

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL



<https://eqrcode.co/a/7tcfmZ>

Manejo durante la cosecha del arroz y su influencia en la calidad del secado industrial

Handling during rice harvest and its influence on the quality of industrial drying

Ing. Dariel Díaz-Ruiz¹ Dr.C. Yanoy Morejón-Mesa, MSc. Gemma Domínguez-Calvo, Dr.C. Leidy Laura Monzón-Monrabal, MSc. Geisy Hernández-Cuello

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnica, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. La presente investigación se realizó en el secadero industrial “Ramón López Peña”, entidad perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Guillermo Castillo”, localizada en el municipio San Cristóbal, provincia Artemisa, Cuba; la misma se realizó con el objetivo de determinar la relación entre el manejo en cosecha del grano de arroz y su influencia en la calidad del secado industrial. Para cumplir el objetivo propuesto se determinaron los principales parámetros de tecnológicos y calidad del grano; estableciéndose los fundamentos teórico-metodológicos correspondientes. Entre los principales resultados obtenidos se evidenció que el incumplimiento de las operaciones tecnológicas en las atenciones culturales y en el periodo agrotécnico de cosecha, propicia la mezcla de diferentes variedades en la instalación de secado, aspecto que influye directamente en la estabilidad del proceso tecnológico y en la calidad del grano durante el proceso de secado, observándose que los mayores porcentajes de impurezas se alcanzaron, específicamente, por la presencia de granos pastosos, granos vanos, granos verdes y lechosos y semillas indeseables.

Palabras clave: calidad de los granos, impurezas, proceso tecnológico.

ABSTRACT. The present investigation was carried out in the Industrial Drying Facility “Ramón López Peña”, entity belonging to the Managerial Unit of Base (UEB) “Guillermo Castillo”, located in the municipality San Cristóbal, county Artemisa, Cuba; the same one was carried out with the objective of determining the relationship between the handling during rice harvest and its influence on the quality of the industrial drying. To complete the proposed objective the main parameters they were determined of technological and quality of the grain; settling down the corresponding theoretical-methodological foundations. Among the main obtained results it was evidenced that the nonfulfillment of the technological operations in the cultural labors and in the harvest period, favorable the mixture of different varieties in the drying installation, aspect that influences directly in the stability of the technological process and in the quality of the grain during the drying process, being observed that the biggest percents of sludges were reached, specifically, for the presence of mash grains, vain grains, green and milky grains and undesirable seeds.

Keywords: grain quality, sludges, technological process.

INTRODUCCIÓN

Los granos son muy utilizados por el hombre debido a sus variados usos, tanto para la producción de alimento animal como para formar parte de la dieta humana, siendo el arroz el cereal más importante en ella, por contribuir de forma muy efectiva al aporte de caloría, es por ello que según reportes de la Organiza-

ción de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para 2030 la demanda de este grano será un 38% mayor que el volumen producido a finales del siglo XX (Grogg, 2005).

En Cuba, este cereal forma parte de la dieta básica de la población con un consumo per cápita anual de 70 kg, colocándose entre

¹ Autor para correspondencia: Dariel Díaz-Ruiz, e-mail: darielldr@unah.edu.cu

los primeros lugares de América Latina, sin embargo, la producción nacional sólo satisface poco más del 50% de la demanda, por lo que el país se ve obligado a destinar cuantiosas sumas de su presupuesto a la importación de este renglón (Polon y Pardo, 1982; González, 2011; Polón *et al.*, 2012; Maqueira, 2014; Rodríguez, 2016).

El proceso de producción de arroz para consumo humano, comienza con la siembra del grano o plantación de las posturas después de la adecuada fertilización del suelo. Durante el crecimiento de las espigas, el terreno requiere de mucho cuidado, sobre todo con la correcta irrigación y el control de plagas. Cuando el grano está listo para la cosecha (humedad interna promedio equivalente a 25%), este es cosechado y transportado a los molinos para el procesamiento y posterior comercialización.

Este cereal es cosechado con un alto contenido de humedad, por lo que debe ser sometido a un proceso de secado que permita consumirlo de inmediato o almacenarlo por largos períodos de tiempo. El secado es el primer paso del proceso de beneficio industrial y a él le siguen las operaciones de limpieza, descascarado, blanqueo y clasificación, que tienen como objetivo final la obtención de un grano consumo listo para ser comercializado.

Varias son las causas que pueden propiciar un manejo inadecuado durante la operación de secado, entre ellos se pueden citar: pérdidas de tiempo durante el traslado del producto cosechado hacia el secadero, mezcla de diferentes variedades en los silos de secado, entre otras, estas propician que el grano de arroz pueda sufrir daños mecánicos que a su vez ocasionan cuantiosas pérdidas económicas; las cuales están dadas por tratarse del único grano que se comercializa entero y cuyo valor comercial depende de su potencial para cumplir esta condición.

Mejorar la calidad del proceso y reducir el porcentaje de granos defectuosos (quebrados, quemados, manchados, etc.) al máximo posible puede brindar a los productores ventajas en los mercados nacionales e internacionales al disminuir sus pérdidas y mejorar los tiempos de tratamiento durante esta fase.

La modernización de la producción de granos, para que sea eficiente exige cambios en los procedimientos de manejo y comercialización. En estudios realizados en Cuba se ha podido constatar que el grano que llega a los molinos no siempre cumple con los parámetros óptimos requeridos de cultivo y humedad, además inciden deficiencias operacionales en el secado y molinaje, que causan un elevado porcentaje de granos defectuosos, que afectan la calidad industrial del proceso (Arrastía *et al.*, 2008; Sánchez y Meneses, 2012).

La mayoría de los consumidores de arroz prefieren granos que cumplan con los indicadores de calidad establecidos (granos pulidos, enteros, de coloración clara, que se separen de los demás, que no posean sabores ni olores extraños y que aumenten su volumen y peso durante la cocción). Algunas de estas características, fundamentalmente las de índole culinaria, están relacionadas con las variedades; sin embargo, las relacionadas con la apariencia final del producto, pueden modificarse (de forma positiva o negativa) a través del procesamiento de la masa de granos (Ipsán *et al.*, 2013). En tal sentido, debe prestarse especial atención a la temperatura de secado dado que esta influye de forma decisiva sobre la temperatura del grano, que a su vez, dependiendo del valor y del tiempo de exposición puede, tornarse inadecuada e influir negativamente en la

calidad molinera, afectando la disponibilidad de arroz blanco con calidad (Supawan *et al.*, 2014; Golmohammadi *et al.*, 2016).

Por lo antes expuesto la presente investigación tiene como objetivo general: determinar la influencia del manejo en cosecha del grano de arroz en la calidad del secado industrial

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del área experimental

El secadero industrial de arroz “Ramón López Peña” es una entidad que pertenece a la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Guillermo Castillo”, la cual está adscrita a la Empresa Agroindustrial de Granos “José Martí”. Dicha UEB tiene como objeto social el secado y molinado del arroz para su posterior almacenamiento.

El secadero en los últimos años ha sostenido una producción anual que oscila entre 7 000 y 9 000 t; el mismo se encuentra ubicado en la carretera a la comunidad de López Peña, en el municipio San Cristóbal, Provincia de Artemisa, limitando al norte con el Centro de limpieza #1 de la UEB Azucarera “30 de noviembre”, al sur con la Unidad Agropecuaria Militar (UAM), al oeste con la comunidad López Peña, y al este con la comunidad La Conchita. Según reportes de la estación meteorológica de la Empresa Agropecuaria San Cristóbal, los valores promedios de temperatura y humedad relativa de la región son de 27 °C y 80%, respectivamente. La estructura cuenta con una plantilla de 58 trabajadores.

Metodologías para la determinación de las condiciones experimentales

Para definir las condiciones experimentales bajo las cuales se desarrolla la investigación se describen las particularidades del área donde se seleccionan los granos teniendo en cuenta, la variedad, la época del año, la humedad relativa y la ubicación geográfica del lugar.

La selección de la muestra se realiza por un grupo de trabajo, empleando como criterio común para obtención de la masa total, que los granos no presenten daños biológicos, físicos o mecánicos en su exterior y que las superficies estén limpias, sin la presencia de materias extrañas, polvo, suciedad y/o semillas inmaduras. La muestra se divide en cantidades iguales para cada uno de los ensayos a realizar.

Se describen además las condiciones climatológicas (temperatura ambiente, humedad relativa, la velocidad del viento y las precipitaciones) del área donde está ubicada la instalación de secado.

Metodología para la determinación de las principales propiedades de los granos antes y después de secar

Para la determinación de las principales propiedades de los granos antes y después del proceso de secado se utilizan un grupo de metodologías Klaassen (1983); Robledo (1986); Sato (1994); Ohshita (1995), 1986), donde se determinan: la masa, el porcentaje de pérdida de peso (pérdida de masa) y el contenido de humedad.

Determinación de la masa. La masa de granos a secar se determina mediante el pesaje de los medios de transporte (tractores con carretas y/o camiones con remolques), colocando

los mismos en una báscula puente PCM-SG de construcción modular, con capacidad máxima de pesaje de 30 000 kg (Figura 1)



FIGURA 1. Báscula puente PCM-SG de construcción modular.

Masa del producto después de secado (m_2). Se determina mediante la expresión siguiente:

$$m_2 = m_1 (100 - w_f) / (100 - w_i), \text{ kg} \quad (1)$$

donde: m_1 - masa del producto antes de secado, kg; w_i - contenido de humedad inicial del producto, % y w_f - contenido de humedad final del producto, %.

Contenido de humedad. Para determinar el contenido de humedad de los granos se realiza un control inicial antes de comenzar el proceso de secado y luego el muestreo se realiza en periodos de cada media hora, tomando granos a la entrada y salida de la instalación, estando en correspondencia con el proceso tecnológico que se emplee, para ello se emplea un medidor de humedad de granos (Steinlite, modelo SB900 escala 30%, grado de precisión $\pm 0,25$ %) (Figura 2).



FIGURA 2. Medidor de humedad de granos Steinlite, modelo SB900.

Metodología para la evaluación del estado del grano durante el proceso de secado

Esta evaluación se realiza tomando muestras a la entrada y salida del secador objeto de estudio. Se toman no menos de

30 muestras con una masa de 1 kg, procediéndose a separar las impurezas (paja y materias extrañas), y los granos dañados (pelados y quebrados), pesándose ambas fracciones por separado en una balanza analítica modelo OHAUS, de 0 a 2,6 kg con una precisión de $\pm 0,0001$ kg (Figura 3). El experimento se repite no menos de cinco veces para lograr una mayor exactitud.



FIGURA 3. Balanza analítica OHAUS.

Para la determinación del porcentaje de granos pelados y/o quebrados (G_{pq}), se emplea la expresión siguiente:

$$G_{pq} = \left(\frac{m_{pq}}{m_{tg}} \right) \cdot 100, \% \quad (2)$$

donde:

m_{pq} - masa de los granos quebrados y/o pelados, g;
 m_{tg} - masa total de los granos, g.

Para la determinación de las impurezas del grano cosechado (I) se aplica la siguiente expresión:

$$I = \left(\frac{m_{mi}}{m_{tg}} \right) \cdot 100, \% \quad (3)$$

donde:

m_{mi} - masa de las impurezas en la muestra de grano tomada, g.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados del balance de masa durante el proceso de secado industrial

Para la realización del balance de masa durante el proceso de secado industrial del arroz, se evaluaron dos lotes; el Lote (I) que se evaluó en el mes de junio/2017, este estuvo constituido por las variedades de arroz: S1 y Procequisa, el mismo ocupó el 96,7% de la capacidad total de la instalación de secado, con un contenido humedad inicial 24,2%.

En el caso del Lote (II), este se evaluó en el mes de septiembre/2017, estando constituido por las variedades: IAC-35, S1 y Perla, con un contenido humedad inicial 21%; en este solo se ocupó el 64,4% de la capacidad total de la instalación de secado, siendo la misma instalación de secado en ambos casos de estudio, con una capacidad máxima de 180 t (305 m³).

Con el empleo de una báscula puente PCM-SG de construcción modular con capacidad máxima de pesaje de 30 t (30000 kg), se determinó la masa inicial del producto a secar para ambos lotes.

La masa final del producto después de secado se determinó a través de la expresión 1, mostrada en los materiales y métodos. Para propiciar el empleo de la expresión antes mencionada, se monitoreo durante el todo el proceso de se-

cado, el descenso del contenido de humedad, para lo cual se empleó el medidor de humedad para granos Steinlite (modelo SB900). Una vez alcanzada la humedad establecida para el almacenamiento, se determinó el tiempo invertido en efectuar el secado de ambos lotes y a su vez se determinó la cantidad de agua removida en los lotes sometidos al proceso de secado. Los valores de las principales variables del balance de masa, se representan en la Tabla 1.

TABLA 1. Valores de las principales variables del balance de masa

	Masa del producto antes de secado (m _i), t	Masa del producto después de secado (m _f), t	Tiempo operacional (t _o), h	Cantidad de humedad extraída (W), t
Lote I	174,09	139,87	25	34,22
Lote II	116,08	84,15	26,5	31,93

Como se aprecia en la Tabla 1, se logra extraer una mayor cantidad de humedad, cuando el volumen ocupado por la masa de granos es menor; aunque al observarse el tiempo requerido para alcanzar la humedad optima del grano a almacenar, se evidencia que este es mayor en el Lote (II), lo cual debe estar influenciado por las características físicas (talla, densidad y difusividad másica) de las variedades de granos que constituían el mismo, dado que las mismas deben tener una difusividad másica inferior a las variedades que constituían el Lote (I).

Resultados de la evaluación del estado del grano durante el proceso de secado

Al evaluarse el estado de los granos durante el proceso de secado en ambos lotes, es apreciable en la Figura 2, que los mayores porcentos se alcanzaron en las impurezas, específicamente,

por granos pastosos, granos vanos, granos verdes y lechosos.

Estas impurezas están dadas fundamentalmente, por el incumplimiento del periodo agrotécnico durante la cosecha, puesto que, si la misma se realiza en el periodo óptimo, no deben obtenerse granos pastosos, ni granos verdes y lechosos.

Por otro lado, se observa que el valor del porciento de granos vanos es significativo para ambos lotes, este valor se debe a la calidad con la que se realicen las atenciones culturales, así como la calidad de las semillas empleadas durante la siembra.

Otros elementos muestreados que representan perdidas por concepto de impurezas, lo constituyen los restos de residuos vegetales y de tierra y piedras, que, aunque alcanzan valores inferiores a los planteados anteriormente, no tienen por qué estar presentes si se realizan de forma adecuada, la nivelación del terreno, las atenciones culturales del cultivo y el proceso de cosecha.

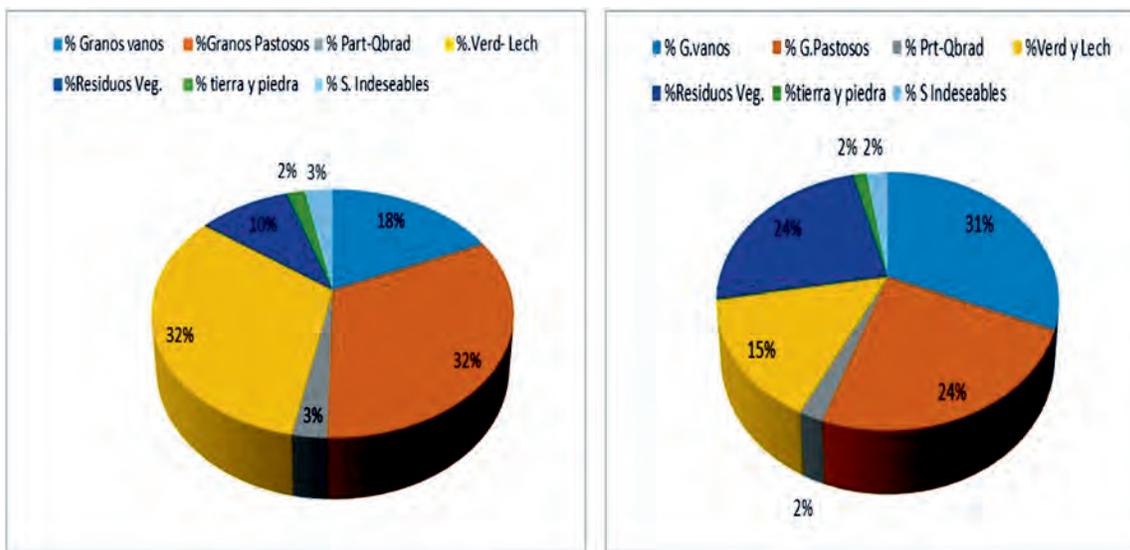


FIGURA 4. Comportamiento del estado del grano sometido al proceso de secado industrial: A) Granos muestreados del Lote (I), B) Granos muestreados del Lote (II).

Al determinarse el porciento de granos pelados y quebrados, se aprecia que en este criterio no se supera el 3% en ninguno de los lotes estudiados, aspecto que demuestra la baja influencia que tienen los elementos mecánicos, ya sea de la cosechadora, como de la instalación de secado sobre la integridad física de los granos. Este criterio es de suma importancia considerarlo para el almacenamiento por largos periodos de tiempo, dado que, de ser elevado, propicia la ocurrencia de cambios bioquímicos y microbiológicos en los granos almacenados, que favorecería la pérdida total del lote.

CONCLUSIONES

- Los fundamentos teórico-metodológicos establecidos, posibilitaron determinar la relación entre el manejo en cosecha del grano de arroz y su influencia en la calidad del secado industrial.
- Se evidencia que la variedad de granos a secar, así como la mezcla de diferentes variedades en la instalación de secado, determina la eficiencia del proceso de secado, lo cual está dado por la difusividad másica de la masa a procesar.
- Los mayores porcentajes de impurezas se alcanzaron, específicamente, por la presencia de granos pastosos, granos vanos, granos verdes y lechosos y semillas indeseables, lo cual se debe al incumplimiento de las operaciones tecnológicas en las atenciones culturales y en el periodo agrotécnico de cosecha.
- El porcentaje de granos pelados y quebrados, no supera el 3% en ninguno de los lotes estudiados, aspecto que demuestra la baja influencia que tienen los elementos mecánicos, tanto de la cosechadora, como de la instalación de secado sobre la integridad física de los granos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARRASTIA, A.M.O.; SUÁREZ, C.E.; CRUZ, E.F.; NAVARRO, I.: “Perspectivas para el mejoramiento de la calidad del arroz molinado en áreas de producción popular de arroz en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2): 37-40, 2008, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- GOLMOHAMMADI, M.; FOROUGH, D.M.; RAJABI, H.M.; SHOJAMORADI, A.R.; HASHEMI, S.J.: “. Study on drying Kinetic of Paddy Rice: Intermittent Drying”, *Iran Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 35(3): 105-117, 2016, ISSN: 1021-9986.
- GONZÁLEZ, T.A.: *Informe anual, Arroz*, Inst. Instituto de Investigaciones del Arroz, Informe anual, Bauta, Artemisa, Cuba, 2011.
- GROGG, P.: *Alimentación: Ayuda para mejorar producciones de arroz, [en línea]*, Inst. FAO, Informe FAO, Roma, Italia, 2005, *Disponible en: www.fao.org/index_es.htm*.
- IPSÁN, D.; DÍAZ, S.; MOREJÓN, R.; IPSÁN, N.: “Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco.”, *Revistas Científica Avances. CIGET Pinar del Río*, 15(4), 2013.
- KLAASSEN, G.: *Seed Drying. International course on seed Technology for vegetable crops*, Inst. University of the Philippines at los Baños the Philippines, International Course, Baños the Philippines, Philippines, 1983.
- MAQUEIRA, L.L.A.: *Relación de los procesos fisiológicos del desarrollo y de variables meteorológicas, con la formación del rendimiento en el cultivo del arroz (Oryza sativa L.) en Los Palacios, Pinar del Río*, Inst. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2014.
- OHSHTA, S.: *Solar grain drying. Group training course in post-harvest rice processing*, Inst. University of Tokyo, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, Training Course, Tokyo, Japan, 1995.
- POLÓN, R.; CASTRO, R.; RUIZ, M.; MAQUEIRA, L.A.: “Práctica de diferentes alturas de corte a cultivo de rebrote y su influencia en el rendimiento del arroz (Oryza sativa L.) en una variedad de ciclo medio”, *Revista Cultivos Tropicales*, 33(4): 59-62, 2012, ISSN: 0258-5936.
- POLON, R.; PARDO, A.: *Estudio de evapotranspiración y filtración en el cultivo del arroz en un suelo arenoso.*, no. 0258-5936, 1982.
- ROBLEDO, E.: *Tipificación y normas en granos básicos*, Inst. Proyecto INIA-PNUD-FAO CHI/83/006, IPA Palatina No.38, La Habana, Cuba, 1986.
- RODRÍGUEZ, S.A.: *Análisis de situación de país para la fortificación del arroz: Cuba, Informe preparado por la consultora para el Programa Mundial de Alimentos Guatemala Agosto.2016, [en línea]*, Inst. Programa Mundial de Alimentos, Guatemala, 2016, *Disponible en: http://sightandlife.org., [Consulta: 15 de marzo de 2018]*.
- SÁNCHEZ, D.J.; MENESES, R.O.E.: “Parámetros que influyen en la calidad industrial del arroz cosechado en el municipio La Sierpe”, *Revista Académica de Economía. Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 163, 2012, ISSN: 1696-8352, *Disponible en: http://www.eumed.net/coursecon/ecolat*.
- SATO, J.: *Grain Dryer. Lecture Textbooks Fourth Edition. Farm Mechanization Course. Farm Machinery Design Course. Tsukuba International Agricultural Training Centre.*, Ed. Japan International Cooperation Agency, Fourth Edition ed., Japan, 1994.
- SUPAWAN, T.; SUPANE, W.; YUTTHANA, T.: “Effective moisture diffusivity, moisture sorption, thermo-physical properties and infrared drying kinetics of germinated paddy”, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 36(1): 115-124, 2014, ISSN: 0125-3395.

Dariel Díaz-Ruiz, Ingeniero egresado de la carrera Ingeniería Agrícola, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: darielr@unah.edu.cu

Yanoy Morejón-Mesa, Profesor Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: yym@unah.edu.cu

Gemma Domínguez-Calvo, Profesora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: gemma@unah.edu.cu

Leidy Laura Monzón-Monrabal, Profesora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail:

Geisy Hernández-Cuello, Investigadora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: geisyh@unah.edu.cu

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de [Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 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.