÍNEZ, R.R.; PÉREZ, H.E.; MARÍN, M.R.; VILLEGAS, D.R.; MARTÍN, A.G.: "Fundamentos técnicos para la implementación del complejo tecnológico cosecha-transporte en condiciones de alta humedad de los suelos cañeros de Cuba", En: Convención Internacional de Ingeniería Agrícola, IAgric, Varadero, Matanzas, Cuba, 2016, ISBN: 978-959-285-035-4.
- BSES: "All weather harvesting at Tully, advantage disadvantages", BSES Bulletin (Australia), 31, julio de 1990.
- CATERPILLAR: Tractor agrícola CHALLENGER 75, Catálogo industrial, USA, 1993.
- CATERPILLAR: Sistemas CAT de alta flotación con orugas de goma, Agricultura de las Américas USA, 1994.
- DEL TORO, M.F.: El cultivo de la caña de azúcar, Ed. ENSPES, Universidad Central de las Villas ed., Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 1985.
- DICK, R.G.: "Cane transport. Developments aim for optimum high flotation, high capacity vehicle", BSES Bulletin (Australia), 20: 10-15, 1987.
- GALVIS, D.: "Los sistemas de corte mecanizado de caña de azúcar", Tecnicaña Equipos de cosecha., 26(Ingenio Manuelita): 21, 2010.
- GLOBEDIA: La lluvia frena cosecha de caña de azúcar en Brasil, pero favorecería la de 2016, [en línea], Redacción de economía., 2015, Disponible en: <http://cu.globedia.com/lluvia-frena-cosecha-cana-azucar-brasil-favoreceria-2016>, [Consulta: 14 de mayo de 2016].
- HERNÁNDEZ, J.A.; JIMÉNEZ, P.J.M.; BOSCH, I.D.; CASTRO, N.: Clasificación de los suelos de Cuba, Ed. D-Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, 92 p., 2015, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.J.M.; MESA, N.Á.; BOSCH, I.D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba., Ed. AGRINFOR, Barcaz L L ed., vol. I, La Habana, Cuba, 64 p., 1999, ISBN: 959-246-022-1.
- JOHN DEERE: Tractores John Deere 8430 y 8630. Mayor productividad y ahorro en su cañaveral, Inst. Intercontinental Ltd. Illinois, Informe institucional, Illinois, USA, 1977.
- LAGE, M.: "[Some ideas on the mechanization and cleaning in sugarcane harvesting, First part: Evaluation of fundamental elements].[Spanish]", Revista Cuba-Azúcar, junio de 1973a.
- LAGE, M.: "[Some ideas on the mechanization and cleaning in sugarcane harvesting, Fourth part: Evaluation of fundamental elements].[Spanish]", Revista Cuba-Azúcar, diciembre de 1973b.

- Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761, Vol. 11, No. 4 (octubre-noviembre-diciembre, pp. 68-74), 2021
- LAGE, M.: “[Some ideas on the mechanization and cleaning in sugarcane harvesting, Second part: Evaluation of fundamental elements]. [Spanish]”, Revista Cuba–Azúcar, junio de 1973c.
- LAGE, M.: “[Some ideas on the mechanization and cleaning in sugarcane harvesting, Third part: Evaluation of fundamental elements]. [Spanish]”, Revista Cuba–Azúcar, septiembre de 1973d.
- LAGE, M.: “[Some ideas on the mechanization and cleaning in sugarcane harvesting, 2: Evaluation of fundamental elements]. [Spanish]”, Revista de Información Científica y Técnica Cubana, 1974.
- MARTÍNEZ, R.R.; ACEVEDO, M.; RAUDELY, M.; GONZÁLEZ, O.: “Comportamiento de los indicadores explotativos de la cosechadora de caña de azúcar CASE IH Austof 8800”, Revista Cuba & Caña, 21(2): 1-5, 2018, ISSN: 1028-6527.
- MARTÍNEZ, R.R.; ACEVEDO, P.M.; YANES, A.R.; GONZÁLEZ, C.O.: “Indicadores de explotación de la cosechadora de caña de azúcar CASE IH Austoft 8800”, Revista Ingeniería Agrícola, 10(1): 28-32, 2020, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- MARTÍNEZ, R.R.; GONZÁLEZ, C.O.; BETANCOURT, R.Y.; RODRÍGUEZ, O.M.; GUILLÉN, S.S.: “Compactación y variación del perfil del cantero provocado por la cosechadora CASE IH A8800 en suelos húmedos”, Revista Ingeniería Agrícola, 7(3): 30-35, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- MEKING, K.: Un nuevo concepto de cosechadora de caña, SugarCane (Inglaterra) (5), octubre de 1991.
- OLEA, I.: “Visita a las zonas cañeras de Luisiana y Florida USA”, Avance Agroindustrial (Argentina), 13(53): 31-35, 1993.
- OLEA, I.; ROMERO, E.; SCANDALIARIS, J.: “Mecanización total de la cosecha de caña de azúcar en Tucumán, 30 años de historia”, Avance Agroindustrial (Argentina), 13(52): 7-11, 1993a.
- OLEA, I.; SCANDALIARIS, J.; ROMERO, E.: “Nuevas cosechadoras integrales”, Avance Agroindustrial (Argentina), 13(52): 16-18, 1993b.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, G.; MAYANS, P.; MUÑOZ, F.; GAYTÁN, J.G.; ROMANTCHIK, E.: Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, primera edición ed., vol. 1, Chapingo, Texcoco, México, 456 p., 2018, ISBN: 978-607-12-0532-2.
- REESER, L.; BROWH, E.: “Improving efficiency in sugar cane production”, SugarCane (Londres), 4: 2-6, 1992.
- RODRÍGUEZ, O.M.: Fundamentación del uso de rodajes por semieras en las cosechadoras cubanas de caña de azúcar para trabajar en suelos de mal drenaje con condiciones de alta humedad, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH)-Universidad Central de las Villas (UCLV), Tesis de Doctorado, La Habana, Cuba, 135 p., 1999.
- RODRÍGUEZ, O.M.; GONZÁLEZ, O.; GALVÁN, A.; GARRIDO, J.; POZO, J.; HERRERA, H.; MAX, J.; ÁLVAREZ, R.; CABEZAS, L.; CASTILLO, A.; MANSO, J.; GONZÁLEZ, A.: Completamiento, desarrollo e introducción, a escala de UBP, de un complejo tecnológico de máquinas para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en suelos pesados y con alta humedad, no. 0118, Inst. Universidad Central de las Villas (UCLV), Informe final de proyecto de investigación 0118, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2003.
- ROMERO, E.R.; SCANDALIARIS, J.; DIGONZELLI, P.; TONATTO, M.J.; FERNÁNDEZ DE ULTIVARRI, J.; GIARDINA, J.A.; ALONSO, L.G.; CASEN, S.D.; LEGGIO, M.F.: Cosecha de la caña de azúcar. Manual del cañero, vol. Capítulo 13, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Tucumán, Argentina, 131-143 p., 2009, ISBN: 978-987-21283-6-4.
- SOLER, H.; BETANCOURT, Y.; PÉREZ, Y.H.: “Estimados, programación de corte y cosecha”, En: Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar, Ed. INICA, Pérez, H. I., Santana, I., Rodríguez I. ed., La Habana, Cuba, pp. 249-264, 2013.
- TECNICAÑA: “Mecanización de la cosecha de caña de azúcar”, Revista Tecnicaña, 11(19): 33-34, 2007.
- TOFT: Transportes SPGFT, SPFTRT y SP8FT2B (catálogo industrial de transportes cañeros). Australia, 1983.
- TORRES, J.: Fitotecnia de la caña de azúcar, Ed. ENSPES, Jesús Torres Paz—CUM ed., La Habana, Cuba, 1980.
- VALLANCE, L.: “Condog mill area move to 100% mechanical harvesting”, Sugar Journal (Australia)(66): 441-447, 1974.
- YAHOO FINANZAS: Las intensas lluvias en Brasil afectan la cosecha de caña de azúcar, [en línea], 2016, Disponible en: <https://es.finance.yahoo.com/noticias/intensas-lluvias-brasil-afectan-cosecha-104641033.html>, [Consulta: 14 de mayo de 2016].
- ZAFRANET: Estados unidos incrementa la superficie cañera en 2,1 porcentaje, [en línea], 2012, Disponible en: <http://www.zafranet.com/2012/08/estados-unidos-incrementa-la-superficie-caera-en-2-1-por-ciento/>, [Consulta: 27 de abril de 2016].

Rigoberto Martínez-Ramírez, Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7752-8693>

Miguel Rodríguez-Orozco, Profesor Titular, Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuán, km 5 1/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, e-mail: miguelro@uclv.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3622-4693>

Yoel Betancourt-Rodríguez, Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: yoel.betancourt@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4109-8775>

Omar González-Cueto, Profesor Titular, Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuán, km 5 1/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, e-mail: omar@uclv.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4296-1726>

Sergio Guillén-Sosa, Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: sergio.guillen@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4908-9136>

Luciano Vidal-Díaz, Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: luciano.vidal@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1248-5135>

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).

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.