



**EXPLOTACIÓN Y PROCESOS MECANIZADOS**  
**OPERATION AND MECHANIZED PROCESSES**

**Determinación del contenido de impurezas durante la cosecha de arroz**

*Determination of the content of impurities during the rice harvest*

Alexander Miranda Caballero<sup>1</sup>, Ciro E. Iglesias Coronel<sup>2</sup>, Yoel Ribert Molleda<sup>3</sup>, Felipe Santos González<sup>3</sup>, Santiago Castells Hernández<sup>4</sup>

**RESUMEN.** El presente trabajo tiene como objetivo analizar las causas que influyen en el comportamiento del contenido de impurezas durante la realización de la cosecha mecanizada del arroz en las condiciones de trabajo del Complejo Agroindustrial Arrocerero “Los Palacios”, de Pinar del Río, Cuba. Fue evaluado el contenido de impurezas en función del rendimiento agrícola, la productividad y la humedad del grano cosechado por parte de las cosechadoras New Holland L521 y New Holland TC57.

**Palabras clave:** cosechadora de arroz, rendimiento agrícola, productividad, humedad del grano.

**ABSTRACT.** The present work has as objective to analyze the causes that influence in the behavior of the content of impurities during the rice harvest under the conditions of work of the Rice Farm “Los Palacios”, Pinar del Rio province, Cuba. The content of impurities was evaluated in function of the agricultural yield, the productivity and the humidity of the grain harvested on the part of the New Holland L521 harvester machine and New Holland TC57 harvester machine.

**Keywords:** harvester machine, agricultural yield, productivity, grain humidity.

**INTRODUCCIÓN**

El arroz es un alimento energético, base de la alimentación de muchas zonas del mundo y también ofrece grandes posibilidades de diversificación por sus formas de preparación y su uso como guarnición de otros platos, Navarro (1997). La situación actual de la producción mundial de este cereal está caracterizada por su alta demanda, notable decrecimiento de las reservas anuales y elevados precios de importación, González (2011).

La cosecha de arroz como actividad terminal del proceso de producción agrícola, tienen gran importancia en la producción de semillas ya que permite garantizar obtener un producto con la calidad requerida. En las últimas décadas, se han producido en Cuba un incrementos en la aplicación de la mecanización para elevar la productividad de estas operaciones, debido al crecimiento de las áreas sembradas y la poca amplitud del momento de cosecha, que obliga a un riguroso

control de esta actividad por parte del productor con el fin de evitar las pérdidas durante la cosecha, Castillo (1997). En el proceso de la recuperación de la producción arrocerera del país tiene gran paso el Sector Cooperativo y Campesino y su base productiva Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA), Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) y productores individuales donde se han presentado problemas con la aplicación correcta de la fitotecnia del cultivo, así como el incremento del contenido de impurezas, las cuales han rebasado el máximo permisible en nuestro país durante la cosecha del arroz que es de un 8%,(Instructivo técnico del arroz, 2008), por lo que se hace necesario trabajar en disminuir estas afectaciones, lo que provoca que en gran parte del área sembrada no se logre los resultados esperados; pero además, se presentan dificultades en la cosecha por la deficiente organización de las cosechadoras existentes y el mal estado técnico de las mismas, ocasionando pérdidas por este concepto y por tanto, los recursos materiales y financieros empleados no tienen un

**Recibido** 22/07/10, **aprobado** 10/09/11, **trabajo** 58/11, **investigación.**

<sup>1</sup> Dr.C., Director Unidad Científico Tecnológica de Base de Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700, E-✉: alex@inca.edu.cu

<sup>2</sup> Dr.C., Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>3</sup> Ing., Complejo Agroindustrial Arrocerero “Los Palacios”, Pinar del Río, Cuba.

<sup>4</sup> Ing., Director General Complejo Agroindustrial Arrocerero “Los Palacios”, Pinar del Río, Cuba.

respaldo productivo que garanticen la eficiencia y rentabilidad del proceso. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis de las causas que influyen en el comportamiento del contenido de impurezas durante la cosecha del arroz en las condiciones de producción del CAI Arrocerero “Los Palacios” durante la campaña 2009-2010.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en CAI Arrocerero “Los Palacios”, en la provincia de Pinar del Río, durante los años de campaña de cosecha 2009-2010. El trabajo de campo, la caracterización del sitio experimental y del cultivo se realizó en las condiciones de cosecha del CAI Los Palacios, con la variedad de arroz INCA LP-5. La cosecha del arroz fue llevada a cabo con máquinas cosechadoras marca New Holland modelo L521 y TC 57 (Catálogo. Cosechadora New Holland Modelo TC-57(2008)).

### Determinación contenido de impurezas (Me) en la tolva de la cosechadora

Este experimento se realiza tomando muestras de las tolvas de varias combinadas y en varios rendimientos agrícolas, haciéndose en la variedad que ocupa la mayor cantidad de hectáreas en la zona de estudio. La calidad del grano cosechado depende de las condiciones de humedad, contaminación por malezas en la parcela, alimentación de la masa, como de las condiciones técnicas de ajuste y calibración adecuadas de la cosechadora. El método consistió en realizar la toma de muestras por parcela de la tolva del medio de transporte, con una masa mayor de 0,5 kg, procediéndose a separar las impurezas del grano para pesar ambas fracciones por separado en la balanza. La pesa utilizada durante la operación de pesaje debe tener una exactitud de ± 28 g, el experimento se repite no menos de cinco veces para lograr una mayor exactitud (Silva, 2005; Miranda, 2006; NRAG-910:88; NC 34-47: 2003).

Para la determinación de las impurezas del grano cosechado (Me), se aplicó:

$$Me = \left[ \left( \sum m_{impi} / (m_{ti}) \right) / n \right] \cdot 100, \% \quad (1)$$

donde:

$m_{impi}$  - masa de las impurezas de la i-ésima muestra del grano, g;

$m_{ti}$  - masa total del grano de la i-ésima muestra del grano cosechado, g.

**Determinación de la relación grano/paja en el proceso de cosecha mecanizada:** El factor que incide en éste es: la relación grano-paja ( $\delta$ ), principalmente la cantidad de paja, que define a su vez al coeficiente de contenido de paja ( $\lambda$ ), el cual se determina por:

$$\lambda = p / (g + p) \quad (2)$$

donde:

$p$ ,  $g$ —masa paja y grano que penetra en la combinada, respectivamente, kg

Durante la cosecha con diferentes cantidades de grano y paja, la capacidad de alimentación real ( $A_p$ ) de la combinada, se calcula partiendo de las condiciones de homogeneidad de carga de masa de la paja ( $A_p = A_n \cdot \lambda$ ), es decir:

$$A_{Ui} = A_p / \lambda_i = A_n \cdot (\lambda / \lambda_i), \text{ kg/s} \quad (3)$$

donde:

$A_{Ui}$  – alimentación de la masa en un rendimiento agrícola dado i, kg/s;

$A_p$  – alimentación de paja, kg/s;

$\lambda_i$  – coeficiente de contenido de paja en la nueva condición dada i.

Si se desconoce el valor de la alimentación óptima de la combinada, se debe establecer el mayor que se pueda alcanzar para un tipo de grano dado, donde la calidad (pérdidas y daños físicos) estén dentro de los parámetros requeridos por las normas. Por lo que la alimentación real de la combinada ( $A_r$ ), se determina según Zhalinin (1977):

$$A_r = (B_r \cdot V_k \cdot U_g) / 36 \cdot \alpha, \text{ kg/s} \quad (4)$$

donde:

$B_r$  – ancho de trabajo real de la combinada, m;

$V_k$  – velocidad de la combinada, km/h;

$U_g$  – rendimiento agrícola del cultivo, t/ha;

$\alpha$ – coeficiente de contenido de grano, el cual es calculado por:

$$\alpha = g / (p + g) = 1 - \lambda \quad (5)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La efectividad de la cosecha mecanizada también está influida por las características varietales, como el grado de maduración, la altura de la planta, la resistencia al acame, así como por el estado de la plantación, la densidad de siembra, la uniformidad del campo y el nivel de enmalezamiento en el momento de la cosecha. Los resultados de los parámetros agrotécnicos de la variedad INCA LP-5, aparecen reflejados en la Tabla 1.

**Tabla 1. Principales características agrotécnicas de la variedad de arroz INCA LP-5**

Características	Valor
Densidad de siembra, kg/ha	120
Densidad de panículas, panícula./m <sup>2</sup>	436
Altura del cultivo, cm	90,5
Rendimiento de grano, t/ha	4,0
Humedad del cultivo, %	26-20
Días de madurez, días	130
Granos llenos por panículas, cantidad.	105
Peso de 1000 granos secos, g	29
Número de granos en las panículas, cantidad	127
Longitud de la panícula, cm	24,3
Relación grano/paja, $\delta$	1:1,25

Mientras que la relación grano/paja del cultivo cosechado, es decir, la masa que penetra a la cosechadora, considerando la altura de corte de 30 cm fue de 1:1,25, lo cual significa que por cada kilogramo de paja que se introduce a la máquina, penetra 1,25 kg de grano. El contenido de paja ( $\lambda$ ) alcanzó un valor de 0,44 y por tanto, el coeficiente de contenido de grano ( $\alpha = 1 - \lambda$ ) de 0.55.

Analizando la Figura 1, se observa el comportamiento de las impurezas y la productividad de las cosechadoras en función de los diferentes rendimientos agrícolas, notándose que para condiciones reales de producción, que para el caso

de la cosechadora New Holland L521, va alcanzar los menores valores de productividad cual oscilo entre 3,0-4,8 t/ha (1a) y los mayores contenidos de impurezas, a medida que aumenta el rendimiento agrícola, mientras que la New Holland TC57, toma valores entre 3,08-5,4 t/ha (1b) y disminuye el grado impurezas en el arroz cosechado. Los resultados obtenido evidencia que se debe trabajar en lograr un mayor aprovechamiento de las capacidades productivas de las máquinas, así como establecer un mejor control en los parámetros de trabajo de las misma por partes de los operadores y el personal técnico al frente del pelotón.

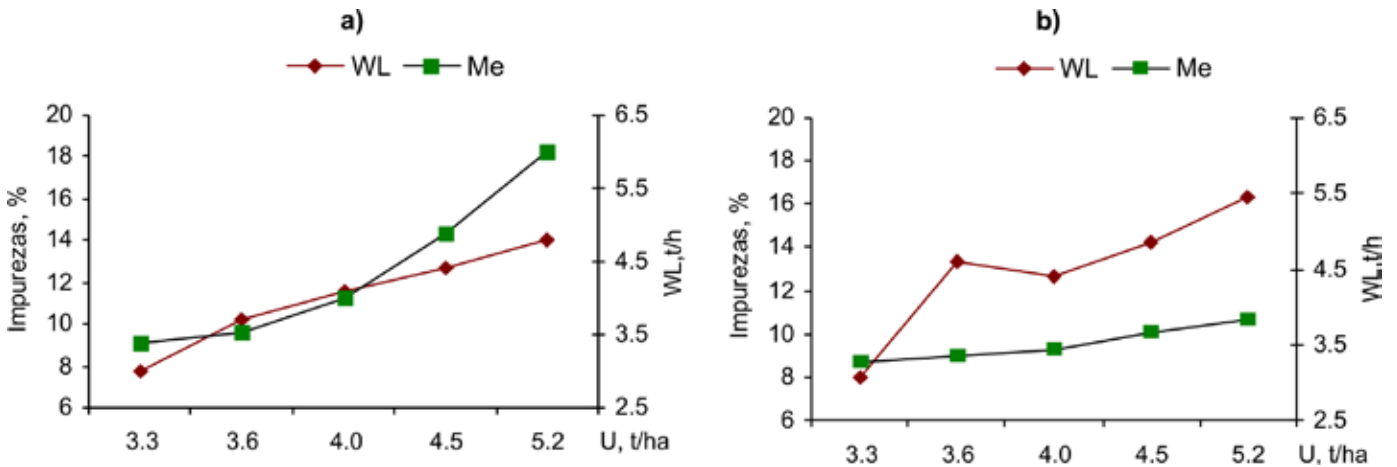
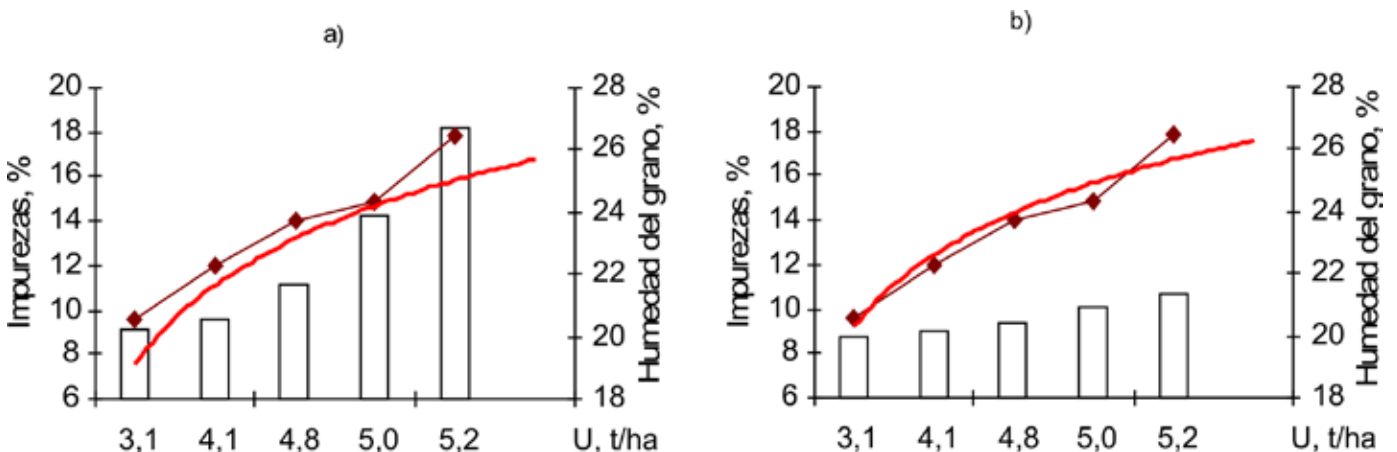


Figura 1. Comportamiento de las impurezas del arroz cosechado y la productividad de la cosechadora en función del rendimiento agrícola (U). a) New Holland L521 b) New Holland TC 57.

En la Figura 2, se representa el comportamiento del contenido de impurezas en función de la humedad del grano, observándose que los mayores contenido de impurezas lo muestra la New Holland L521, los cuales toman valores entre 11,2-18,2% (2a), mientras la New Holland TC57 presenta mejor comportamiento en el contenido de impurezas llegando a oscilar entre 8,7-10,7% (2b), a pesar que los mismo son superiores aún a los recomendados por la literatura (*Instructivo técnico del arroz*, 2008). Entre las principales causas que repercuten en elevado contenido de impurezas encontrado durante la evaluación de la cosecha realizadas por las dos máquinas pueden señalarse la hora de inicio de la cosecha, acumulación de materias extrañas en la plataforma de corte y mala regulación del sistema de ventilación, mala regulación de los órganos de trilla, el contenido de malezas y la humedad de la paja, el ataque de placas y enfermedades, la nivelación de suelos, la calidad de la semilla sembrada, los atrasos en la germinación, los atrasos en la cosecha, cosecha anticipada y la mala capacitación de los operadores.



a) New Holland L521 b) New Holland TC 57  
Figura 2. Comportamiento del contenido impurezas en función del rendimiento agrícola.

## CONCLUSIONES

- Para los cinco rendimientos agrícolas estudiados durante la cosecha de la variedad INCA LP-5, se pudo observar que la menor productividad la logro New Holland L521. A la vez se determinó que los mayores contenidos de impurezas los obtuvo la cosechadora New Holland L521 los cuales se encontraron entre 9,1-18,2% y para la New Holland TC57 oscilaron en valores de 8,7-10,7%, siendo los mismo muy

superiores a lo recomendado por la literatura, teniendo en cuenta que la humedad del grano estuvo entre los límites establecido para la cosecha de esta variedad. Por lo que se hace necesario trabajar en la capacitación de los operarios para lograr un mejor desempeño de los mismos durante la utilización de ambas máquinas y disminuir el contenido de impurezas que tanto afecta la calidad del producto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NAVARRO, L.; J. RODRÍGUEZ; J. DÍAZ y A. BEJINES: *El consumo de arroz en Andalucía*, En: Cultivo del arroz en clima mediterráneo, Madrid, Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, P. 373-391, Madrid, España, 1997.
- GONZÁLEZ, M. T.: Programa de investigaciones de granos en Cuba, En: **V Encuentro Internacional de Arroz. Primer Simposio de Granos**, Conferencia Magistral impartida, La Habana, Cuba, 2011.
- CASTILLO, D.: La calidad del Arroz en Cuba. En: **X Reunión Internacional para arroz en América Latina y el Caribe**, Acarigua, Ponceña, Venezuela, 1997.
- Instructivo técnico del arroz*: Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2008.
- GARCÍA, S. S.: *Investigación del complejo mecanizado cosecha transporte de cebada en la región del Bajío Guanajuatense para elevar su eficiencia técnico-económica*, 161pp., **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias)**, Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 2005.
- MIRANDA, C. A.: Estudio de la productividad de las cosechadoras New Holland L520 en función de la utilización del tiempo de turno en las condiciones del CAI arrocero "Los Palacios", 100pp., **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias)**, Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 2006.
- NRAG-910:88: *Arroz cáscara húmedo, Determinación de materias extrañas*, Vig. Julio 1987.
- NC 34-47:2003: *Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo*, Vig. Febrero 2003.
- Cosechadora New Holland Modelo TC-57*: Ed. Centro de entrenamiento New Holland, Catalogo, Explotación y Estrategia Técnica, Brasil, 2008.
- ZHALININ, E. V.: *Mecanización de la cosecha de arroz*, Rosseljozizdat, Moscú, Rusia, 1977.

**CRECIMIENTO SOSTENIBLE EN LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA**

UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA

- \*Mecanización en la agricultura ecológica
- \*Biotecnología vegetal
- \*Biofertilizantes
- \*Biorreguladores de crecimiento vegetal
- \*Control de plagas
- \*Laboratorios de análisis químico
- \*Alimentación animal no convencional
- \*Mejoramiento animal
- \*Sistemas silvopastoriles