

ORIGINAL

Evaluación de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), durante el proceso de secado en el secadero “Emilio Lastre”

Evaluation of two varieties of rice (*oryza sativa* L.) during the process of draying in the dry Emilio Lastre

Dr.C. Técnicas Agropecuarias Alfonso Enrique Ortiz Rodríguez, Profesor Titular, Universidad de Granma, Cuba, aortizr@udg.co.cu

MSc. Maquinaria Agrícola Vineiris Rodríguez Lores, Empresa Agropecuaria “Paquito Rosales Benítez”, Veguitas, Cuba

Ingeniero Agrícola José Ramón Carrillo Ríos, Empresa Agropecuaria “Paquito Rosales Benítez”, Veguitas, Cuba

RESUMEN

La investigación se realizó en el secadero de arroz “Emilio Lastre” de la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique”, ubicado en la localidad de “Cayo Redondo” municipio Yara, provincia Granma. El método utilizado fue el analítico investigativo para la evaluación de indicadores de calidad y energéticos en el proceso de secado de las variedades LP-7 (T1) y Selección 1 (T2). El tratamiento dos obtuvo integralmente los mejores resultados con un comportamiento de la humedad final de 12,1 %, un ahorro de combustible y electricidad de 366,8 L t⁻¹ y 517,02 kWt⁻¹ respectivamente, comportándose la más racional con ahorro de 571,4 CUP, garantizando la eficiencia industrial.

Palabras clave: humedad; secado; indicadores; tratamiento

ABSTRACT

The investigation was developed in the Unit “Emilio Lastre” pertaining to the grains Agricultural Enterprise “Fernando Echenique”, located in the locality of “Cayo Redondo” Yara municipality, Granma province. The used method was analytical research for the evaluation of indexes to quality and energy in the husk rice process variety LP-7 (T1) and Selection 1 (T2). The treatment two integrally obtained the best results with a behavior of the final humidity of 12,1 %, a economy the fuel consumption and electricity of 366,8 L t⁻¹ y 517,02 kWt⁻¹ respectively, put up with the more rational with economy of 571,4 CUP, guaranteed the industrial efficiency.

Words key: humidity; drying; indicators; treatment

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*. L), es una de las especies que habita nuestro planeta, es la principal fuente de empleo, ingresos y nutrición de muchas regiones pobres y uno de los cultivos más

importantes del mundo. En la actualidad más del 50 % de la población depende del arroz para el 80 % de sus necesidades alimentarias, ocupando el segundo lugar después del trigo. Esto establece que cerca del 95 %, es cultivado y consumido en los países en vías de desarrollo y su importancia ha ido creciendo incluso en países donde no es un alimento básico tradicional (Calpe, 2004; Suárez, 2007).

A nivel nacional se cultivan más de 200 mil hectáreas anuales en dos campañas de siembra, logrando una producción superior a las 800 mil toneladas de arroz cáscara, con un rendimiento promedio de 3,32 t ha⁻¹, pese al potencial productivo de las variedades obtenidas por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético y la existencia de tecnologías capaces de garantizar satisfactorios resultados (Hernández *et al.*, 2005; MINAG., 2016).

La calidad industrial internacionalmente se mide como el porcentaje de granos enteros obtenido después del proceso de elaboración. En el caso de Cuba según las especificaciones de norma cubana de calidad, establece que el arroz consumo lleve un porcentaje de arroz partido, donde a medida que este sea menor, mayor será la calidad (Hernández *et al.*, 2003). En estudios realizados se ha podido verificar que el grano que llega a los molinos, no siempre tiene los parámetros óptimos de humedad por las variedades cosechadas en las distintas entidades, por lo que se ha observado que el molinaje produce un elevado porcentaje de granos partidos, que va en detrimento de la calidad industrial de la producción (IIA, 2006).

Esto ha motivado una constante preocupación de los productores por la calidad, ya que históricamente el valor del rendimiento industrial ha sido alrededor del 64 %, por lo que en el programa arrocero del país, se posibilitó la introducción de nuevas variedades y tecnologías para dar adecuada respuesta al crecimiento de la producción, siendo necesario el control de la temperatura en cada pase para garantizar el valor de humedad por debajo del 13,5% para el almacenamiento seguro, lo que constituye un factor importante para obtener un producto final en óptimas condiciones de calidad, disminuir el índice de consumo de combustible y eléctrico por tonelada de arroz seco.

POBLACIÓN Y MUESTRA

- Localización del área experimental

La investigación se desarrolló en el secadero de arroz “Emilio Lastre”, perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique. Esta industria encargada del secado del arroz se encuentra ubicada en el Consejo Popular “Cayo Redondo”, municipio Yara, provincia Granma (ONE, 2011).

- Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, con dos tratamientos, concebidos de la siguiente forma:

Tratamiento uno (T1): Variedad LP-7, ubicada en el lote 102 conformado por 13 partidas con humedad inicial de 23,5 %.

Tratamiento dos (T2): Variedad Selección 1, ubicada en el lote 111, conformado por 10 partidas con humedad inicial de 23 %.

Los indicadores evaluados estuvieron determinados por:

- Porcentaje de humedad (%)
- Porcentaje de impurezas (%)
- Consumo de combustible (L)
- Consumo de electricidad (kW h^{-1})
- Eficiencia industrial (%)
- Costo del proceso de secado del arroz (CUP)
- Metodología para determinar el porcentaje de humedad (%).

Para la determinación de la humedad se pesaron 250 g de arroz con una balanza analítica calibrada hasta 500 g, se depositó en un frasco plástico y se colocó en el determinador de humedad (*Steinlite – ElectronicMoistureTester*). Para determinar el contenido fue necesario consultar a la tabla de conversión de humedad, a partir de los valores registrados por el equipo. Esto se realizó durante todo el proceso de secado del arroz cada una hora, chequeando los valores de humedad y temperatura para hacer los ajustes y que se mantuviera el índice deseado. Una vez concluido el proceso y alcanzado el porcentaje de humedad requerido, se tomó otra muestra que se conoce con el nombre de muestra artificial del lote (NC 915; NC 917).

- Metodología para determinar el porcentaje de impurezas (%).

El arroz recepcionado por cada una de las partidas se pasó por la máquina de limpieza 1 (máquina de recibo) y se almacenó en el silo seleccionado para conformar el lote, luego se pasó por la máquina 2 (máquina de proceso) encargada de reducir las impurezas detectadas cada vez que se le efectuó un pase por la torre de secado. Para la determinación de la impureza se pesaron 100 g de arroz con ayuda de una balanza analítica de precisión de 0,1 g, marca OKAUS, según los indicadores de clasificación siguientes :

Materias extrañas

- Residuos vegetales
- Tierra y piedra
- Semillas indeseables

Defectos

- Granos vanos
- Granos verdes y lechosos
- Granos pelados y partidos

Posteriormente se pesó la masa correspondiente a cada una de las categorías anteriores y se determinó el porcentaje (NC: 918; NC: 919; NC: 920).

- Metodología para determinar el consumo energético.

Para el control físico del consumo de combustible, se utilizó una regla de precisión 1 cm lo que permitió efectuar las mediciones del nivel del mismo, situado en un tanque metálico colocado de forma horizontal; así como para el control del consumo de energía eléctrica nos auxiliamos de un metro-contador y de un volti-amperímetro digital marca Vermer (VE 266), lo cual permitió efectuar la medición aislada e individual de los equipos eléctricos (NC: 90:04:81; GEE, 2006).

- Metodología para determinar la eficiencia del proceso de secado.

Para determinar la eficiencia del secado del grano en el secadero se procedió a dividir el estimado de arroz seco y el arroz húmedo recibido de cada variedad evaluada, expresado su resultado en porciento (NC: 003:82).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Análisis del comportamiento de la humedad (%).

En la tabla 1; fig. 1, se muestra el comportamiento de los valores alcanzados de humedad al final del proceso de cada tratamiento evaluado. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas, empleando cuatro pases para realizar el secado de cada variedad, encontrándose el resultado final obtenido en 12,1 %, por lo que garantizan el valor de humedad del arroz seco para ser almacenado, el cual debe ser de 12 a 13 % .

Tabla 1. Comportamiento de la humedad en el proceso de secado del arroz

Tratamientos	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)
T1	23,5	12,1 a
T2	23,0	12,1 a

En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,05$). T1- Variedad LP-7; T2- Variedad Selección 1.

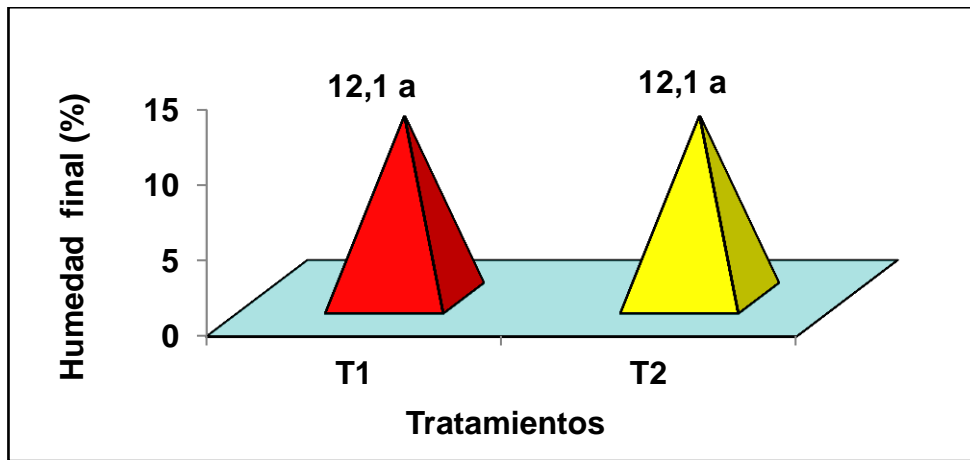


Fig. 1. Comportamiento de la humedad final (%).

- Análisis del comportamiento de las impurezas (%).

En la tabla 2; fig. 2, se observan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde T1 muestra el mejor comportamiento (4,5 %), inferior en 0,6 % al de T2. En efecto tuvo la incidencia en este resultado obtenido por la variedad LP-7 la correcta organización del parque de cosechadoras y conjuntos de máquinas-tractor en el campo, capaz de garantizar con eficiencia del proceso de cosecha y transporte hacia el secadero, logrando que a la tolva de recibo llegara el arroz con el menor porcentaje de impurezas.

Tabla 2. Comportamiento de las impurezas en el proceso de secado del arroz.

Tratamientos	Impureza inicial (%)	Impureza final (%)
T1	11,25	4,5a
T2	11,89	5,1b

En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,05$). T1- Variedad LP-7; T2- Variedad Selección 1.

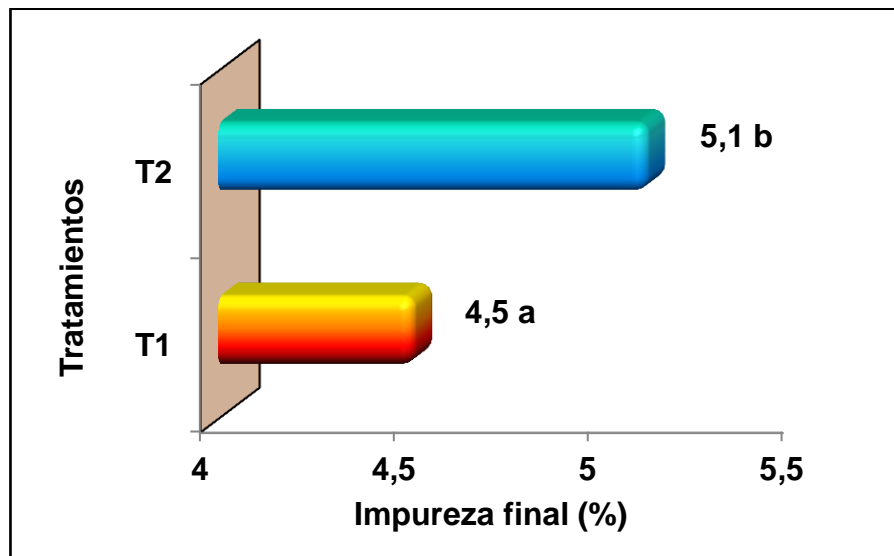


Fig. 2. Comportamiento de la impureza final (%).

- Análisis del consumo de combustible (L).

El consumo de combustible aparece reflejado en la Fig. 3, en la que el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los dos tratamientos, donde T2 con consumo de 1 242,7 L t⁻¹ evidenció el mejor resultado con una diferencia de 366,8 L t⁻¹ que representa el 22,8 % de ahorro, con relación a T1, el cual llegó a consumir 1 609,5 L t⁻¹.

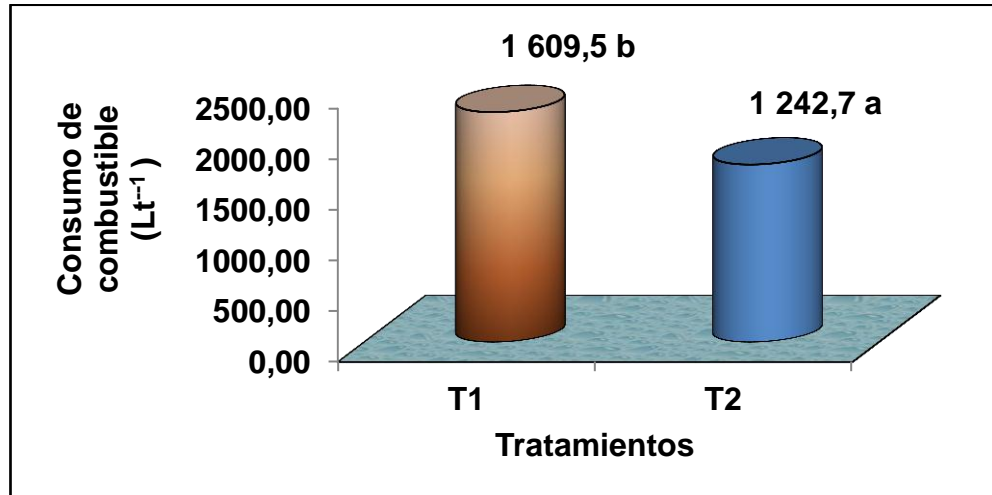


Fig.3. Comportamiento del consumo de combustible (L t⁻¹).

- Análisis del consumo eléctrico (kWh⁻¹).

Al observar la fig. 4, el análisis de varianza también detectó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En efecto, obtuvo el mejor resultado T2 con un consumo de 1 751,4 kWh⁻¹ reportando un ahorro de 517,02 kWh⁻¹ con relación a T1, el cual reportó 2 268,4 kWh⁻¹.

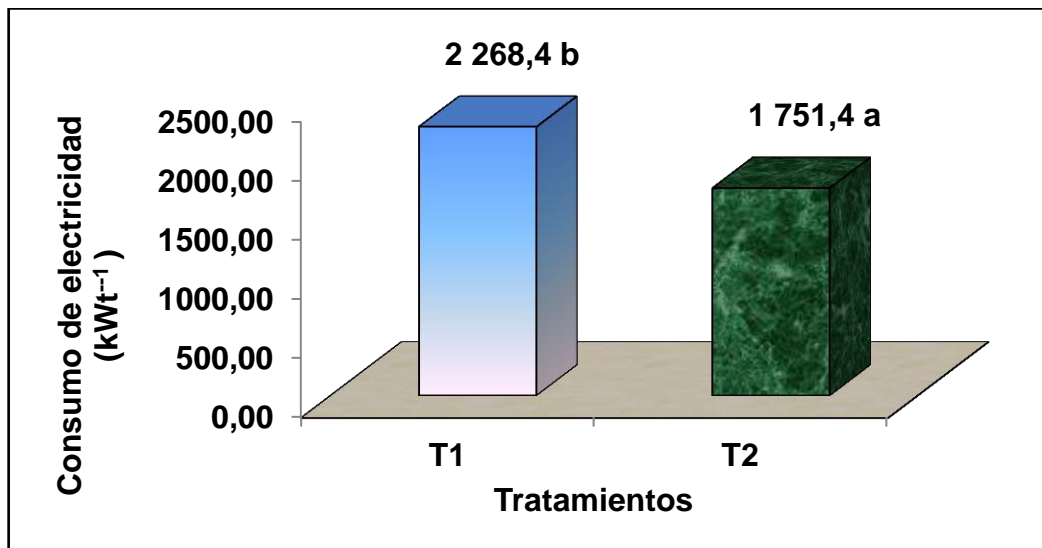


Fig.4. Comportamiento del consumo de electricidad (kWh t⁻¹).

- Análisis de la eficiencia industrial del secado del arroz.

Al observar la tabla 3, ambos tratamientos obtuvieron similar porcentaje en el comportamiento

del indicador de la eficiencia del proceso de secado en el secadero, a pesar de que la cantidad de arroz húmedo procesado fueron diferentes.

Tabla 3. Comportamiento de la eficiencia industrial (%).

Indicadores	UM	Tratamientos	
		T1	T2
Estimado de arroz húmedo procesado	t	108,02	83,04
Estimado de arroz seco	t	84,44	65,18
Eficiencia industrial del secado	%	78,17	78,15

- Valoración económica.

Teniendo en cuenta todos los indicadores que aparecen en la tabla 4; para cada tratamiento evaluado el gasto total reflejado en la fig.5, el tratamiento dos, resultó el más racional con costo total de 1 922,8 CUP, demostrando un ahorro de 571,4 CUP con relación a T1.

Tabla 4. Costo del proceso de secado del arroz.

Indicadores	UM	Tratamientos	
		1	2
Arroz húmedo procesado	t	108,02	83,04
Índice de consumo combustible	L.t ⁻¹	14,9	
Consumo de diesel	L.t ⁻¹	1 609,5	1 242,7
Precio del diesel	CUP	1,0	
Costo del consumo de diesel	CUP	1 609,5	1 242,7
Índice de consumo eléctrico	kWt ⁻¹	21	
Consumo eléctrico	kWt ⁻¹	2 268,4	1 743,8
Precio del kWh ⁻¹	CUP	0,39	
Costo del consumo eléctrico	CUP	884,7	680,1
Total de gastos	CUP	2 494,2	1 922,8

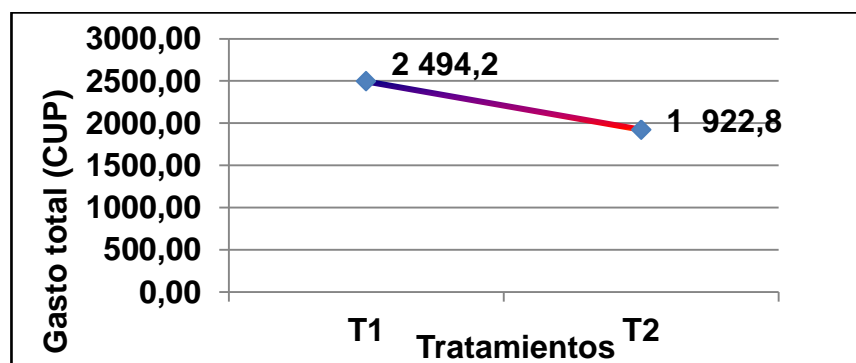


Fig.5. Comportamiento del gasto en el proceso de secado (CUP).

CONCLUSIONES

1. La humedad final se comportó en 12,1 % para T1 y T2, no encontrándose diferencias significativas, cumpliendo con el requisito para ser almacenado el arroz.
2. El tratamiento uno incurrió en 4,5 % de impurezas final, inferior en 0,6 % a T2, encontrándose diferencias significativas.
3. La variedad Selección 1 (T2), evidenció una diferencia de consumo de combustible de 366,8 L t⁻¹ que representa el 22,8 % de ahorro, con relación a T1.
4. La variedad LP-7(T1) obtuvo el mayor gasto de consumo eléctrico, superior en 517,02 kWt⁻¹ con relación a T2.
5. La eficiencia industrial se comportó similarmente con valores para T1 y T2 de 78,17 % y 78,15 % respectivamente.
6. El tratamiento dos se comportó el más racional con un ahorro 571,4 CUP con relación al tratamiento uno.

RECOMENDACIONES

1. Generalizar la introducción de la variedad Selección 1 (T2), en el proceso agroindustrial del arroz, teniendo en cuenta los resultados que a su favor obtuvo en los indicadores evaluados.
2. Lograr una correcta organización del proceso cosecha transporte del arroz de las unidades productoras hacia el secadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Calpe, C;(2004). Rice situation update. International Rice Commission Newsletter. Special Edition.Vol. 53. Proceedings of the FAO Rice Conference. Rice is life. FAO, Rome, pp 4-16.
2. Gestión Energética Empresarial, Colectivo de Autores; 2002. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos, Cuba. Bajo la redacción de Aníbal E. BorrotoNordelo. ISBN 959-257-040-X. Editorial Universidad de Cienfuegos.
3. Hernández, J. L.; Ginarte, A.; Gómez, P. L.; Suárez, E.; Alfonso, R.; Polanco, R.; Ávila, J. y Puldón, V., 2005. Estado actual de la resistencia genética para estrés biótico y abiótico en la política varietal del cultivo del arroz en Cuba. Trabajo presentado en el III Encuentro Internacional del Arroz. 6 al 10 de junio, 2005. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba.
4. IIA, 2006. Instituto de Investigación del Arroz.
5. MINAG., 2016. Instructivo Técnico del Arroz. Unión de complejos Agroindustriales del Arroz.
6. NC 915. Norma cubana. Secado al aire.
7. NC 917. Norma cubana. Determinación de la humedad.

8. 918. Norma cubana. Determinación de granos vanos verdes en el arroz cáscara húmedo.
9. NC 919. Norma cubana. Determinación de granos pelados y partidos en el arroz cáscara húmedo.
10. NC 920. Norma cubana. Determinación de arroz cáscara (paja) y vanos en el arroz cáscara húmedo.
11. NC 90:04:81. Norma cubana. Aforo de tanque horizontal por método geométrico.
12. NC 003:82. Norma cubana. Arroz cáscara seco, proceso tecnológico.
13. ONE, 2011. Oficina Nacional de Estadística. Cuba.
14. Suárez, E., 2007. Origen, diversidad y distribución del genero *Oryza*. Curso de Producción de Semilla de Arroz. Proyecto Regional (TCP/RLA – 3102 (A). Proyecto Regional Agrosalud. Proyecto de semilla. FAO; HarvestPlus; IIA; JICA (Eds.). p 5.