

## **Metodología de evaluación de indicadores explotativos del prototipo de cosechadora de caña sobre esteras CCA-5500.**

## **Methodology of evaluation of exploitative indicators of the prototype of cane harvester on mats CCA-5500.**

Rubén Calero Morales<sup>1</sup>. José A. Martínez G. de P.<sup>2</sup>. Julián Remberto Sánchez Alonso<sup>3</sup>. Fernando Lebeque Simón<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Empresa Provincial Comercializadora de Productos Agropecuarios, Cuba, [rcalerom@uho.edu.cu](mailto:rcalerom@uho.edu.cu). <sup>2</sup> Universidad de Holguín, Cuba, [jose@uho.edu.cu](mailto:jose@uho.edu.cu). <sup>3</sup> Universidad de Holguín, Cuba, [julianrsa@uho.edu.cu](mailto:julianrsa@uho.edu.cu). <sup>4</sup> Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola, Cuba, [flebeque@cedema.co.cu](mailto:flebeque@cedema.co.cu).

### **RESUMEN**

La investigación se desarrolló en áreas del CAI "Loynaz Hechavarría" ubicado en el municipio Cueto, de la provincia de Holguín. La misma surge por la necesidad de determinar de forma experimental los indicadores explotativos del primer prototipo de la cosechadora de caña sobre esteras CCA-5500, teniendo por tanto como objetivo general la aplicación de una metodología para el análisis y procesamiento de los datos en condiciones de explotación del prototipo para determinar estos indicadores. La observación controlada abarcó los meses de enero y febrero de 2019 durante las jornadas diurnas a la máquina. Para la obtención de una representación adecuada del balance de tiempo de la jornada, la observación se realizó según la metodología para la evaluación tecnológica explotativa mediante el método del cronometraje y así con esta información recopilar datos, para posteriormente realizar los cálculos necesarios y procesar las ecuaciones con el objetivo de determinar los indicadores explotativos de la máquina.

**PALABRAS CLAVES:** cosechadoras de caña; pruebas de campo; índices tecnológicos explotativos.

### **ABSTRACT**

The research was developed in areas of the CAI "Loynaz Hechavarría" located in the municipality of Cueto, in the province of Holguín. It arises from the need to determine experimentally the exploitative indicators of the first prototype of the cane harvester on mats CCA-5500, having as a general objective the application of a methodology for the analysis and processing of the data in conditions of exploitation of the prototype to determine these indicators. The controlled observation covered the months of January and February of 2019 during the diurnal journeys to the machine. To obtain an adequate representation of the time balance of the journey, the observation was made according to the methodology for exploitative technological assessment using the timing method and with this information collect data, to subsequently perform the necessary calculations and process the equations with the objective of determining the exploitative indicators of the machine.

**KEYWORDS:** sugarcane harvester; field tests; exploitative technological indicators.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La economía cubana históricamente ha dependido del cultivo de la caña de azúcar, primer renglón de obtención de divisas en el país. Antes del triunfo de la Revolución, en 1959, no se le daba la importancia requerida a la mecanización de esta actividad, ya que todas las etapas de la cosecha las realizaba un ejército de desempleados que abarcaban la astronómica cifra de 400 000 a 700 000 personas.

Con el triunfo de la Revolución y la promulgación de las leyes revolucionarias, entre ellas la Primera Ley de Reforma Agraria, pasan a ser propiedad del pueblo las mayores plantaciones cañeras y en 1960 con la nacionalización de los centrales azucareros el estado asumió la responsabilidad de toda la producción azucarera. La agroindustria azucarera continúa ocupando un lugar importante en el desarrollo económico del país, una vía para garantizar una producción cañera de gran magnitud, es elevar la eficiencia de la maquinaria. (Pino, 2009), (Álvarez Sánchez, 2014)

Aunque la sustitución de importaciones es una tarea de alta prioridad por el Estado y el Partido en Cuba ha existido una tendencia encaminada a la adquisición de máquinas de producción extranjeras en detrimento de las nacionales. Lo más razonable, es trabajar utilizando los conocimientos científicos y técnicos acumulados para lograr el desarrollo de un nuevo modelo de cosechadora de caña y en tal sentido las empresas del GESIME en el territorio trabajan en su desarrollo.

A partir de la necesidad de sustituir el parque de máquinas existentes en el país por otras de mayor rendimiento productivo, fiabilidad y confort, con el propósito de que puedan laborar en campos de alto rendimiento agrícola con una elevada eficiencia, se desarrolló un nuevo modelo de máquina cosechadora de caña de azúcar, diseñada por especialistas del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA) y construida en la República Popular de China, la cual se llamó CCA-5000. (López Virelles, Oscar. L. 2017)

Esta cosechadora de caña ha sido sometida a pruebas de funcionabilidad durante varias zafras azucareras persiguiéndose como objetivo general poner en manos de los especialistas y diseñadores dedicados al estudio de estas cosechadoras cañeras información sobre la funcionalidad de estas máquinas, los índices de calidad y la efectividad para de esta forma poder realizar correcciones en el proyecto, así como determinar la efectividad de las modificaciones realizadas en el mismo a partir del ensayo de funcionalidad. Este objetivo se logra comprobando a través del peritaje técnico, parámetros constructivos y funcionales, dados en la tarea técnica; realizando la evaluación agrotécnica parcial en condiciones de explotación a la máquina, obteniéndose los indicadores generales de limpieza, pérdidas en cosecha y capacidad de alimentación, así como los posibles daños a la plantación; determinando mediante la evaluación tecnológico explotativa los índices que caracterizan la efectividad y la fiabilidad de la máquina y observando el impacto medio ambiental de la misma. (López Virelles, Oscar. L. 2017)

En Cuba existen alrededor de 257 700 ha con suelos arcillosos pesados y problemas de mal drenaje dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Dentro de dichos suelos se encuentra una parte con características edafoclimáticas específicas, muy susceptibles al sobre-humedecimiento creado por los períodos.

El problema de drenaje se manifiesta en el suelo al limitarse el movimiento del agua, tanto en profundidad como en la superficie. El mal drenaje externo se debe a su localización en llanuras con ausencia de pendiente y pocos drenajes naturales que eliminan con rapidez el agua producida por las lluvias; el terreno permanece sobre humedecido por largos períodos dejando a la evaporación y la evapotranspiración un papel importante en la eliminación del exceso de agua, haciendo muy lenta la pérdida de humedad del suelo, llegando en ocasiones a superar los 30 días.

Esto significa que cuando existe un alto nivel de mecanización de las labores agrícolas habrá afectaciones por la incapacidad de trabajar en estas condiciones, tal es el caso de la cosecha cañera en estas zonas.

Las máquinas cosechadoras cañeras y medios de transporte utilizados en Cuba tienen neumáticos en su sistema de rodaje, pesan entre 10...30 t, sus presiones específicas medias sobre el suelo o relación peso área de apoyo, son mayores a los 100 kPa, muy grandes para trabajar en condiciones de alta humedad en suelos arcillosos pesados, lo que equivale a la paralización total o parcial de la zafra azucarera cuando ocurren lluvias abundantes (Rodríguez Orozco, 1999).

Para dar respuesta al problema de cosecha en campos de alta humedad, le fue encomendado al Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA) la realización de un proyecto de cosechadora cañera sobre esteras, para lograr una mejor traficabilidad y una adecuada explotación de la cosechadora y garantizar la cosecha en períodos lluvioso en regiones bajas del país. El diseño de esta cosechadora cubana sobre estera, que trabaje en campos con alta humedad tomó como base la CCA-5000 sobre neumáticos y a la misma se le denominó CCA 5500.

El equipo, diseñado totalmente por especialistas del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA) y ensamblado en la Empresa 60 Aniversario de la Revolución de Octubre, conocida por KTP, ambos en Holguín, fue construida en la República Popular China, donde radica la industria tecnológica que materializó este proyecto con especialistas cubanos.

Se hace indispensable realizar investigaciones que incluyan pruebas de laboratorio y de campo, que permitan establecer las características tecnológicas-explotativas y a través de ellas, valorar si se ha cumplido el objetivo trazado de lograr una máquina superior.

Esta cosechadora de caña montada sobre esteras, inició su período de pruebas en los campos del central azucarero Loynaz Hechavarría, del municipio holguinero de Cueto.

La determinación de los índices tecnológico-explotativos del primer prototipo de la cosechadora de caña CCA-5500 sometida a prueba, posibilita el análisis y evaluación de cada una de las funciones principales y secundarias, lo que permite emitir un criterio acertado sobre la posibilidad de continuar con el desarrollo del nuevo modelo, perfeccionarlo, elevar su eficiencia y productividad, basándose en información experimental exacta y confiable.

## 2. METODOLOGÍA

Para evaluar los indicadores de los procesos explotativos del primer prototipo de la cosechadora de caña sobre esteras CCA-5500 en condiciones de campo se tuvieron en cuenta las metodologías para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológica explotativa de las máquinas agropecuarias sometidas a pruebas.

Entre las principales metodologías conocidas en el mundo científico dirigidas a la evaluación de máquinas y/o equipos agrícolas se encuentran las siguientes: (Daquinta Gradaille, 2014), (García Cuba, 2011), (Pino, 2009), (De las Cuevas Milán, 2014)

- Norma: Equipment for harvesting -- Combine harvesters – Test procedure.
- Norma Cubana 34-37(1985): Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico-explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales. Esta norma establece la metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico-explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales, la cual se divide en dos partes fundamentales:
  - ✓ La evaluación de la nueva máquina durante todo el volumen de trabajo según el programa de pruebas
  - ✓ La evaluación comparativa de la nueva máquina con la máquina en explotación que se lleva a cabo mediante turnos de control.
- Norma ISO 8210 (1989): Equipment for harvesting - Combine harvesters - Test procedure: Esta norma internacional, cuyo título en español es: Equipo para la cosecha–Cosechadoras– Procedimiento de Pruebas, especifica un procedimiento de ensayo para cosechadoras, aplicable a todos los tipos de cosechadoras. (Sanfort, Martínez, Tamayo, Sánchez Vol.25, No.1, enero-marzo, 2019 12)
- Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas.
- Metodología para la obtención de los índices tecnológicos explotativos. (Pino, 2009), (Matos Ramírez, 2010)

Para evaluar de forma general una máquina son múltiples los índices que se toman en consideración, muchos de los cuales se encuentran referidos en la norma ISO 8210 (1989): Equipo para la cosecha–Cosechadoras–Procedimiento de Pruebas y en la norma NC 92- 10:78 "Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones".

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la zafra 2017/2018 en la UEB APA Loynaz Hechavarría del municipio Cueto en la provincia de Holguín se realizaron pruebas en condiciones de explotación a la cosechadora que llegaron al país en el 2017 para verificar el consumo de combustible y algunos parámetros tecnológico explotativos, se recopilaban datos técnicos que permiten hacer valoraciones y analizar las causas del elevado consumo de combustible a pesar de haberse determinado por pruebas del litro conjuntas efectuadas en la contienda anterior y avaladas en el informe que presento el IAGRIC.

En esta ocasión dando continuidad al desarrollo de la máquina se probó la CCA-5500 (Figura 1) con el sistema de traslación montado sobre esteras, motor de combustión interna CUMMINS, cabina panorámica y otras modificaciones que la diferencian de las ensayadas anteriormente.



**Figura 1. Prototipo de cosechadora de caña sobre esteras CCA-5500.**

Durante la investigación se efectuó un ensayo tecnológico explotativo parcial bajo un cronometraje por turnos de control, tarea desarrollada por estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín bajo el control de los especialistas del CEDEMA. La observación controlada abarcó desde el 10 de enero hasta el 23 de febrero durante las jornadas diurnas.

Los datos experimentales primarios fueron procesados mediante un programa informático desarrollado por especialistas del CEDEMA, la Universidad de Holguín y la Estación Provincial de Investigación de la Caña de Azúcar.

Estas pruebas persiguieron como objetivo general comprobar los índices de calidad de la máquina y así poder determinar la efectividad de las modificaciones realizadas en el proyecto a partir del ensayo de funcionalidad realizado en la UEBAPA Loynaz Hechavarría.

Además, se comprobó a través del peritaje técnico, parámetros constructivos y funcionales dados en la tarea técnica.

**Metodología para la obtención de los índices tecnológicos explotativos. (Pino, 2009), (Matos Ramírez, 2010)**

✓ **Peritaje técnico:**

Para la realización del peritaje técnico debe tenerse en cuenta, sobre todo, los siguientes aspectos:

- Documentación técnica de la máquina.
- Instrumentos y medios de medición verificados.
- Inspección técnica a la máquina
- Regulaciones de la máquina
- Características de los campos a cosechar
- Experiencia del operador

La máquina se recibió en la fábrica "LX Aniversario de la Revolución de Octubre" desarmada en conjuntos, se ensambló y se le dio puesta en marcha, posteriormente fue trasladada hacia Marcané,

Durante la evaluación tecnológica explotativa bajo explotación controlada, se efectuó el peritaje técnico corriente, a través de este se detectaron algunas deficiencias ocurridas durante el proceso de fabricación y en la explotación, debido al no respeto del diseño.

✓ **Clasificación de los tiempos del modelo de cronometraje:** (López Virelles, Oscar. L. 2017)

La clasificación de los tiempos del modelo de cronometraje para la determinación de los índices tecnológicos-explotativos es:

T1: Tiempo limpio de trabajo (h): Es el tiempo transcurrido en la cual la máquina según la tarea elabora (conserva), dosifica y cambia el objeto de trabajo.

T2: Tiempo auxiliar (h).

$$T2 = T21 + T22 + T23 \quad (1)$$

T21: Tiempo de viraje (h): Es el gasto de tiempo al final de cada pasada cuando se interrumpe el proceso tecnológico y la máquina realiza la maniobra viraje para cambiar el trabajo.

T22: Tiempo de traslado en vacío en el lugar de trabajo (h).

T23: Tiempo de regulaciones tecnológicas (h).

T02: Tiempo operativo (h).

$$T02 = T1 + T2 \quad (2)$$

T021: Tiempo efectivo (h)

$$T021 = T1 + T21 \quad (3)$$

T3: Tiempo de operaciones técnicas de la máquina en prueba (h).

$$T3 = T31 + T32 + T33 \quad (4)$$

T31: Tiempo de mantenimiento técnico (h).

T32: Tiempo de regulación de los órganos de trabajo (h).

T33: Tiempo para preparar la máquina (h).

T4: Tiempo para la eliminación de fallos (h).

$$T4 = T41 + T42 \quad (5)$$

T41: Tiempo para la eliminación de los fallos tecnológicos (funcionales) (h).

T42: Tiempo para eliminar los fallos técnicos (h).

T04: Tiempo productivo (h).

$$T04 = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (6)$$

T5: Tiempo de descanso y necesidades del personal de servicio de la máquina en prueba (h).

T6: Tiempo de traslado no operativo (h).

$$T6 = T61 + T62 \quad (7)$$

T61: Tiempo de traslado para eliminar fallos (h).

T62: Tiempo de traslado entre campos o al parqueo (h).

T7: Tiempo de mantenimiento o reparación de los medios de transporte (h).

Tiempo de turno sin fallos  $T_t$  (h).

$$T_t = T1 + T2 + T3 + T5 + T6 + T7 \quad (8)$$

T07: Tiempo explotativo (h).

$$T07 = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 \quad (9)$$

T8: Tiempo de interrupciones de la máquina en prueba (h).

$$T8 = T81 + T82 + T83 + T84 + T85 \quad (10)$$

T81: Tiempo de paradas por causas organizativas (h).

T82: Tiempo de paradas por causas meteorológicas como fuertes lluvias. Alta o bajas temperaturas, alta humedad de los campos o cultivos (h).

T83: Tiempo de interrupciones del proceso industrial (h).

T84: Tiempo de parada por fallos provocados por obstáculos o vegetación (h).

T85: Tiempo de parada debido a otras causas (h).

Tg: Tiempo general de observación (h).

$$T_g = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8 \quad (11)$$

Ti: Tiempo imputable a la máquina (h).

$$T_i = T4 + T61 \quad (12)$$

Tni: Tiempo no imputable a la máquina (h).



$$T_{ni} = T3 + T5 + T62 + T7 + T8 \quad (13)$$

✓ **Indicadores de calidad tecnológicos-explotativos.** (López Virelles, Oscar. L. 2017)

Productividad por hora de tiempo limpio W1 (t/h).

$$W01 = Q/T1 \quad (14)$$

Donde:

Q: volumen de trabajo realizado en la máquina en toneladas (t).

Productividad por hora de tiempo efectivo W021 (t/h).

$$W021 = Q/T021 \quad (15)$$

Productividad por hora de tiempo operativo W02 (t/h).

$$W02 = Q/T02 \quad (16)$$

Productividad por hora de tiempo productivo W04 (t/h).

$$W04 = Q/T04 \quad (17)$$

Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos Wt (t/h).

$$Wt = Q/Tt \quad (18)$$

Productividad por hora de tiempo de explotación. W07 (t/h).

$$W07 = Q/T07 \quad (19)$$

Productividad por jornada WG (t/h).

$$Wg = Q/Tg \quad (20)$$

Consumo de combustible por toneladas cosechadas Ce (L/t).

$$Ce = (C/Q) \quad (21)$$

✓ **Coeficientes de explotación.** (López Virelles, Oscar. L. 2017)

Coeficiente de pases de trabajo K21.

$$K21 = T1 / (T1+T21) \quad (22)$$

Coeficiente de traslado K22.

$$K22 = T1 / (T1+T22) \quad (23)$$

Coeficiente de pases de servicio tecnológico K23.

$$K23 = T1 / (T1+T23) \quad (24)$$

Coeficiente de utilización del tiempo productivo K04.

$$K04 = T1 / T04 \quad (25)$$

Coeficiente de mantenimiento técnico K31.

$$K31 = T1 / (T1+T31) \quad (26)$$

Coeficiente de seguridad técnica K42.

$$K42 = T1 / (T1+T42) \quad (27)$$

Coeficiente de seguridad tecnológica K41.

$$K41 = T1 / (T1+T41)$$

Debe señalarse que los resultados de la aplicación de la metodología antes señalada son preliminares pues en estos momentos se encuentra en proceso de aprobación el informe final de las pruebas realizadas y será presentado por el CEDEMA, por lo que su validación y certificación se realizará en los próximos días.

A continuación, se muestran dichos resultados preliminares:

**Tabla 1. Tiempos cronometrados y el por ciento con respecto al tiempo general de observación**

Tiempos	h
Principal o limpio T1	51.53
Auxiliar T2	8.85
Operaciones técnicas T3	22.1
Eliminación de fallos T4	8.33
Necesidades personales T5	3.06
Traslados T6	6.40
Mantenimiento de los medios de transporte T7	0.00
Causas ajenas a la explotación T8	33.43

Paradas por falta de transporte T813	19.28
Duración de la observación TG	133.73
Perdido imputables a la máquina TI	8.63
Perdido no imputables (ajenas) a la máquina TNI	64.71
Total perdido	73.34

Una vez obtenidos los tiempos producto al fotocronometraje y teniendo en cuenta el volumen de trabajo realizado por la máquina en toneladas (2950.754 t) se pasa a efectuar el cálculo de **Indicadores de calidad tecnológicos-explotativo** cuyos valores se pueden observar en la tabla 2.

**Tabla 2. Resultados de los indicadores de explotación.**

Coeficientes	Código	Productividad (t/h)
Productividad por hora de tiempo limpio	W <sub>01</sub>	57.261
Productividad por hora de tiempo efectivo	W <sub>021</sub>	49.34
Productividad por hora de tiempo operativo	W <sub>02</sub>	48.867
Productividad por hora de tiempo productivo	W <sub>04</sub>	32.491
Productividad por hora de tiempo de explotación	W <sub>07</sub>	29.421
Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos	W <sub>t</sub>	32.089
Productividad por jornada	W <sub>g</sub>	22.065

De la misma forma se realizaron los cálculos de los **indicadores técnicos** de la cosechadora de caña cuyos valores se pueden observar en la tabla 3.

**Tabla 3. Resultados de los indicadores técnicos.**

Coeficientes	Código	Valor
Coeficiente de pases de trabajo	K <sub>21</sub>	0.862
Coeficiente de traslado	K <sub>22</sub>	0.999
Coeficiente de pases de servicios tecnológico	K <sub>23</sub>	0.989
Coeficiente de mantenimiento técnico	K <sub>31</sub>	0.729
Coeficiente de utilización del tiempo productivo	K <sub>04</sub>	0.861
Coeficiente de seguridad tecnológica	K <sub>41</sub>	0.925
Coeficiente de seguridad técnica	K <sub>42</sub>	0.928
Coeficiente de utilización del tiempo explotativo	K <sub>07</sub>	0.514

#### 4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se aplicó una metodología integral de evaluación de indicadores explotativos del primer prototipo de cosechadora de caña sobre esteras CCA 5500 arribando a las siguientes conclusiones preliminares, dado que en esta etapa se encuentra en fase de entrega y validación el informe final:

- Se determinaron los valores de los indicadores tecnológicos explotativos de la cosechadora de caña CCA-5500 en las pruebas realizadas.
- Se obtuvieron los tiempos principales de la jornada laboral utilizando el método del fotocronometraje.
- Se obtuvieron los valores de los indicadores técnicos y de explotación que permitirá compararlos con los de la tarea técnica, así como con otras máquinas sometidas a pruebas en zafras anteriores.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Sánchez, V. (2014). Optimización de la producción, cosecha y transporte de la caña de azúcar. Holguín.
- CEDEMA. (2014). Informes técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000. Holguín. CEDEMA.
- (2014). Programa de pruebas al prototipo de cosechadora CCA-5000. Holguín.
- Colás Romero, V. (2012). Evaluación tecnológica explotativa del prototipo de cosechadora cañera KTP-4000. Universidad de Holguín.
- Daquinta Gradaille, L. A. (2014). Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila.
- De las Cuevas Milán, H. R. (2014). Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO Ingeniería Agrícola. 4(4).
- García Cuba, Y. (2011). Valoración tecnológico explotativa de las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar utilizadas en Cuba. (Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Mecánico). Universidad de Holguín, Holguín.
- López Virelles, Oscar. L. (2017). *Determinación de los índices tecnológicos- explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en la empresa agroindustrial "UEB Majibacoa" de la provincia de Las Tunas*. (Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Mecánico). Universidad de Holguín, Holguín.
- Matos Ramírez, N. (2010). Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña Case-7 000. Revista de Ciencia y Técnica Agrícola 19(4).
- Pérez Torres, Y. (2013). Proyecto para establecer una estación de ensayos experimentales para Máquinas Agrícolas. Universidad de Holguín. Holguín.
- Pino, J. (2009). Sistema integral de pruebas para cosechadoras de caña de azúcar. Ed.Universidad de Holguín. Holguín.
- Rodríguez Orozco, M. (1999). *Fundamentación del uso de rodaje por semiesteras en las cosechadoras cubanas de caña de azúcar para trabajar en suelos de mal drenaje con condiciones de alta humedad*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

## SOBRE LOS AUTORES

**Ing. Rubén Calero Morales** [rcalerom@uho.edu.cu](mailto:rcalerom@uho.edu.cu). Realizó sus estudios superiores en la Universidad de Holguín, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo. Se desempeña como Técnico en Gestión Económica en la Empresa Provincial de Acopio Holguín. Ha realizado varias investigaciones en su especialidad.

**M. Sc. Ing. José Alejandro Martínez-Grave de Peralta** [jose@uho.edu.cu](mailto:jose@uho.edu.cu), Graduado de Ingeniero Mecánico y Master en Máquinas Agrícolas en la Universidad de Holguín. Posee la categoría docente de Profesor Auxiliar. Profesor del departamento de Mecánica Aplicada de la Facultad de Ingeniería. Ha desarrollado múltiples investigaciones en el campo del estudio, explotación y diseño de máquinas. Ha participado de varios eventos en este campo de investigación.

**Dr.C. Ing. Julian Remberto Sánchez-Alonso** [julianrsa@uho.edu.cu](mailto:julianrsa@uho.edu.cu). Graduado de Ingeniero Mecánico en Construcción de Automóviles y Tractores en el Instituto de Construcción de Maquinaria, Minsk, Bielorrusia en 1979. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Técnicas en Rostov del Don, Rusia en 1986. Profesor en el departamento de Mecánica Aplicada donde ostenta la categoría de Profesor Titular desde 1988. Ha participado en múltiples trabajos de investigación en temáticas como el Diseño, Sistemas de Evaluación y Explotación de la Maquinaria Agrícola.

**M. Sc. Ing. Fernando Lebeque Simón** [lebeque@cedema.co.cu](mailto:lebeque@cedema.co.cu), Ingeniero Agrónomo y Master en Máquinas Agrícolas en la Universidad de Holguín. Posee la categoría investigador en el CEDEMA, ocupa el cargo de Especialista Principal del Grupo de Pruebas del Centro de Desarrollo de Máquinas Agrícolas. Es uno de los creadores del Sistema Integral de Pruebas, soporte metodológico y computacional para la captura y procesamiento de datos experimentales primarios. Ha participado en la elaboración de proyectos, programas y metodologías de investigaciones.