



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS  
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"  
DEPARTAMENTO DE AGROPECUARIA



## *Trabajo de Diploma*

Título: Influencia de la eficiencia de secado en el rendimiento industrial del arroz (*Oryza sativa* Lin).



**AUTOR:** Rosa Sánchez Minguez

**Orientador Científico:** Ing. Dioneisy Plasencia Fariña

**CURSO:** 2011-2012

"Año 54 de la Revolución."

## **INDICE**

---

	<b>PÁGINAS</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	1-3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b>	4-24
2.1. Comportamiento de la producción arroceras en el mundo.	
2.2. Principios de calidad.	
2.3. Factores que influyen en la calidad.	
2.4. Industria arroceras.	
2.5. Procesamiento industrial del arroz: importancia del secado.	
2.6. Secado de arroz.	
2.7. Diferentes tipos de secadoras de arroz.	
2.8. Papel que juega el Laboratorio en la industria arroceras.	
2.9. Proceso de secado en la UEB Españoles.	
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	25-28
3.1. Comportamiento de las eficiencias de secado en la UEB Españoles.	
3.2. Influencia de secado sobre la composición de granos y rendimiento.	
3.3. Eficiencia de secado fuera de los parámetros establecidos.	
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	29-46
4.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las eficiencias de secado.	
4.2. Composición de granos enteros y partidos y rendimiento industrial.	
4.3. Análisis de la eficiencia fuera de los parámetros establecidos.	
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	47
<b>6. RECOMENDACIONES.</b>	48
<b>7. BILIOGRAFÍA.</b>	49-53

## **RESUMEN**

---

El presente trabajo se realizó en los Secaderos # 1, 2 y 3 de la UEB Industrial Españoles, perteneciente al CAI Arroceros Sur del Jíbaro en la provincia Sancti Spiritus desde el año 2009 hasta el año 2011. Este secadero es de tecnología Stein y tiene más de 30 años de explotación, con el objetivo de determinar el comportamiento del rendimiento industrial del arroz y la composición de granos enteros y partidos, a partir de la influencia de la eficiencia de secado. Se realiza un análisis de las eficiencias de 10 lotes de secado desde el año 2009 hasta el 2011 en los tres secaderos de la Unidad, Se aprecian valores por encima y por debajo de los límites permisibles, en este caso para el Secadero 1, mayor de 96% de eficiencia, mientras que en los Secaderos 2 y 3 de arroz consumo el índice debe ser superior a 94%. En todos los casos se pueden apreciar rangos fuera de parámetros, luego de las muestras ser analizadas en el Laboratorio, a partir de la muestra artificial, conjuntamente con la obtenida a la entrada del lote al secadero, lo cual nos permite obtener la eficiencia en cuanto a rendimiento y por ciento de entero, además se hizo un análisis de los lotes de secado fuera de los parámetros establecidos en el año 2011. Los resultados registraron valores fuera de los parámetros establecidos, incidiendo en ellos varias causas, entre ellas podemos citar la mala calidad de la materia prima, problemas operacionales, forma incorrecta de la toma de muestras.

## **ABSTRAC**

---

The present work came true in the That Can Be Dried # 1, 2 and 3 of the UEB Industrial Españoles, to the Jivaro's Rice Southern CAI in the provinces Sancti Spíritus from the year 2009 to the year 2011. This drying room is of technology Stein and it has over 30 years of exploitation, for the sake of determining the behaviour of the performance industrial of rice and the composition of entire grains and games, as from the influence of the efficiency of drying. An analysis of the efficiencies of 10 lots of drying from the year accomplishes 2009 to the 2011 at the Unit's three drying rooms itself, They Appreciate moral values on top and underneath permissible limits, in this case for the Drying Room 1, principal of 96 % of efficiency, while than at Drying Rooms 2 and 3 of rice I consume the index he must be superior to 94 %. In all cases ranges out of parameters, right after signs can appreciate being themselves examined at the Laboratory, as from the artificial sign, together with the obtained to the entrance of the lot to the drying room, which as he permits obtaining us the efficiency as to performance and percent of integer, besides an analysis of the lots of drying out of parameters once 2011 were established in the year was done. The results registered moral values out of established parameters, having an effect on them several causes; among them we can quote the bad quality of the raw material, operational problems, and the overtaking incorrect form.

## **1. INTRODUCCIÓN**

---

En el contexto actual, se hace imprescindible el incremento de la eficiencia en la producción de arroz así como del rendimiento. En el ámbito mundial, la demanda de arroz resulta creciente y no se aprecian en lo inmediato incrementos notables en la producción de este preciado grano. Los precios han mantenido una tendencia al alza y se han disparado aceleradamente durante los últimos años. Se cultiva en todos los continentes, América ocupa el segundo lugar en la producción y en el consumo, lo que explica la enorme importancia estratégica del cultivo del arroz para muchos países del continente, entre los que se encuentra Cuba, donde fue introducido a mediados del siglo XVIII y rápidamente se convirtió en plato indispensable en la dieta del cubano, ganando verdadera importancia a partir del triunfo de la Revolución con la creación de cinco grandes empresas estatales, durante la segunda mitad de la década de los 60 del siglo pasado. (Jennings, 2004).

Según la literatura consultada el factor principal de la comercialización del arroz en el mundo es su presentación como grano entero, bien sea blanco, integral o precocido, debido al hábito generalizado internacionalmente de ingerirlo como grano entero. Esto es por tanto, una de las razones principales de los programas de mejoramiento genético de variedades de arroz. Para alcanzar la producción de grano entero en la cosecha o a nivel industrial se requiere de una manipulación técnica rigurosa.

Entre los factores que influyen en la calidad industrial del arroz, se citan la variedad, condiciones climáticas entre la madurez y la cosecha, sistema de cosecha, secado, almacenamiento y condiciones de elaboración. Esto indica que algunos de los factores son responsabilidad del productor arrocero en tanto que otros son de exclusiva responsabilidad de la industria molinera. El agricultor es quien determina, en primer lugar, el porcentaje de grano entero del arroz que produce.

El secado del grano de arroz recién cosechado se realiza con la finalidad de facilitar su posterior conservación, por largo tiempo, y es una de las operaciones más importantes dentro del procesamiento industrial del arroz, influyendo directamente en la calidad final del producto (Juliano, 1972), así como en los costos debido al consumo de combustibles y electricidad.

Muchos autores plantean que la evaporación rápida del agua, contenida en las capas internas del grano, producida e intensificada por una metodología inadecuada de secado, produce tensiones anormales del grano que, aunque no lo rompan, le causan muchísimas fisuras., por lo que se debe tener en cuenta que la regulación de la temperatura en cada pase es un factor importante, tanto para obtener un producto final (arroz consumo o semilla) en óptimas condiciones de calidad como para disminuir el índice de consumo de combustible por tonelada de arroz seco (Groff, 2002). El número de pases necesarios hasta alcanzar el valor de humedad que garantiza el almacenamiento seguro (por debajo de 13,5 %)

Tomando en consideración las dificultades anteriormente señaladas y el análisis de trabajos realizados anteriormente, se define como **problema científico de la investigación:** ¿Cómo influyen las eficiencias de secado sobre los rendimientos industriales del arroz (*Oryza sativa Lin.*) en los secaderos 1, 2 y 3 de la UEB Industrial Españoles?

A partir del mismo se determina como **hipótesis de la investigación:** Si realizamos un análisis del comportamiento de las eficiencias de secado en la UEB Industrial Españoles del CAI Sur del Jíbaro, entonces se podrán seleccionar los parámetros para mejorar los rendimientos industriales del arroz.

En tal sentido se realizó el siguiente trabajo con el **objetivo general:**

Determinar la influencia de la eficiencia de secado en el rendimiento industrial del arroz en la UEB Españoles.

Para dar cumplimiento al objetivo general proponemos los **objetivos específicos** siguientes:

Diagnosticar cómo se comportan los valores de eficiencia de secado, al comparar el rendimiento total obtenido en el secado natural con los rendimientos totales en el artificial en los tres secaderos de la UEB Españoles.

Determinar la influencia de la eficiencia de secado sobre la composición de granos enteros, partidos y rendimiento industrial en arroz.

Valorar las afectaciones económicas y de calidad que se producen cuando las eficiencias industriales no son adecuadas.

La **novedad** de los resultados está en que se realiza un análisis de la problemática industrial, donde se concretan los parámetros dentro y fuera de lo establecido, posibilitando la aplicación de medidas encaminadas a mejorar los rendimientos en nuestra industria arrocera, debido a la importancia que tiene el método de secado empleado para llevar a cabo un proceso eficiente y con calidad, lo cual nos permite realizar ensayos para variar los parámetros tecnológicos del proceso y determinar en qué medida influye cada uno de ellos sobre los consumos energéticos y la calidad del producto final.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

---

### **CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD INDUSTRIAL DEL ARROZ.**

#### **2.1. Comportamiento de la producción arroceras en el mundo.**

En el mundo, el arroz es uno de los cultivos cerealeros más importantes y constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta (Juliano, 1985; Sanint, 1989). En nuestro país constituye uno de los alimentos principales de la dieta, con un consumo per. cápita clasificado entre los más elevados de América Latina (Gutiérrez, 1988). El cultivo del arroz irrigado es un sistema de producción que envuelve varios factores que interactúan en el crecimiento, productividad y calidad del arroz. El manejo integrado del arroz consiste en desarrollar, a nivel de cultivo, prácticas agronómicas para todos los factores de producción que al final conducen hacia la adopción de mejores tecnologías y el aumento de la productividad. Dentro de los factores a considerar, para el manejo integral del cultivo está la cosecha (Champett, 2001), pues esta actividad afecta los resultados y es aconsejable realizarla cuando sea posible, después que el grano alcanza su madurez fisiológica, con un contenido de humedad entre 20 – 22%, puesto que un atraso de la operación proporcionaría que el grano, en el proceso de absorción y pérdida de humedad se fisure, ocasionando bajo porcentaje de grano blanco entero y rendimiento industrial. (Chen y Kunze, 1983; Banazek, 1990; Siebenmorgen, 2000; Siebenmorgen y Jindal, 2006).

Según Castillo (1993), la cosecha es un concepto , una cultura que se fundamenta en los conocimientos científicos del comportamiento fisiológico de la formación y maduración del grano de arroz en la planta, del medio climático donde se desarrolla el cultivo, de la variedad y de la calidad del producto que se espera de la industria. Bajo estos preceptos, la cosecha tiene una gran importancia, partiendo de que el arroz es un alimento que se consume generalmente como grano entero, por lo que sin duda alguna, el primer elemento de calidad lo constituye la composición de



granos enteros que se obtengan del arroz blanco pulido; preservar esta calidad es el objetivo supremo de cosechar el grano en su madurez óptima. Tanto el rendimiento total en molino como la calidad industrial (porcentaje de grano blanco entero) se afectan considerablemente, cuando el grano se cosecha con humedades por debajo del rango óptimo, ya que el grano es higroscópico y cuando está por debajo del 18% de humedad, aproximadamente, comienza a intercambiar agua con el medio y el proceso de adsorción – desadsorción provoca el fenómeno de la fisuración y la partidura del grano en el proceso de molinería (Peña, 1983; 2001 y 2002).

El arroz se cultiva en Asia, América, Europa, África, etc. Exige un suelo extremadamente húmedo, inundado por la precipitación o de forma artificial. Algunas variedades llamadas de montaña crecen en terrenos no inundados. En los países arroceros en desarrollo casi todo el cultivo se hace de forma manual, mientras que en los países industrializados interviene la maquinaria. El arrozal inundado se siembra a voleo. El terreno permanece inundado durante casi toda la estación de crecimiento y se cosecha y trilla con una misma máquina. Los molinos de arroz suelen instalarse cerca de las zonas de producción. El arroz integral se seca y se limpia antes de envasarlo. Para elaborar arroz blanco, se elimina la cáscara o salvado en máquinas especiales que no rompen el grano blanco interior; éste, una vez descascarillado, se pule con glucosa y talco para darle mejor aspecto. (Infoarroz, 2007)

La producción mundial de arroz en el año 2000 fue de unos 598 millones de toneladas. Dentro de los cereales, el arroz ocupa el primer lugar, en cuanto a volumen de producción, seguido del maíz y el trigo. Las cosechas asiáticas suponen más del 90% de la producción mundial de este cereal y los principales productores son China, con un 31,8% de la producción, y la India (22,4%). En Europa, los principales productores son Italia y España (en las zonas de clima mediterráneo); en términos absolutos, las cosechas son muy inferiores a las de países que dedican a este cultivo extensiones enormes, pero los rendimientos están entre los más altos del mundo. La producción mundial de arroz en los últimos 10

años ha alcanzado un promedio anual de 584 millones de toneladas de arroz cáscara, mientras el área sembrada se ha mantenido de manera estable entre 140 a 150 millones de hectáreas. En la búsqueda permanente de la calidad y de la productividad en los centros de investigación de todo el mundo, surgen continuamente nuevas variedades de arroz, con el objetivo de mejorar el material genético, sus características productivas y de adaptación a nuevas condiciones del suelo y del clima. (Infoagro, 2006).

El arroz constituye el principal cereal que se consume en el mundo, con una per cápita que varía gradualmente, desde 186 Kg/año a 4 Kg/año. A nivel mundial el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo, si se considera la superficie de cosecha, pero si se tiene en cuenta la importancia como cultivo alimenticio, este proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo. El continente Asiático es el mayor productor de arroz en el mundo, con alrededor del 91% y un consumo cerca del 90%. América Latina ocupa el segundo lugar en producción y consumo. (MINAG, 2006).

El valor de uso de cualquier grano es su poder alimenticio y su propiedad de cocción, ambos de mucha importancia para el consumidor. Cuando se refiere al arroz, que es un alimento que propiamente se consume en forma de grano blanco entero, a diferencia de otros cereales (Juliano 1994), entonces este valor adquiere una importancia adicional, el cual deben tener presente los productores agrícolas e industriales para lograr un arroz con buena calidad (Barber , 1993). El porcentaje de grano blanco entero se define en el molino de blanqueo, para hacer este alimento menos vulnerable a las condiciones ambientales (Barber, 2002 y Siebernmorgen, 2006). Tales como época, densidad, y momento óptimo de cosecha; entre otros.

Las características tecnológicas del grano de una variedad de arroz difieren por razones genéticas (Castillo, 2000; Juliano y Villarreal 1993., y Juliano y Pascual 1980) y están relacionadas con la estructura botánica natural del grano, con sus dimensiones y con el efecto que el medio ambiente le puede producir a la estructura química original, fundamentalmente durante la etapa de formación y llenado del

grano. Así de esa forma, las variedades de arroz se diferencian y proporcionan en el flujo de producción industrial un balance material desigual, de los componentes que conforman el grano.

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. En la agricultura de América Latina, el arroz y el maíz ocupan una posición destacada, destinándose principalmente al consumo humano, aunque son utilizados también como materia prima para la elaboración de alcohol, glucosa, ácido acético, acetona, aceite, productos farmacéuticos, combustibles, abonos y alimentos de consumo animal (Arregocés y González, 2005).

La producción de cereales se enfrenta a graves limitaciones, entre las que se encuentran una tasa descendente de crecimiento de las cosechas, la escasez de mano de obra, los conflictos basados en el género, las limitaciones institucionales y la contaminación medioambiental. Problemas que favorecen al hambre creciente, la pobreza y a la malnutrición de buena parte de la Humanidad, por ello se reclama una acción conjunta por parte de todos los agricultores del mundo. (Infoarroz, 2007)

## ***2.2. Principios de calidad.***

Muchos autores plantean que la calidad de los productos agropecuarios es cada vez más importante para el mercado nacional e internacional. En el caso del arroz la calidad juega un papel fundamental, ya que su grano posee características de tamaño, grosor, sabor y olor asociadas a las diversas formas de cocción. Cada consumidor tiene preferencias particulares y éstas también son específicas para los diferentes mercados del mundo (Barber, 2002).

Según Castillo (1997) una vez recolectado y seco, el arroz cáscara experimenta durante el almacenamiento un proceso de maduración posterior que completa y perfecciona sus características organolépticas y cualitativas; el arroz almacenado, mediante el proceso de envejecimiento que se verifica, alcanza gradualmente una

mayor uniformidad y equilibrio cualitativo. Independientemente de este proceso de variación cualitativa, que modifica gradualmente en el tiempo algunas características del arroz, es necesario individualizar todos los factores o atributos de calidad del producto ordenándolos según su importancia y grado de variabilidad. Seguirá consiguientemente la agrupación de tales factores de calidad en una serie de grados, ordenados según su valor o según el destino del producto en sus diversas formas de: arroz cáscara, arroz descascarillado y arroz elaborado, teniendo en cuenta los límites mínimos y máximos de los mismos. Las primeras características que la intuición considera, sea arroz cáscara, descascarillado o elaborado, son:

- Estado de conservación.
- Rendimiento porcentual en arroz elaborado.
- Características de aspecto.
- Sabor y características de cocción.
- Valor nutritivo.

Una característica positiva de los granos es la posibilidad de ser almacenados por largos períodos de tiempo, sin pérdidas significativas en la calidad. Sin embargo, este almacenamiento prolongado se puede lograr cuando se realizan correctamente las prácticas de cosecha, limpieza, secado, control de insectos y prevención de hongos. Un lote de grano almacenado es un material sujeto a transformaciones, deterioros y pérdidas debido a interacciones entre los fenómenos físicos, químicos y biológicos, en los cuales ejercen grandes influencias el ambiente, los factores de temperatura y humedad, la disponibilidad de oxígeno, microorganismos, insectos, roedores y pájaros. (Santos y Montovani, 2002).

### **2.2.1. Su Importancia.**

La importancia de cada uno de estos factores depende de la perspectiva con que los examina la persona interesada: para el agricultor serán más importantes el rendimiento en productos derivados de la elaboración y la conservabilidad; desde el punto de vista del consumidor, son más importantes, en general, los otros tres

aspectos. La humedad del producto, además de limitar la posibilidad de conservación, determina el grado de dureza del grano: cuando el contenido de agua es elevado el grano de arroz es blando, se «deshace» durante la elaboración y es atacado, con mayor facilidad, por los insectos y hongos parásitos; se deteriora. (Castillo, 2000)

Cuanto menor sea la humedad, más sencillos serán los cuidados necesarios para la conservación del producto; el grano adquiere mayor dureza y consistencia, soporta mejor las operaciones de «blanqueo» o elaboración; modifica, mejorándolas, las características de cocción y perfecciona las de sabor. Por lo que respecta a las características indicadas en el punto cuatro, está reconocida, de forma unánime por los investigadores de todo el mundo, la existencia de diferencias cualitativas en el arroz; las costumbres alimenticias de los diferentes países, la preferencia y los métodos de cocción distintos impiden la existencia de una clasificación única y concordé. (Castillo, 2002)

Desde el punto de vista técnico y científico, mediante la determinación de características distintivas del grano, de orden físico o químico-físico, en diferentes variedades de arroz, se han utilizado numerosos parámetros con los cuales se han confeccionado clasificaciones cuantitativas. Los mismos factores objetivos de investigación y las consiguientes escalas no son uniformes para todos los investigadores cuando tales factores se utilizan para realizar comparaciones de carácter cualitativo y de preferencia más que cuantitativo. (Castillo, 2000)

El máximo rendimiento en granos enteros, o sea, el menor porcentaje de roturas durante la elaboración, es el objetivo sobre el que se centra la atención de la industria arrocera y del agricultor. Cuanto más elevado es el rendimiento en enteros mejor se considera la calidad del arroz cáscara, desde este punto de vista. El rendimiento en enteros de arroz elaborado es función de características genéticas de cada variedad, frecuentemente relacionadas con las dimensiones y forma del grano de arroz. (Castillo, 1997)

## **2.3. Factores que influyen en la calidad.**

Juliano (1994), plantea que entre los factores independientes del tipo varietal, los que influyen en las características de cocción, conservabilidad y rendimiento en granos enteros y total de arroz elaborado, o sea, en las características intrínsecas de calidad, se encuentran:

- El grado de maduración del producto; obviamente, depende del momento en que se realiza la recolección, de las condiciones climáticas que se verifican durante la maduración y de la capacidad de la variedad a madurar perfectamente la cariósida.
- La humedad del producto antes, durante y después de su elaboración en arroz blanco.
- La técnica y metodología utilizada para la recolección y secado del arroz cáscara.
- El envejecimiento, es decir, la duración del período de almacenamiento, en relación estrecha con las condiciones de humedad y temperatura con las que se almacena el arroz cáscara.
- El grado de elaboración, es decir, el porcentaje de harinas salvado y cilindro extraído de las capas externas del grano por las máquinas blanqueadoras.
- Los tratamientos especiales antes o después de la elaboración del arroz cáscara.

### **2.3.1. Grado de maduración.**

Cada variedad necesita para madurar un número de días variable, entre los 30 y 60 después de la floración, en relación estrecha con las características genéticas de la variedad. La maduración se verifica, sin embargo se completa, según formas que dependen directamente de las condiciones climáticas que se establecen durante este período, principalmente la temperatura, pero también algo la humedad del aire y la luminosidad. El metabolismo de los productos, almacenados por la planta durante la fase vegetativa, produce reacciones complejas por las que los

compuestos elaborados se trasladan de los órganos de reserva, tallo y hojas, a la inflorescencia, o sea, a las cariósides en formación. Los responsables de la síntesis metabólica de los compuestos, y de su transporte y depósito en el fruto, son los enzimas, elementos proteicos más o menos complejos, las fosforilasas en primer lugar. (Hernández, 1998)

La producción de enzimas por parte de la planta y la rapidez e intensidad de su acción para realizar la función necesaria son factores que dependen estrechamente de la temperatura ambiente: cuanto más favorables sean las condiciones térmicas y próximas a los valores óptimos (25-30°C) de maduración, más intensa será la producción de enzimas y el transporte de los compuestos plásticos hacia la cariósida. En definitiva, mejor y más completa será la maduración. Para el almacenamiento de almidón, proteínas, grasas y sales en la cariósida se necesita una cierta disponibilidad de agua, pero es más importante la enorme cantidad de energía que se desarrolla durante los procesos de respiración: energía eminentemente térmica que tiene necesariamente que proceder del ambiente exterior. (Hernández, 1998)

Con la maduración completa y perfecta se encuentra también correlacionada, en dependencia muy estrecha, la uniformidad del producto y la presencia de algunos defectos comerciales del grano de arroz. Cuando la maduración es incompleta e imperfecta, una parte del almidón sintetizado se deposita en el grano de arroz en el estado amorfo más que cristalino; se distribuye desordenadamente, en el interior de la cariósida, en las zonas de formación última. Generalmente son las variedades de ciclo corto las que originan un producto con características más uniformes y de mayor calidad a la cocción. Las cariósidas situadas en el ápice de la panícula son las que alcanzan antes la maduración; las de la base pueden, por el contrario, hasta no madurar: la falta de uniformidad es el reflejo de la maduración irregular e incompleta, que se verifica en mayor medida en los tipos de arroz de ciclo largo. (Castillo, 2000)

Como conclusión, la forma y velocidad con que se verifica la maduración, además de ser una de las variables de la producción, es un factor de la calidad: tanto por lo

que respecta a los efectos sobre el rendimiento, por lo que concierne a las relaciones que ligan a éste con la estructura interna del grano, como también por lo que respecta a las características comerciales de aspecto. Bajo la perspectiva de las características cualitativas más intrínsecas, las que se refieren al comportamiento del arroz durante la cocción, la maduración perfecta constituye uno de los factores principales de la calidad. (Hernández, 1998)

### ***2.3.2. Estado de conservación.***

Hernández, (1998) plantean que el estado de conservación del arroz se estima generalmente por el olor, al menos en las fases iniciales de su degradación; más tarde. Otros fenómenos sirven de evidencia de la alteración. El enranciamiento de las sustancias grasas puede ser determinado químicamente por el grado de lipólisis que ocasiona la liberación de los ácidos grasos, responsables de la modificación del olor. El análisis de la acidez constituye, por lo tanto, un buen test del estado de conservación de un arroz. Como consecuencia de un exceso de humedad, sin mencionar otros fenómenos de deterioro que pueden también verificarse, se modifica el comportamiento del arroz en la cocción. Los mismos fenómenos citados se producen, de forma más intensa y evidente, con el arroz sin madurar completamente.

Almacenando el arroz cáscara con un contenido inadecuado de humedad se activan al menos dos procesos biológicos negativos. La flora micótica, siempre presente sobre o debajo de las glumillas, se multiplica. Las lipasas de esta microflora y los enzimas presentes —aunque inactivos— en el arroz atacan las grasas, azúcares y proteínas, alterando el producto hasta su completa destrucción. Las fermentaciones derivadas, además, aunque posteriormente se puedan controlar y detener mediante tratamientos adecuados, son causa de graves defectos y alteraciones cualitativas: granos variados, manchados, ambarinos y amarillos. (Hernández, 1998)

### ***2.3.3. Recolección y secado del arroz cáscara.***

En el momento del trillado, el arroz cáscara tiene un contenido de humedad que oscila entre el 18 y el 35% aproximadamente. Cuanto mayor sea la humedad del



arroz cáscara en la recolección mayor tendrá que ser la precaución para realizar el secado del mismo. La evaporación rápida del agua, contenida en las capas internas del grano, producida e intensificada por una metodología inadecuada de secado, produce tensiones anormales del grano que, aunque no lo rompan, le causan muchísimas fisuras. Es el fenómeno que los anglosajones definen como «sun cracking» (resquebrajamiento por el sol). Hay que recordar que el mismo fenómeno se puede verificar en el campo durante la maduración. La oscilación de la insolación y ambiente seco con la lluvia o rocío entre el día y la noche provoca el secado rápido del grano, seguido por una humidificación intensa, en repeticiones sucesivas. (Castillo, 2002)

#### ***2.3.4. Envejecimiento o duración del almacenamiento***

El envejecimiento disminuye la solubilidad, en el agua, del almidón y proteínas; el tiempo necesario para la cocción aumenta, paralelamente con el incremento de volumen, la absorción de agua y la resistencia a la disgregación. Se producen variaciones hidrolíticas y oxidativas de los lípidos del arroz en relación con los cambios de las proteínas y del almidón. Las capas externas del pericarpio se oscurecen ligeramente; el rendimiento de la elaboración aumenta al disminuir el porcentaje de roturas. Disminuye la susceptibilidad de los diversos compuestos del grano a la actividad enzimática. La cariósida alcanza una mayor dureza y consistencia. (Castillo, 2000)

#### ***2.3.5. Grado de elaboración y tratamientos del arroz***

La elaboración del arroz es una de las variables más importantes que influyen en la calidad. Su finalidad consiste en quitar las capas celulares más externas y el germen, con el mínimo de roturas, dejando el grano, en la mayor medida posible, con su forma original. El grado o intensidad de elaboración debe ser la adecuada para obtener un producto de buen aspecto, con las mejores características a la cocción posibles, en lo que concierne o sea posible pretender con la elaboración en sí. Con una elaboración profunda se obtiene un arroz blanco, brillante y poco harinoso, frecuentemente preferido por el consumidor. Sin embargo, al eliminar casi completamente las capas celulares que envuelven el endocarpio, reduce las

características cualitativas del arroz en la cocción que son mejores cuando la elaboración es menos intensa; hay que tener en cuenta también la pérdida de valor nutritivo que se origina después de la eliminación de las capas externas, que son las que contienen abundantemente los mejores elementos, desde el punto de vista del valor alimenticio. (Castillo, 1997)

#### **2.4. Industria arrocera.**

En el contexto actual nuestra industria, se encuentra inmersa en una etapa, en que la actividad primordial continuará siendo el cumplimiento de los planes de producción y entrega al 100%, logrando mejores rendimientos y calidad en el arroz consumo, esta es nuestra tarea fundamental, pero para lograr este propósito, no basta sólo con la existencia de la materia prima y el trabajo estable frente a la máquina, será necesario que marchen a la par el resto de las actividades complementarias junto a la tarea fundamental: producir. Aplicar y controlar las normas de consumo de materias primas, materiales directos a la producción y para las actividades de mantenimiento, reparación y transporte; como elemento básico de ahorro y óptimo aprovechamiento de los recursos, como aspecto primordial para el efectivo aseguramiento de la producción. (Barber, 2002)

La industria debe marchar a paso acelerado junto al progreso de la ciencia; si no frena su desarrollo. Los conocimientos técnicos se amplían y perfeccionan con su uso, cuanto más se aplican, más rápidamente se desarrolla la ciencia. El desarrollo de la producción de forma eficiente, depende de la aplicación oportuna de las conquistas del desarrollo científico y sus descubrimientos. Así pues, uno de los pasos fundamentales para el desarrollo de una industria nueva, con una moderna tecnología, es la formación inmediata de los cuadros técnicos y de dirección que se encargarán de los distintos procesos. La superación técnica de los operarios de nuestra industria deberá ir a la par del avance tecnológico de la misma. De ello depende en buena medida, que los resultados y conquistas del desarrollo técnico, se conviertan en logros de la producción y la calidad con el aprendizaje sistemático y constante, para lograr avances en este sentido (UCAIA, 2001).

## ***2.5. Procesamiento industrial del arroz: Importancia del Secado.***

La primera operación que se lleva a cabo en la industria consiste en la limpieza y posteriormente el descascarillado. Con este proceso se elimina la cascarilla dura que protege al grano cuando esta en la espiga. Así se obtiene el arroz moreno o integral, rico en vitaminas del grupo B, minerales y fibra. Después se somete a un proceso denominado “mondado” con el cual se logra eliminar total o parcialmente la cutícula o salvado que recubre al grano y el germen, pero lamentablemente se eliminan gran parte de vitaminas, minerales y fibra. El germen desaparece totalmente con el último proceso, el pulido, con lo que se logra evitar que el arroz se enrancie mientras esté almacenado, pero se reduce notablemente su calidad nutritiva (Alves, 2002).

La industria arrocera cubana se encuentra inmersa en la búsqueda de alternativas que contribuyan al mejoramiento de los consumos energéticos, lo cual se debe lograr manteniendo la calidad del producto final (UCAIA, 1988).

Una de las operaciones más importantes dentro del procesamiento industrial del arroz es el secado de la masa de granos. La misma influye directamente en la calidad final del producto (Juliano, 1972), así como en los costos debido al consumo de combustibles y electricidad.

Actualmente, los productores especializados de arroz utilizan diferentes tecnologías para realizar el secado del arroz. La más difundida en Cuba es la tecnología Stein, la cual posee un sistema de transportación que permite el flujo continuo del arroz dentro de la unidad de secado. Además tiene un sistema de limpieza que permite eliminar parte de las impurezas contenida en cada lote de secado mientras este se está procesando. También cuenta con una torre de secado, donde se realiza la operación principal del proceso. Esta tiene acoplado un sistema de ventilación que garantiza la introducción y el contacto del aire de secado con los granos. Para el calentamiento del aire se cuenta con un sistema de combustión directa. Dicho sistema asegura la energía necesaria para la reducción gradual (alternado pases de secado con intervalos de reposo) de la humedad de los granos (Wasserman, 2005).

La regulación de la temperatura en cada pase es un factor importante, tanto para obtener un producto final (arroz consumo o semilla) en óptimas condiciones de calidad como para disminuir el índice de consumo de combustible por tonelada de arroz seco (Groff, 2002). El número de pases necesarios hasta alcanzar el valor de humedad que garantiza el almacenamiento seguro (por debajo de 13,5 %) también es de suma importancia ya que incide directamente sobre el consumo eléctrico de la unidad.

## **2.6. Secado de arroz.**

Según Alves (2002), los objetivos principales de un sistema de secado de arroz son los siguientes:

1. Reducir al mínimo la cantidad de granos quebrados que se producen como resultado del mismo secado.
2. Extraer la humedad de manera económica.
3. Hacer el trabajo de manera relativamente simple, sin complicaciones técnicas que no agreguen valor al proceso.

La importancia de la reducción de granos quebrados es indudable. En algunos países, por ejemplo, una diferencia de dos o tres puntos porcentuales puede significar la diferencia entre obtener, o no, utilidades. La economía en la operación depende de: la inversión total necesaria en las instalaciones, de las necesidades de mano de obra y del consumo de fuerza eléctrica y combustible. Por último, la simplicidad de la operación puede ser de mucha importancia, especialmente en zonas retiradas de las principales ciudades, con recursos técnicos limitados.

En las zonas tropicales secar arroz es más delicado que en las zonas templadas, por las características físicas de los granos producidos en ellas, las cuales dependen de las condiciones climáticas. Las diferencias se encuentran principalmente en la presencia de granos yesados y panza blanca en los granos del trópico y en la menor resistencia mecánica de los mismos, a los esfuerzos del descascarado y pulimento. El secado artificial de arroz presenta problemas

especiales por tratarse del único grano que se comercializa entero y cuyo valor comercial depende, precisamente, de su rendimiento de grano entero. Cuando el grano en el campo alcanza la madurez, su humedad interna deja de depender de las transferencias que la planta le hace y varía, más bien, dando respuesta a los cambios ambientales. Después de que el arroz en el campo ha alcanzado la madurez, los cambios en las condiciones climáticas, especialmente la lluvia, pueden afectar el rendimiento de grano entero (Alves, 2002).

Los granos de arroz en el campo, en la misma panícula, maduran de manera diferente. En el momento de la cosecha, si esta se hace con la humedad promedio adecuada, la mayor parte de los granos están maduros, pero algunos pueden haber pasado esta etapa y otros encontrarse todavía inmaduros. Una investigación hecha en la Universidad de Arkansas mostró que, en una misma panícula, existían diferencias de humedad de 21% a 29% entre los granos de la parte superior y de la parte inferior. Datos elevados en Colombia y Venezuela muestran que con frecuencia en el trópico se tienen dispersiones de humedad mayores. Por tratarse de un material higroscópico, el arroz, en el campo o almacenado, tiende a ganar o perder humedad de la atmósfera, hasta equilibrarse con las condiciones climáticas. Estos cambios de humedad pueden inducir la aparición de fisuras y la reducción del potencial de producción de grano entero (Castillo, 2000).

## ***2.7. Diferentes tipos de Secadoras de arroz.***

Alves (2002), plantea que entre los sistemas utilizados para el secado del arroz se encuentran el secado por pasos con secadoras de torre, el secado por recirculación también en secadores de torre, el secado en albercas, un sistema que combina torre y alberca y, de manera reciente, el secado en secadoras de lecho fluidizado. La modernización de la producción de granos, para que produzca beneficios plenos, exige cambios en los procedimientos de manejo y de comercialización. En un sistema moderno, la recolección y el transporte se hacen totalmente a granel, de tal manera que es necesario realizar también a granel las operaciones de recibo, secado y almacenaje.

### **2.7.1. Secadoras de alberca.**

Las albercas son adecuadas para manejar cantidades pequeñas o medianas de arroz, para el secado de cantidades grandes (15.000 o más toneladas de arroz por año), el sistema "combinado" con albercas y torres de secado o el secado por pasos con torres y silos de reposo ofrecen, en la mayor parte de los casos, una opción de operación más económica, aunque no deben olvidarse la tendencia de secado por "pasos" a producir mayor cantidad de granos partidos que el secado en albercas. El tiempo de secado depende principalmente de las condiciones ambientales, de la temperatura del aire de secado y del volumen de aire aplicado por una determinada cantidad de grano. Como norma general se recomienda que el volumen de aire no sea inferior a 10 CFM/Bushell de grano (14 M<sup>3</sup>/Min por tonelada de grano). El sostenimiento de una temperatura de secado relativamente constante es de mucha importancia en horas de la noche, cuando la temperatura ambiente desciende y la humedad relativa del ambiente aumenta. El descenso de temperatura reduce la capacidad efectiva de secado y fomenta, como se analizó, la aparición de fisuras en el arroz que se encuentre relativamente seco, al rehumedecerlo. Es necesario tener en cuenta que, al finalizar el proceso, inevitablemente, se presentan diferencias de humedad entre el arroz situado en la parte superior e inferior. Esta diferencia de la humedad promedio es normalmente de 1.5 a 2 puntos (Alves, 2002).

### **2.7.2. Secadoras de torres o columnares.**

Las secadoras de columna o de torre fueron desarrolladas en los Estados Unidos para atender las necesidades de secado artificial que introdujo la utilización masiva de cosechadoras combinadas, durante la Segunda Guerra Mundial en los siguientes años. Los elementos básicos que componen una secadora de torre son los siguientes: Recipiente de granos y un tanque de reserva superior. La capacidad de estos recipientes puede oscilar entre 10 y 100 toneladas, quemador de combustible equipado con control de temperatura de termostatos limitadores de temperaturas. Estos deben ser dos, colocados en los conductos de aire frío (salida de aire a la atmósfera) y de aire caliente: El termostato del lado del aire frío se debe graduar a aproximadamente 40°C y el de lado caliente a aproximadamente 60°C. Si

cualquiera de los dos termostatos detecta sobrecalentamiento en el conducto, el circuito eléctrico debe desconectar los motores de los ventiladores y del quemador, ventiladores centrífugos o axiales, mecanismo de descarga de grano de velocidad variable, sección de enfriamiento: generalmente se utiliza aire ambiente, se ajusta por medio de compuertas desde el exterior. (Alves, 2002).

### ***2.7.3. Secado por pasos.***

El secado de arroz, por pasos, en maquinas de torre de flujo continuo, es utilizado en muchas de las instalaciones industriales de beneficio de arroz de los países productores de la zona templada. Entre sus ventajas, si se compara con el espacio necesario para las albercas del tipo tradicional en Colombia, se encuentra la facilidad de manejo del grano totalmente mecanizado, menor consumo de potencia y menor espacio ocupado. Debe tenerse en cuenta que la factibilidad de realizar el secado en silos de gran capacidad, depende, en buena parte, de las condiciones ambientales. En Arkansas, durante la cosecha, por ejemplo, es frecuente que las condiciones ambientales se equilibren con humedad del grano de 12% o menos (32°C y humedad relativa inferior a 60%). En zonas donde, por razones climáticas, el grano se recolecta con humedad muy alta, si se desea obtener buenos rendimientos de grano entero (alto índice de pilada), es necesario realizar 4,5 y aún 6 pasos de secado. El secado por pasos es una alternativa tecnológica adecuada para el manejo de cantidades grandes de arroz. En el medio colombiano sus ventajas económicas se aprecian claramente cuando se acondicionan cantidades superiores a 15.000 o 20.000 toneladas de arroz anuales (en la terminología todavía utilizada en algunas zonas de Colombia: 240.000 o 320.000 "bultos" de 62.5 Kg.). (Alves, 2002).

### ***2.7.4. Secado con recirculación en secadoras de torres.***

Este sistema, muy utilizado en Centroamérica y Panamá, tiene su campo de aplicación cuando se tratan cantidades relativamente pequeñas de arroz. El diseño original de este tipo de secadoras utiliza una tolva de reserva grande sobre las secciones de secado activas (aquellas que reciben la acción del aire caliente), de tal

manera que, con la acción de recirculación del grano Ala misma torre, con ayuda de un elevador externo, se tiene un período de reposo interno"continuación de cada paso de secado. Este mismo principio se aplica en las unidades denominadas intermitentes, desarrolladas en Brasil y otros países del Cono Sur. Si en este tipo de secadoras de reposo, o atemperamiento, se realiza en silos, de manera externa a la secadora, se puede mejorar, sin mayor costo, la capacidad de secado, al aumentar el tamaño de la sección activa, a expensas de la reserva, compensando, naturalmente, el volumen de aire y de calor. (Alves, 2002).

### **2.7.5. Sistema de secado "combinado".**

El sistema de secado combinado es una adaptación del sistema de secado aireación de maíz, el objetivo fundamental de este tipo de secado es reducir el tiempo necesario en las albercas, unidades existentes en muchos de los molinos de arroz colombianos, para aumentar sustancialmente su capacidad, sin necesidad de aumentar el tamaño físico de la totalidad de las instalaciones, además permite agilizar el recibo de grano, "salvar" arroz, al reducir la humedad de cantidades grandes de grano de manera rápida, hasta niveles que permitan almacenados por dos o tres días, en silos debidamente equipados con sistemas que inyecten altos volúmenes de aire al grano (aproximadamente Ys de CFM por cada Bushell de granos, que equivale al doble de la cantidad de aire que se aplica en los silos de almacenaje para tratar de controlar su temperatura). En el secado combinado se utiliza una secadora de torre para remover los primeros puntos de humedad en un solo paso, (generalmente hasta un nivel de 20% o 21 %) y secadoras de alberca ya existentes para finalizar el secado. (Alves, 2002).

### **2.7.6. Secado "combinado" alberca – torre.**

El propósito de la torre es, en este caso, totalmente diferente al del anterior, pues no se busca "salvar" grano sino compensar parcialmente el defecto principal de las secadoras de alberca: la disparidad de humedad de cada "cochada", dada la diferencia que se presenta entre las capas superior e inferior, que puede llegar al



2%, y aún más en casos extremos. La secadora se instala después de las albercas para extraer los últimos 1 o 2 puntos de humedad. Al finalizar un proceso de secado, en albercas de diseño normal, se tiene una diferencia de humedad entre las capas superiores e inferiores de 1.5% a 2.5%, de tal manera que, para que el grano más húmedo no tenga problemas durante el almacenaje, es necesario extraer más humedad del grano más seco. Esta necesidad conduce a una merma de peso innecesaria desde todo punto de vista. Con la instalación de la secadora de torre para realizar el secado final se busca aprovechar su capacidad de mezcla y agitación del grano, características que permiten homogenizar un poco la humedad (pues los granos más húmedos en este tipo de secadoras tienden a secarse un poco más rápidamente que los más secos) y reducir las diferencias de humedad entre los granos en la descarga final. Con este sistema, la diferencia de humedad entre las capas superiores e inferiores de las albercas se reduce del promedio actual de 2%, a una cifra que oscila entre 1 % y 1.5%. La ganancia en peso que puede esperarse (estrictamente la menor merma), en consecuencia variará entre 0.5% y 1 %, cifra cuyo valor puede estimarse para evaluar la conveniencia de las inversiones (Alves, 2002).

### ***2.7.7. Secadoras intermitentes.***

Este es un sistema utilizado en Brasil desde hace por lo menos 30 años. El sistema consiste, básicamente, en recircular el grano por un sistema de secado de corta duración y un silo externo, o una tolva sobre la misma secadora, de tal manera que una acción de secado sea seguida por un reposo 10 o 15 veces más largo. En algunos casos estas secadoras son realmente silos metálicos, con la parte inferior dedicada al secado y lo demás actuando como tanque de reserva. En estos casos la instalación cuenta con un elevador de cangilones de alta capacidad que permite recircular la carga total de la máquina en aproximadamente 30 o 35 minutos. Desde el punto de vista ambiental las secadoras analizadas pueden considerarse de bajo riesgo, pues la cantidad relativamente baja de aire que utilizan permite la instalación de ciclones u otros sistemas de control. (Alves, 2002).

### ***2.7.8. Secadoras de lecho fluidizado en arroz.***

Los objetivos de los trabajos con los lechos fluidizados han sido: en primer lugar, reducir el consumo de energía y, en segundo, mejorar los índices de grano entero por medio de la "miniparbolización" que se consigue con la rápida vaporización de humedad en aquellos casos en los cuales el grano tiene humedad cercana o superior a 24%. Las condiciones en que se realiza el cultivo y la recolección en Tailandia son diferentes a las que tienen en países tropicales como Venezuela y Colombia. La diferencia estriba principalmente, en el nivel de humedad de recolección promedio que se extiende en Tailandia, donde son frecuentes niveles superiores a 24% (base húmeda), no demasiado frecuentes en Colombia y Venezuela, donde el promedio se encuentra alrededor de 22%. En la mayor parte de las aplicaciones en Asia, las secadoras fluidizadas se utilizan para remover los primeros tres o cuatro puntos de humedad, por ejemplo de 24% a 20%, con temperaturas de aire cercanas a 125°C, los cuales incrementan la temperatura del grano a más de 50°C, y lo sitúan dentro de la zona cauchosa. Las temperaturas del aire de secado normalmente se ajustan de acuerdo con el contenido inicial de humedad del grano. Generalmente se establece una temperatura del aire de salida cercana a 65°C y el termostato del quemador ajusta automáticamente la cantidad de combustible quemado con los cambios de humedad del grano. (Alves, 2002).

### ***2.8. Papel que juega el Laboratorio en la Industria arrocerá.***

En los momentos actuales en que todas las actividades del país avanzan organizadamente a gran ritmo, cobra importancia especial en la Industria Arrocerá el Laboratorio: como elemento evaluador de materiales y producciones, en el incremento de las exigencias por lograr las mismas a más bajo costo y de mejor calidad, lo cual constituye el elemento indispensable de las actividades de Normalización, Control de la Calidad, Investigaciones, etc.; la presencia de la actividad económica en las fábricas en proceso de desarrollo creciente obliga, en ese sentido, a conocer periódicamente la eficiencia de la gestión productiva, cuantificando cuando se producen las desviaciones de los parámetros en los puntos de control correspondientes de las características evaluadas. El incremento de los montos de producción día a día exige el concurso de una gestión analítica capaz de

diagnosticar cualquier falla y poner esta de inmediato fuera de combate (UCAIA, 2001)

El Laboratorio arrocero, en las plantas de secado y semillas tiene la responsabilidad de evaluar los materiales (arroz cáscara húmedo) procedente de la agricultura. Esta evaluación consiste en la determinación, por lote (cantidad de arroz recepcionado por una planta de secado en 24 horas) de las características indicadas en los programas de Control de la Calidad. Las estadísticas técnicas desempeñan un papel importante en estos métodos científicos de observación sistemática en la interpretación segura y en la pronta acción correctiva (UCAIA, 1988)

### ***2.9. Proceso de secado en la UEB Españoles.***

Actualmente, los productores especializados de arroz utilizan diferentes tecnologías para realizar el secado del arroz, la más difundida en Cuba es la tecnología Stein, la cual posee un sistema de transportación que permite el flujo continuo del arroz dentro de la unidad de secado. Además tiene un sistema de limpieza que permite eliminar parte de las impurezas contenida en cada lote de secado mientras este se está procesando. También cuenta con una torre de secado, donde se realiza la operación principal del proceso. Esta tiene acoplado un sistema de ventilación que garantiza la introducción y el contacto del aire de secado con los granos. Para el calentamiento del aire se cuenta con un sistema de combustión directa. Dicho sistema asegura la energía necesaria para la reducción gradual (alternado pases de secado con intervalos de reposo) de la humedad de los granos (Wasserman, 2005).

El proceso a realizar en una planta de secado de arroz tiene por objeto reducir la humedad inicial del arroz cáscara, a un por ciento que permita el almacenamiento del grano, sin detrimento de sus condiciones para su posterior beneficio. A pesar de las seguridades que ofrece para el grano un tratamiento adecuado durante el proceso de secado, en cuanto a la fijación de sus condiciones cualitativas se refiere, debe considerarse que se inicia un proceso propio en el producto a partir del momento del corte de la planta en el campo, cuando ésta alcanza las condiciones

que se aconsejan para su recolección. Desde este punto, las características de este cereal pueden modificarse al depender exclusivamente de su potencial orgánico, no estando ya alimentado por el sistema radicular y quedar expuestas a la propia respiración celular, con menoscabo de sus contenidos útiles a la influencia del ambiente y a los procesos de fermentación (Peña, 2002).

La pérdida de la calidad del arroz húmedo sería cuantiosa si no se evitara este proceso degenerativo, sometiendo al producto, en el más corto plazo de tiempo posible desde el momento del corte o siega, a un secado progresivo, hasta alcanzar el nivel de humedad de 12.5 a 13.5 %, en el tiempo y la forma que la experiencia demuestra como más conveniente para la ulterior obtención de los mejores rendimientos en el proceso de molienda (Castillo, 2000). La aplicación de aire caliente a la masa de arroz en la torre de secado, no excederá de 50 – 55 °C, según el pase que se está dando, garantizándose que el arroz a la salida de la torre de secado no sobrepase los 37 – 39 °C. El tiempo mínimo de reposo entre pases de secado será entre 12 – 14 horas. Es responsabilidad de los administradores de unidades de secado, jefes de producción y controles de calidad, el exigir por la correcta regulación y funcionamiento de los equipos de limpieza; así como de la revisión periódica de su eficiencia en la eliminación de impurezas en el arroz húmedo y seco (Alves, 2002).

### **2.9.1. Secado del Arroz Semilla.**

La cosecha de la Semilla debe programarse por campos y lotes, con el objetivo de que la certificación de laboratorio, se corresponda con la certificación de campo. El máximo de temperatura del aire a aplicar en el proceso de secado será de 43 °C = 110 ° F. La temperatura del grano durante el proceso de secado será de 1 a 2 °C por encima de la temperatura ambiental, y en ningún caso sobrepasará de 35 °C . En el proceso de secado, se mantendrá la identidad de campo enviada por la Agricultura. La humedad final del grano, al finalizar el proceso de secado será de 12 a 12,5%(UCAIA, 2001).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

---

El presente trabajo se realizó en los Secaderos # 1, 2 y 3 de la UEB Industrial Españoles, perteneciente al CAI Arrocero Sur del Jíbaro en la provincia Sancti Spíritus desde el año 2009 hasta el año 2011. Este secadero es de tecnología Stein y tiene más de 30 años de explotación.

Primeramente se procesaron 10 lotes de arroz cáscara seco de la variedad LP-5 naturales y artificiales de cada Secadero. Se sometieron a los análisis de Laboratorio para determinar la composición (granos enteros y partidos). Para ello se emplearon los siguientes materiales, métodos y procedimientos.

1. Balanza de precisión del laboratorio.
2. Determinador de humedad (laboratorios y secaderos)
3. Secadero, laboratorio y sus técnicos.
4. Laboratorio Central del CAI.
5. La consulta de informes económicos del año 2009 – 2011 del CAI Arrocero.

Se realiza el análisis estadístico descriptivo mediante tablas de por ciento y todos los datos obtenidos se procesaron según Análisis de Varianza y en los que se obtuvo significación se docimaron sus medias a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de significación (De la loma, 1969; Lerch, 1997). Lo que permite inferir las conclusiones a que se arriban.

#### **3.1. Comportamiento de las eficiencias de secado, al comparar el rendimiento total obtenido en el secado natural con los rendimientos totales en el artificial en los tres secaderos de la UEB Españoles.**

La eficiencia de secado es una variable que se determina comparando los rendimientos del método de secado con los obtenidos de una muestra del lote que se seca de forma natural (sin aplicar temperatura al aire de secado) (UCAIA, 1988).

Se siguió la siguiente metodología: (Norma Cubana NC 86-16: Especificaciones de Calidad: Arroz cáscara húmedo).

Preparación de la muestra de ensayo. (Secado al aire o secado natural).

Aparatos, utensilios medios de medición utilizados:

- Determinador de humedad
- Estante con gaveta con fondo de malla o perforado
- Equipo para secar muestra con aire ambiental impulsado por un ventilador.

Procedimiento:

- Se toman muestras de cada partida de la recepción y se le realiza la evaluación de la materia prima, los incrementos de cada partida se unen y homogenizan para formar la muestra del lote.
- Se esparcen 3000 g de arroz aproximadamente en la superficie de una gaveta con fondo de malla o perforado, de forma tal que la capa de arroz sea de 2cm de grueso como máximo.
- Se coloca en el equipo para secar muestras con aire ambiental, el cual estará en un local seco, aireado y en el que los rayos solares no alcancen los granos.
- Se le determinará la humedad cada 24 horas, tomando la muestra de 4 puntos distintos y se removerá tratando de que toda la masa de grano cambie de posición, manteniéndose los 2cm de grueso en la capa como máximo.
- Se considera que el proceso de secado ha terminado cuando la humedad de la masa de arroz se encuentre entre 12.5 y 13.5%.

Preparación de la muestra de ensayo. (Secado artificial).

- Se toman muestras cada 15 minutos a la entrada y salida de la torre para determinar la humedad y la temperatura.

- Se fija la temperatura de operación según lo deseado, comprobándose cada 15 minutos.
- Los incrementos de las muestras de la salida de la torre en el último pase se unen para ser todas homogenizadas y formar la muestra final del lote.
- Se mantiene en reposo por espacio de 72 horas antes de someterlas a ensayos de laboratorio.

### **3.2. Influencia de la eficiencia de secado sobre la composición de granos enteros, partidos y rendimiento industrial en arroz.**

La evaluación de rendimiento industrial fue realizada en el Laboratorio Central del CAI Arrocero “Sur del Jíbaro” empleando la metodología siguiente:

- Se pesaron 100g de cada una de las muestras después que estas fueron cuarteadas y pasadas por el aspirador previo ajuste de este para extraer las cáscaras, los granos vanos y los residuos de vegetales extraños y evitar el arrastre de granos.
- Se descascararon las muestras, previo ajuste de equipo, debiéndose poner en marcha este antes de verter la muestra.
- El arroz descascarado (Arroz integral), se pasó por el aspirador para extraer las partículas de cáscara que aún podían contener y se pesó.
- Se pasó la muestra por la blanqueadora pulidora, para obtener el arroz pulido.
- El arroz pulido se pasó por el aspirador para extraerle los residuos de polvo que contenía y se pesó.
- Se clasificó en la zaranda, utilizando las mallas 5, 6, 10 y 12; con el fin de extraer la cabecilla,  $\frac{1}{4}$  grano,  $\frac{1}{2}$  grano y  $\frac{3}{4}$  grano y se pesó cada uno de ellos.

### **3.3. Análisis de los lotes de secado fuera de los parámetros establecidos en el año 2011.**

En las evaluaciones se siguió la siguiente metodología: (Norma Ramal de Inspección de la Calidad. 1986)

- Se realizó el muestreo del contenido de humedad del grano en % a todos los lotes recibidos en la industria (en los secaderos I, II y III de Los Españoles).
- Se tomaron muestras de cada una de las carretas correspondiente a los lotes recibidos; conformando una muestra total representativa a cada lote, seguidamente se enviaron esas muestras al laboratorio, donde se procesaron y se determinó el rendimiento industrial así como el porcentaje de entero y partido, en el cual se emite un Certificado de Calidad, que se utiliza para hacer la evaluación.
- Se le realizó un seguimiento a la materia prima correspondiente a estos lotes desde su entrada en la UEB Españoles donde se corroboraron los datos obtenidos a nivel de laboratorio.



#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

---

En cuanto a las unidades industriales la más céntrica dentro del CAI Arrocerero Sur del Jíbaro es la UEB Los Españoles que se encuentra ubicada a 4 Km al suroeste de El Jíbaro, la cual cuenta con tres plantas de secado de tecnología discontinua con una capacidad total de 368 toneladas diarias de arroz cáscara húmedo. En el presente epígrafe se hace un estudio de los resultados obtenidos en la práctica, en correspondencia con las metas propuestas.

##### **4.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las eficiencias de secado.**

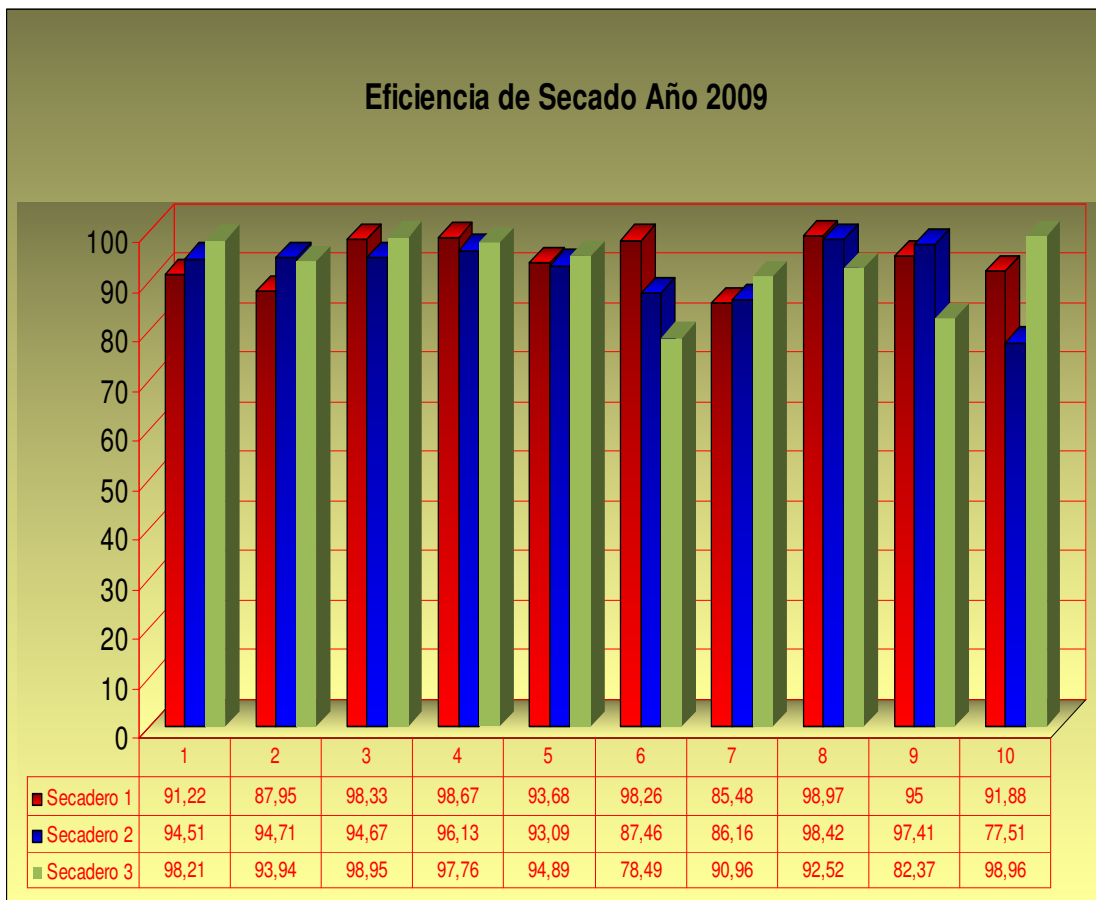
A partir del mes de Mayo del 2009 comenzó a realizarse un estudio del comportamiento de las eficiencias de secado en la UEB Industrial Españoles, al comparar el rendimiento total obtenido en el secado natural con los rendimientos totales en el artificial en los tres secaderos.

Como se observa en las Tablas 1, 2 y 3 se realizan análisis de las eficiencias de 10 lotes de secado desde el año 2009 hasta el 2011 en los tres secaderos de la Unidad, donde se aprecian valores por encima y por debajo de los límites permisibles, en este caso para el Secadero 1, mayor de 96% de eficiencia, mientras que en los Secaderos 2 y 3 de arroz consumo el índice debe ser superior a 94%. Llama la atención que en los tres años se observan varios lotes, con incidencias negativas, los cuales se reflejan en color negro. En todos los casos se pueden apreciar rangos fuera de parámetros, luego de las muestras ser analizadas en el Laboratorio, a partir de la muestra artificial, conjuntamente con la obtenida a la entrada del lote al secadero, lo cual nos permite obtener la eficiencia en cuanto a rendimiento y por ciento de entero. Según la literatura estudiada si se consigue que el lote secado artificialmente obtenga un por ciento igual en rendimiento a la muestra secada al aire, así como que el por ciento en eficiencia de enteros no sea inferior a los parámetros establecidos puede considerarse que el arroz ha sido procesado correctamente, por lo que podemos afirmar que no en todos los casos se cumple este planteamiento.

La autora coincide con las diferentes literaturas revisadas en que la afectación de los rendimientos, obedecen a un conjunto de factores de índole climáticos, fisiológicos, varietales, sistema de cosecha, secado, almacenamiento y condiciones de elaboración, que ocasionalmente algunos de ellos no se tienen en cuenta y que son causantes de una considerable disminución de los rendimientos por lo que considera el secado como una de las operaciones más importantes dentro del procesamiento industrial del arroz, el cual, influye directamente en la calidad final del producto, así como en los costos debido al consumo de combustibles y electricidad.

**Tabla1.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2009.

# Lote	Español I	Español II	Español III
1	91,22	94,51	98,21
2	87,95	94,71	93,94
3	98,33	94,67	98,95
4	98,67	96,13	97,76
5	93,68	93,09	94,89
6	98,26	87,46	78,49
7	85,48	86,16	90,96
8	98,97	98,42	92,52
9	95,00	97,41	82,37
10	91,88	77,51	98,96

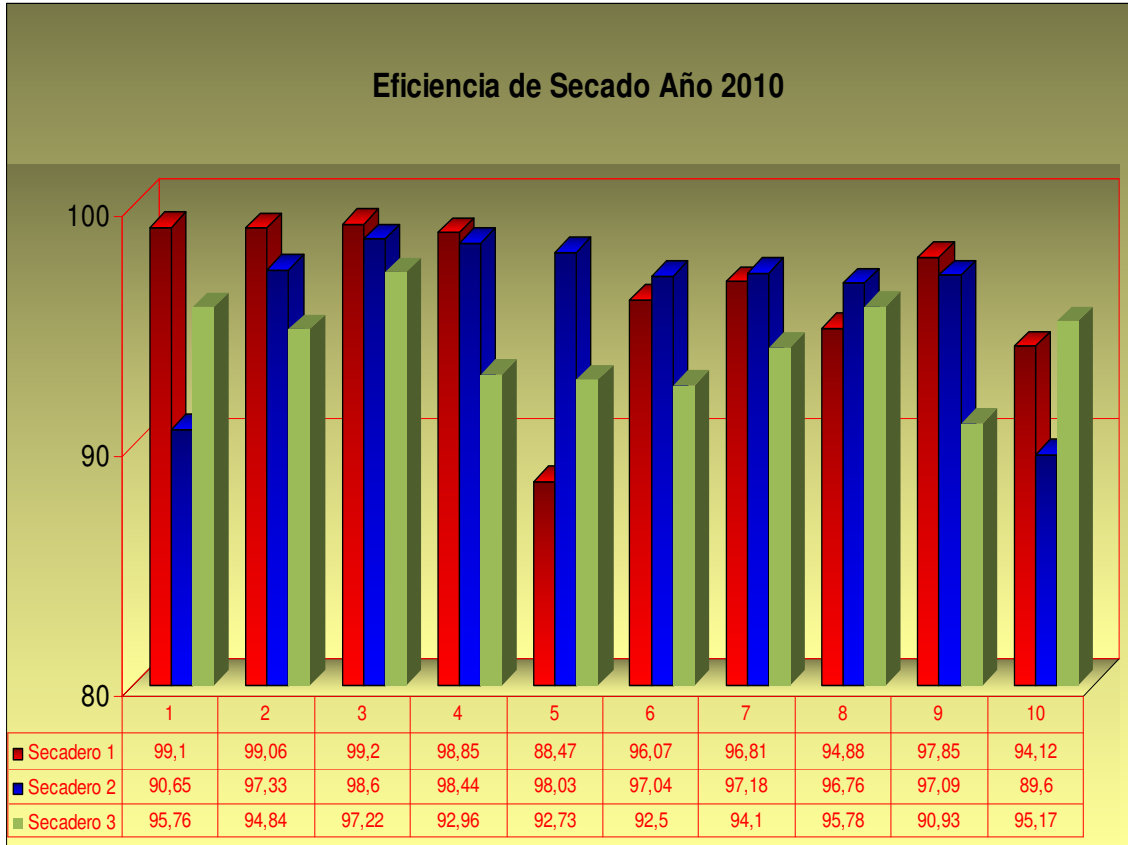


**Fig**

**ura1.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2009.

**Tabla2.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2010.

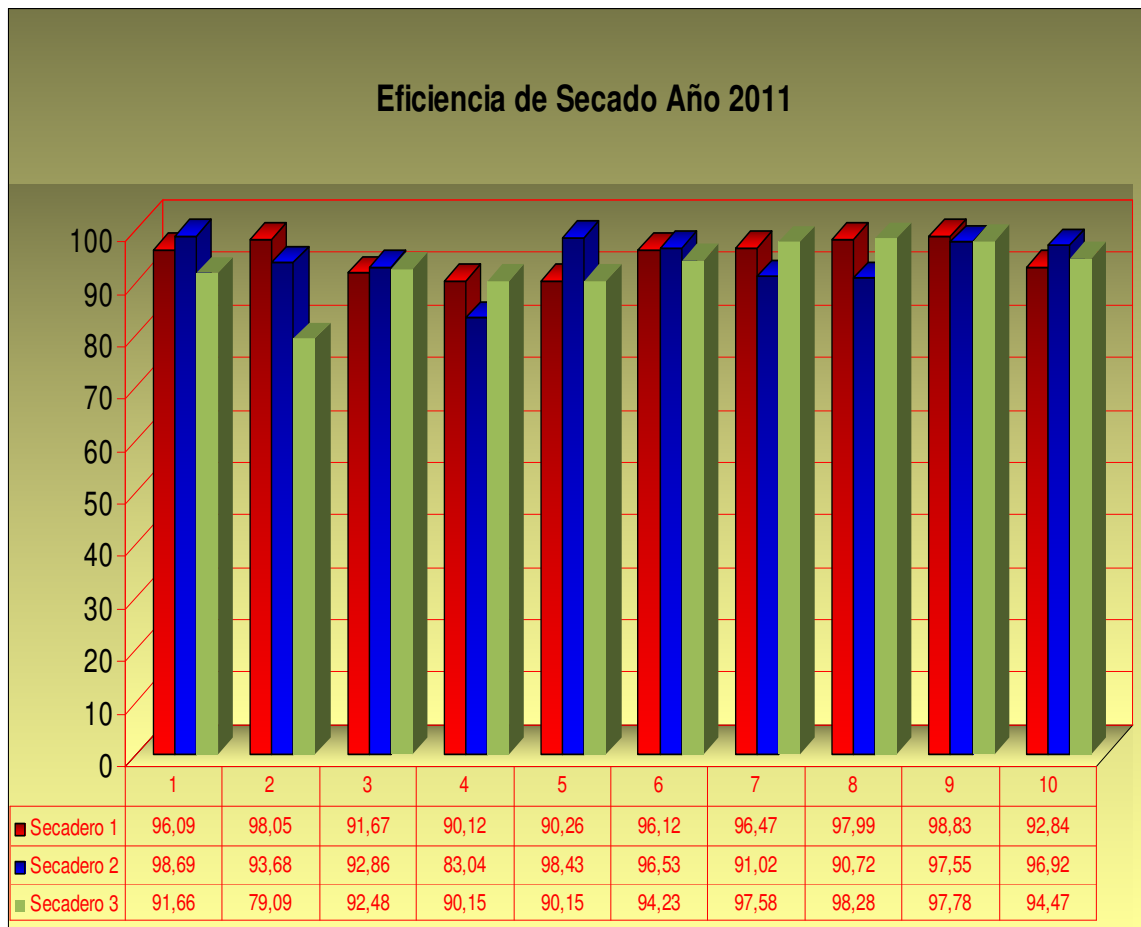
# Lote	Español I	Español II	Español III
1	<b>99,10</b>	<b>90,65</b>	<b>95,76</b>
2	<b>99,06</b>	<b>97,33</b>	<b>94,84</b>
3	<b>99,20</b>	<b>98,60</b>	<b>97,22</b>
4	<b>98,85</b>	<b>98,44</b>	<b>92,96</b>
5	<b>88,47</b>	<b>98,03</b>	<b>92,73</b>
6	<b>96,07</b>	<b>97,04</b>	<b>92,50</b>
7	<b>96,81</b>	<b>97,18</b>	<b>94,10</b>
8	<b>94,88</b>	<b>96,76</b>	<b>95,78</b>
9	<b>97,85</b>	<b>97,09</b>	<b>90,93</b>
10	<b>94,12</b>	<b>89,60</b>	<b>95,17</b>



**Figura 2.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2010.

**Tabla3.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2011.

# Lote	Español I	Español II	Español III
1	96,09	98,69	91,66
2	98,05	93,68	79,09
3	91,67	92,86	92,48
4	90,12	83,04	90,15
5	90,26	98,43	90,15
6	96,12	96,53	94,23
7	96,47	91,02	97,58
8	97,99	90,72	98,28
9	98,83	97,55	97,78
10	92,84	96,92	94,47



**Figura 3.** Comportamiento de las eficiencias de secado en el año 2011.

#### **4.2. Influencia de la eficiencia de secado sobre la composición de granos enteros, partidos y rendimiento industrial en arroz.**

El secado es necesario para la conservación interior del grano siempre que se trate de granos destinados a ser industrializados, es decir, descascarados y blanqueados o de granos destinados a la siembra, tiene por objetivo situar los granos en estado de equilibrio con el aire ambiente, el cual se logra sólo después de un tiempo largo que varía en función de diversos factores ambientales: temperatura y humedad del aire cercano, duración de secado entre otros; un buen proceso de secado debe situar al grano entre el 12 y 14% aproximadamente de humedad, aunque las normas establecidas en nuestro país fijan de 12,5 y el 13,5% para mejor conservación del grano. Debe permitir la obtención de granos que conserven el mayor tiempo posible sin pérdidas sensibles de sustancias, sin alteración de sus componentes y de su valor nutricional, además de la obtención de más altos rendimientos en molinería e industrialización y el más elevado porcentaje de granos enteros, ya que las roturas reducen el valor comercial de los productos industrializados.

La eficiencia, constituye una de las mayores potencialidades con que cuenta el país. Hacer un mejor uso de los recursos, elevar la productividad del trabajo, alcanzar mejores resultados con menos costos tendrán un efecto positivo en el balance financiero nacional por lo que se debe enfatizar en la disciplina laboral y tecnológica, así como en la eficiencia energética y productiva, siendo necesario no sólo alcanzar estos propósitos, sino medirlos con índices que reflejen cuanto se pudo hacer y compararlos con lo logrado.

El estudio desarrollado referente a la composición de granos enteros, granos partidos, rendimiento industrial, así como los resultados obtenidos, se aprecian a continuación en las tablas 4, 5 y 6.

**Tabla 4.** Porcentaje de granos enteros, partidos, rendimiento y eficiencia en el año 2009

<b>Secadero 1</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	91,22	61,68	49,35	12,34	62,62	54,92	7,70
2	87,95	58,81	37,34	21,47	59,40	42,88	16,51
3	98,33	62,97	44,58	18,39	64,09	46,14	17,94
4	98,67	61,97	41,33	20,63	63,74	43,09	20,95
5	93,68	64,33	40,08	24,25	65,13	43,31	21,82
6	98,26	62,07	38,49	23,59	62,10	39,18	22,91
7	85,48	63,06	36,39	26,67	63,84	43,09	20,75
8	98,97	63,19	42,53	20,66	62,79	42,70	20,09
9	95,00	64,40	42,83	21,57	64,47	45,13	19,34
10	91,88	63,41	40,20	23,21	64,76	44,68	20,08
<b>Secadero 2</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	94,51	63,43	42,56	20,87	64,89	46,08	18,82
2	94,71	63,95	43,49	20,47	63,44	45,55	17,89
3	94,67	63,63	45,18	18,45	64,40	48,30	16,10
4	96,13	63,92	46,09	17,83	63,84	47,88	15,96
5	93,09	63,22	44,25	18,97	64,39	48,42	15,97
6	87,46	63,52	44,40	19,12	63,12	50,44	12,67
7	86,16	62,60	43,63	18,97	63,15	51,09	12,06
8	98,42	61,42	42,01	19,41	63,47	44,11	19,36
9	97,41	65,34	38,16	27,18	62,46	37,45	25,02
10	77,51	63,55	37,24	26,31	64,21	48,54	15,67
<b>Secadero 3</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	98,21	63,46	48,67	14,79	65,38	51,07	14,32
2	93,94	62,06	47,11	14,96	63,81	51,56	12,25
3	98,95	63,35	47,95	15,39	64,79	49,56	15,23
4	97,76	63,51	47,19	16,32	65,05	49,44	15,61
5	94,89	62,32	43,94	18,38	64,87	48,20	16,67
6	78,49	60,08	34,43	25,65	62,89	45,91	16,98
7	90,96	60,63	43,29	17,34	62,80	49,29	13,50
8	92,52	64,50	44,70	19,80	65,66	49,18	16,48
9	82,37	60,90	34,71	26,19	61,88	42,82	19,06
10	98,96	64,57	42,81	21,76	61,91	41,48	20,43

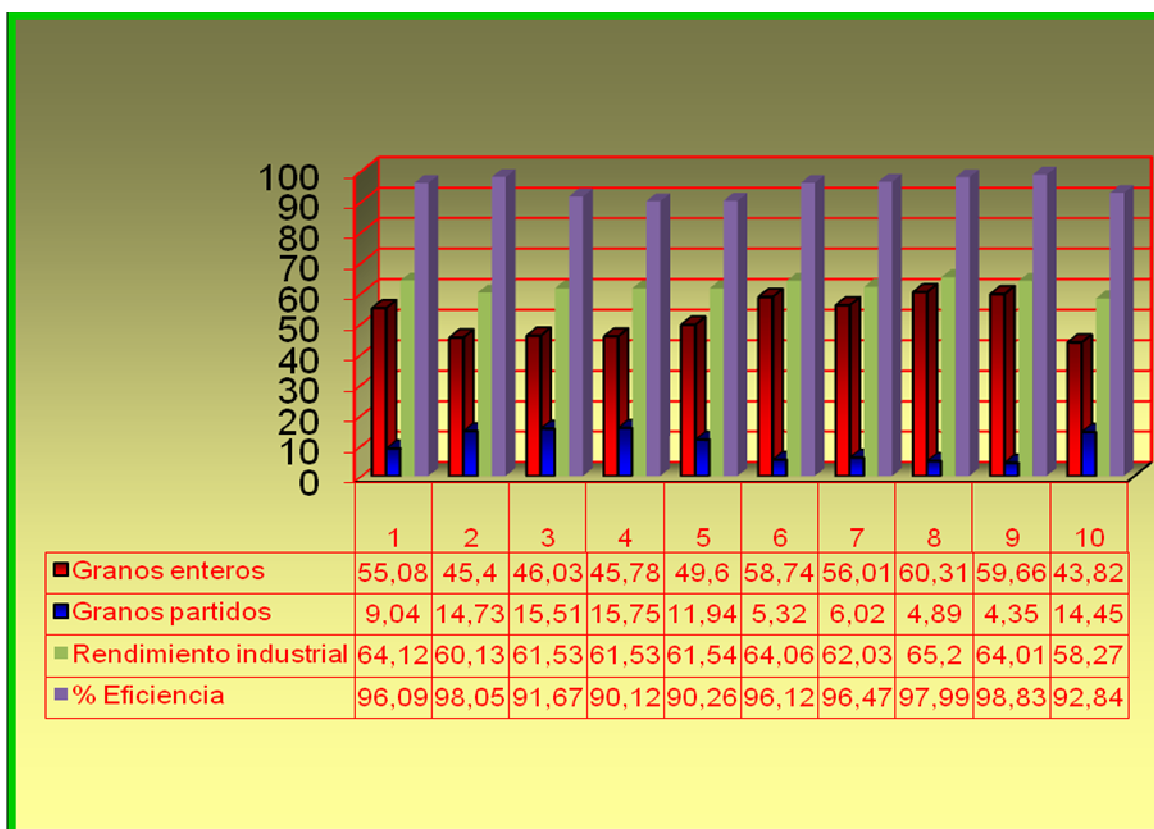
**Tabla 5.** Porcentaje de granos enteros y partidos, rendimiento industrial y eficiencia en el año 2010

<b>Secadero 1</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	99,10	67,07	59,16	7,91	67,87	60,40	7,47
2	99,06	67,70	57,34	10,36	67,28	57,52	9,75
3	99,20	65,86	57,16	8,69	66,78	58,44	8,35
4	98,85	66,78	57,43	9,35	66,08	57,49	8,59
5	88,47	61,71	39,31	22,40	63,73	45,88	17,84
6	96,07	67,58	57,78	9,80	68,79	61,23	7,57
7	96,81	66,98	54,86	12,12	66,33	56,11	10,21
8	94,88	67,62	58,90	8,72	65,83	60,43	5,40
9	97,85	66,72	57,78	8,94	66,56	58,90	7,65
10	94,12	64,80	53,98	10,82	65,89	58,31	7,58
<b>Secadero 2</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	90,65	63,41	51,62	11,79	66,02	59,29	6,73
2	97,33	69,14	62,92	6,22	69,48	64,96	4,52
3	98,60	67,75	57,18	10,57	67,62	57,89	9,74
4	98,44	67,85	60,12	7,74	66,73	60,06	6,67
5	98,03	68,18	61,02	7,16	67,59	61,71	5,88
6	97,04	69,03	63,37	5,66	69,20	65,46	3,74
7	97,18	67,82	58,32	9,49	67,26	59,52	7,73
8	96,76	67,64	58,64	9,00	65,86	59,01	6,85
9	97,09	67,97	61,24	6,73	66,83	62,02	4,81
10	89,60	64,52	48,90	15,61	65,68	55,56	10,11
<b>Secadero 3</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	95,76	64,53	55,37	9,16	65,58	58,76	6,82
2	94,84	64,81	54,83	9,98	66,01	58,88	7,13
3	97,22	65,53	57,34	8,19	64,14	57,72	6,41
4	92,96	60,16	47,65	12,51	65,03	55,41	9,62
5	92,73	66,15	57,36	8,80	65,34	61,09	4,25
6	92,50	65,45	58,12	7,33	66,53	63,87	2,66
7	94,10	64,49	51,46	13,03	64,28	54,51	9,77
8	95,78	63,10	51,55	11,55	65,03	55,47	9,56
9	90,93	64,58	53,08	11,50	64,51	58,31	6,19
10	95,17	64,43	53,35	11,08	65,30	56,81	8,49



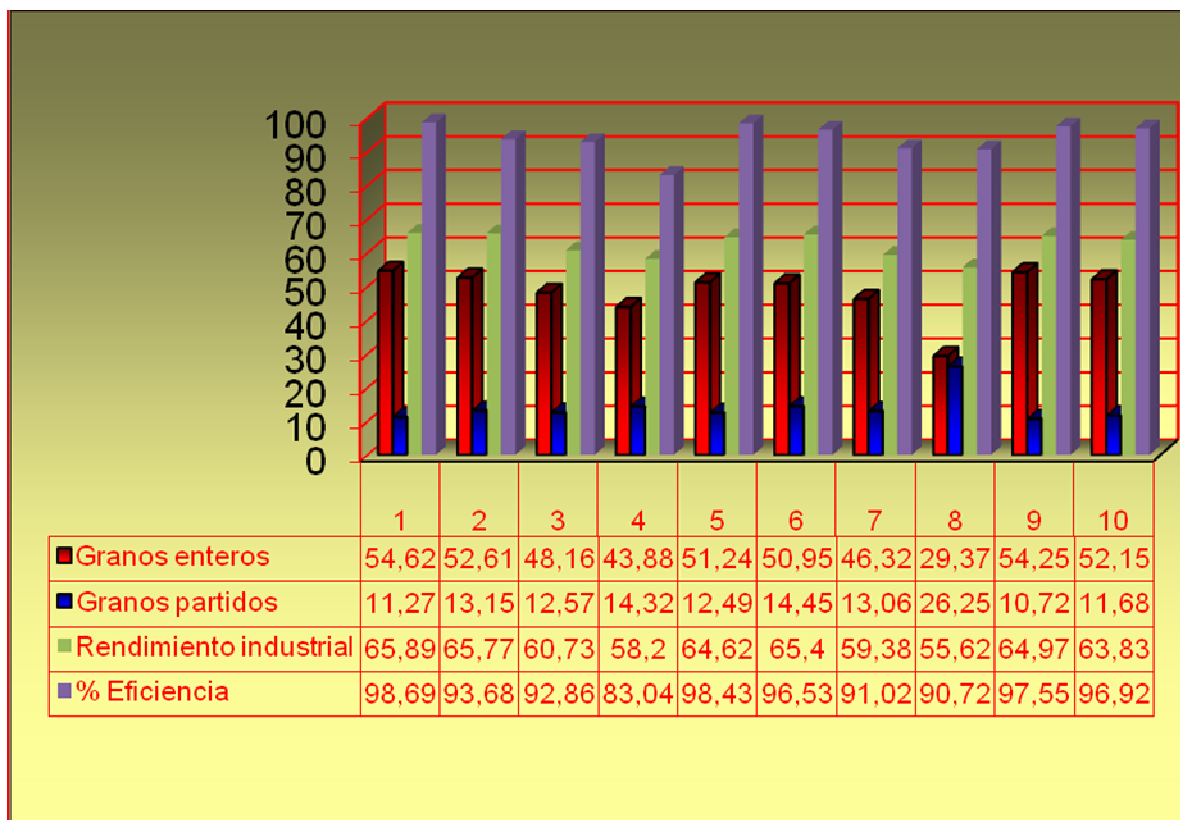
**Tabla 6.** Porcentaje de granos enteros y partidos, rendimiento industrial y eficiencia en el año 2011

<b>Secadero 1</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	96,09	64,12	55,08	9,04	65,21	58,30	6,91
2	98,05	60,13	45,40	14,73	62,72	48,29	14,43
3	91,67	61,53	46,03	15,51	63,18	51,55	11,62
4	90,12	61,53	45,78	15,75	61,71	50,91	10,80
5	90,26	61,54	49,60	11,94	65,01	58,05	6,96
6	96,12	64,06	58,74	5,32	65,64	62,62	3,02
7	96,47	62,03	56,01	6,02	64,15	60,05	4,11
8	97,99	65,20	60,31	4,89	65,01	61,37	3,64
9	98,83	64,01	59,66	4,35	63,62	59,99	3,63
10	92,84	58,27	43,82	14,45	59,82	48,46	11,37
<b>Secadero 2</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	98,69	65,89	54,62	11,27	66,32	55,71	10,61
2	93,68	65,77	52,61	13,15	67,98	58,06	9,93
3	92,86	60,73	48,16	12,57	65,50	55,94	9,56
4	83,04	58,20	43,88	14,32	60,29	54,74	5,55
5	98,43	64,62	51,24	12,49	62,74	50,82	11,92
6	96,53	65,40	50,95	14,45	64,15	51,77	12,38
7	91,02	59,38	46,32	13,06	62,53	53,59	8,94
8	90,72	55,62	29,37	26,25	58,31	33,93	24,37
9	97,55	64,97	54,25	10,72	65,44	56,02	9,42
10	96,92	63,83	52,15	11,68	65,21	54,97	10,24
<b>Secadero 3</b>							
<b>Lotes</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Artificial (%)</b>			<b>Natural (%)</b>		
		<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>	<b>Rendto.</b>	<b>Granos Enteros</b>	<b>Granos Partidos</b>
1	91,66	60,71	45,35	15,36	63,37	51,65	11,72
2	79,09	61,59	42,86	18,72	65,08	57,27	7,81
3	92,48	65,53	49,94	15,59	65,47	53,95	11,52
4	90,15	63,21	46,27	16,94	64,19	52,12	12,07
5	90,15	59,84	43,81	16,04	62,01	50,36	11,66
6	94,23	62,53	42,89	19,63	64,12	46,68	17,44
7	97,58	64,55	46,86	17,69	65,47	48,71	16,76
8	98,28	64,06	47,47	16,59	65,27	49,22	16,06
9	97,78	64,42	48,19	16,23	62,84	48,07	14,77
10	94,47	63,34	45,42	17,93	63,54	48,22	15,31



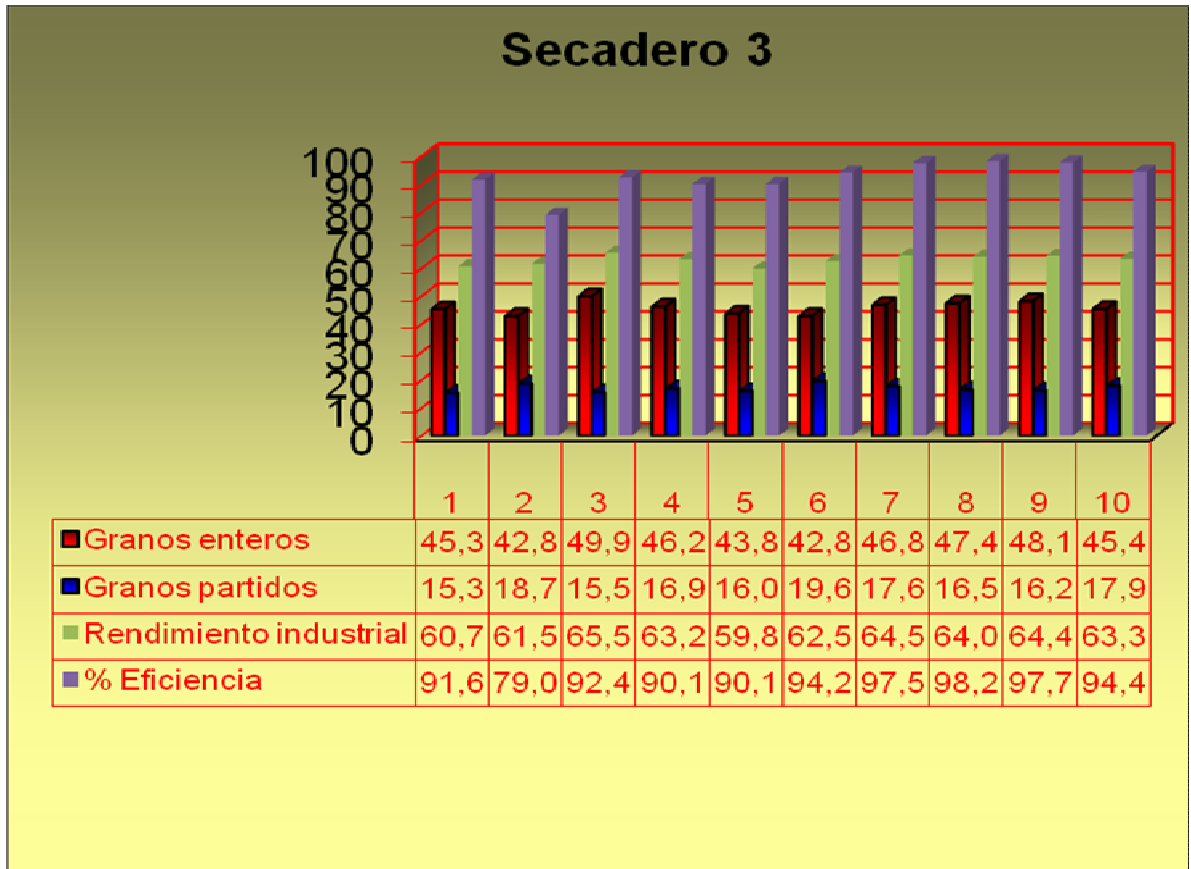
**Figura 4.** Porcentaje de granos enteros y partidos, rendimiento industrial y eficiencia en el año 2011. Secadero 1. Arroz Semilla.

En la figura graficada, se relaciona la influencia de la eficiencia de secado con la calidad industrial del grano en la variedad LP-5, es decir, % de granos enteros, granos partidos y rendimiento industrial de los lotes analizados en el secadero 1 de Semilla en el año 2011, según podemos observar en la mayoría de los casos, la eficiencia de secado constituye un parámetro de gran importancia en cuanto a la calidad industrial, ya que a medida que ésta disminuye decrece el porcentaje de granos enteros, así como el rendimiento industrial y por tanto es mayor el % de granos partidos influyendo en la calidad industrial del grano, que seguidamente será procesado en los molinos arroceros del CAI.



**Figura 5.** Porcentaje de granos enteros y partidos, rendimiento industrial y eficiencia en el año 2011. Secadero 2. Arroz consumo.

De igual manera observamos en el Secadero 2 de arroz consumo valores inferiores en la calidad industrial ya que a medidas que decrecen los valores de eficiencia son menores los de granos enteros y mayores por ende los porcentajes de granos partidos, los cuales traen consigo menores rendimientos industriales.



**Figura 6.** Porcentaje de granos enteros y partidos, rendimiento industrial y eficiencia en el año 2011. Secadero 3. Arroz consumo.

De modo general, puede apreciarse que si se realiza el proceso de secado de manera satisfactoria dentro de los rangos establecidos, los rendimientos de nuestra industria aumentarían considerablemente ya que se obtendrían mayores porcentajes de granos enteros, parámetro que desde hace varios años en la Empresa viene presentando serias dificultades, pues los rendimientos industriales en la mayoría de los casos no cumplen con lo establecido para la variedad LP-5:

- Rendimiento industrial: 65.90 - 69.20
- Granos enteros: 52.30 – 62.30
- Granos partidos: 3.60 – 13.10

Estos resultados concuerdan con lo expresado por Castillo (2000), donde destaca que resulta de sumo interés e importancia efectuar la cosecha en su momento oportuno, ya que éste es uno de los factores fundamentales que pueden garantizar

una cantidad mayor de granos enteros en el proceso de molinación, pues no existe duda alguna de que el primer elemento de calidad, entre otros, es el contenido o la composición de granos enteros, lo que se consigue con la ejecución del corte del arroz dentro del rango comprendido entre 20 y 26 % de humedad.

Diferentes autores se han referido a lo necesario que resulta mantener una buena coordinación entre la fase agrícola y la industrial, para poder obtener los parámetros de calidad, que son los que en realidad benefician al consumidor del arroz, lo que quedó demostrado en los resultados de este trabajo.

#### **4.3. Análisis de los lotes de secado fuera de los parámetros establecidos en el año 2011.**

La autora de este trabajo coincide con las diferentes literatura consultada en la cual explican que el arroz cuando es cosechado en el campo, no es un producto apto para almacenar y guardar, ya que viene de éste con cierto grado de humedad, que fluctúa según las condiciones ambientales, (entre 18 % hasta 26 % de humedad).

En el contexto actual nuestra industria, se encuentra inmersa en una etapa, en que la actividad primordial continúa siendo el cumplimiento de los planes de producción y entrega al 100%, logrando mejores rendimientos y calidad en el arroz consumo, pero para lograr este propósito, no basta sólo con la existencia de la materia prima y el trabajo estable frente a la máquina, será necesario que marchen a la par el resto de las actividades complementarias junto a la tarea fundamental: producir. Aplicar y controlar las normas de consumo de materias primas, materiales directos a la producción y para las actividades de mantenimiento, reparación y transporte; como elemento básico de ahorro y óptimo aprovechamiento de los recursos, como aspecto primordial para el efectivo aseguramiento de la producción. (Barber, 2002)

Muchos autores plantean que la evaporación rápida del agua, contenida en las capas internas del grano, producida e intensificada por una metodología inadecuada de secado, produce tensiones anormales del grano que, aunque no lo rompan, le causan muchísimas fisuras., por lo que se debe tener en cuenta que la regulación de

la temperatura en cada pase es un factor importante, tanto para obtener un producto final (arroz consumo o semilla) en óptimas condiciones de calidad como para disminuir el índice de consumo de combustible por tonelada de arroz seco (Groff, 2002). El número de pases necesarios hasta alcanzar el valor de humedad que garantiza el almacenamiento seguro (por debajo de 13,5 %)

En el Secadero 1 de semilla se realizó un estudio de los lotes de secado, con bajos índices de eficiencia, con el fin de valorar las afectaciones que se producen.

**Tabla 7.** Secadero 1. Análisis de los lotes con bajos índices de eficiencia de secado en el año 2011

<b>Lotes</b>	<b>Var.</b>	<b># Pases de Secado</b>	<b>Humedad Recibo (%)</b>	<b>Impurezas. (%)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
<b>3</b>	LP-5	3	23.0	13.5	91.67
<b>4</b>	LP-5	8	24.0	13.0	90.12
<b>5</b>	LP-5	10	24.0	11.9	90.26
<b>10</b>	LP-5	3	22.2	23.6	92.84

De igual manera en los Secaderos 2 y 3 de arroz consumo se realizó un estudio de los lotes de secado, con bajos índices de eficiencia.

**Tabla 8.** Secadero 2. Análisis de los lotes con bajos índices de eficiencia de secado en el año 2011

<b>Lotes</b>	<b>Var.</b>	<b># Pases de Secado</b>	<b>Humedad Recibo (%)</b>	<b>Impurezas. (%)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
3	LP-5	7	26.0	14.0	92.86
4	LP-5	4	23.6	14.9	83.04
7	LP-5	4	23.3	13.0	91.02
8	LP-5	3	21.7	16.2	90.72

**Tabla 9.** Secadero 3. Análisis de los lotes con bajos índices de eficiencia de secado en el año 2011

<b>Lotes</b>	<b>Var.</b>	<b># Pases de Secado</b>	<b>Humedad Recibo (%)</b>	<b>Impurezas. (%)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
1	LP-5	6	26.0	13.0	91.66
2	LP-5	5	24.8	16.6	79.09
4	LP-5	5	23.3	11.4	90.15
5	LP-5	3	22.7	15.1	90.15

### Humedad de recibo

Secaderos	N	Subconjunto para alfa = .05
	1	1
Duncan(a) 1.00	4	23.1714
2.00	4	23.2571
3.00	4	24.8714
Sig.		.066

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000.

Podemos observar en el análisis realizado que estadísticamente no existen diferencias significativas en cuanto a la humedad de recibo entre los tres secaderos, pero debemos hacer énfasis en que este parámetro influye directamente en la calidad industrial del arroz, además en el estudio realizado en los Secaderos de la UEB Españoles pudimos comprobar que los lotes son conformados por varias carretas de arroz cáscara húmedo con diferentes porcentos de humedad de recibo para conformar el lote día, lo cual repercute de forma directa en el proceso de secado pues todo el arroz recibido no necesita la misma cantidad de calor para ser procesado.

### Impurezas

Secaderos	N	Subconjunto para alfa = .05
	1	1
Duncan(a) 3.00	4	15.4714
2.00	4	15.7143
1.00	4	18.5000
Sig.		.336

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000.

De igual manera ocurre con el análisis de las impurezas, la cual experimenta valores similares en los tres secaderos.

Sobre la eficiencia de los secaderos existen diversas opiniones en cuanto a los factores que influyen en la misma. Sobre la influencia del número de pases de



secado se pudo comprobar que no influye en el rendimiento final y la composición de enteros y partidos, siempre que se cumplan las normas establecidas para cada proceso de secado, tanto para semilla como para consumo. Los lotes procesados presentaron humedades de recibo según lo establecido en la Norma de especificaciones de calidad de la materia prima de 18 a 26% para la variedad LP-5. La temperatura de operación y salida del grano son factores que inciden considerablemente en la eficiencia de secado, así como la realización correcta de la toma de las muestras, tanto en el recibo del arroz cáscara húmedo como del arroz seco de forma artificial en los secaderos de la Unidad

**Tabla 10.** Análisis de los lotes con bajos índices de eficiencia de secado en el año 2011 en los tres secaderos.

Secaderos	# Lotes	Eficiencia (%)	Arroz que se dejó de producir (tn)	Pérdidas en Pesos (\$)
1	3	91.67	311	1215900
	4	90.12	445	1741140
	5	90.26	248	969120
	10	92.84	200	782640
	<b>Total</b>		<b>1204 tn</b>	<b>4708800 \$</b>
2	3	92.86	97	27300
	4	83.04	887	2506270
	7	91.02	245	693810
	8	90.72	165	467350
	<b>Total</b>		<b>1394 tn</b>	<b>3694730 \$</b>
3	1	91.66	211	596570
	2	79.09	1106	3126500
	4	90.15	347	980460
	5	90.15	311	879840
	<b>Total</b>		<b>1975 tn</b>	<b>5583370 \$</b>

En la tabla podemos observar que en el Secadero 1 por concepto de eficiencia se dejaron de producir 1204 tn de arroz con un valor de 4708800 \$, en el Secadero 2 existieron pérdidas de 1394 tn de arroz con un valor de 3694730 \$ y en el Secadero 3 se dejó de obtener 1975 tn de arroz con un valor de 558370 \$.

A raíz de los resultados alcanzados por los métodos de investigación, se procedió a establecer un sistema de capacitación que permitiera transferir tanto a los operadores como a los técnicos de control de la calidad de la UEB Españoles, el proceso tecnológico para cada secadero, así como las especificaciones de calidad del arroz cáscara húmedo para semilla y consumo. Para ello se establecieron clases demostrativas donde los productores y directivos pudieran observar la tecnología del proceso de secado.

## **5.CONCLUSIONES**

---

Con la realización de este trabajo arribamos a las siguientes conclusiones:

Se ha logrado hacer un diagnóstico del comportamiento de las eficiencias de secado en los tres Secaderos de la UEB Industrial Españoles.

Se determinó la influencia de la eficiencia de secado sobre la composición de granos enteros, granos partidos y rendimiento industrial, donde los resultados registraron valores fuera de los parámetros establecidos, incidiendo en ellos varias causas, entre ellas podemos citar la mala calidad de la materia prima, problemas operacionales, forma incorrecta de la toma de muestras.

Se realizó una valoración de las afectaciones económicas y de calidad cuando los valores de eficiencia eran inadecuados, demostrándose que los parámetros de impurezas y de humedad del arroz cáscara húmedo no influyeron en estos resultados.

## **6. RECOMENDACIONES**

---

Recomendamos seguir trabajando por:

Mantener un estricto control en el cumplimiento de las Normas en el proceso de secado.

Aplicar el estudio realizado en los demás Secaderos de nuestro territorio.

Capacitar a los técnicos y operarios de nuestra Industria arrocerá.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

---

- ALVARADO, R. y HERNAIZ, S. *Contenido de humedad y rendimiento final del arroz*. Quilamapu, Chile: Ministerio de la Agricultura, 2001.
- ALVES, F. Secado de arroz en silos secadores y almacenadores. En: ALVES, F. *2do encuentro Internacional de Arroz*. Cuba: MINAG, 2002.
- AMERICAN Association of Cereal Chemists, *Rice Chemistry and Technology*. USA: American Association of Cereal Chemists, 1972.
- ANGLADETTE, A. *El arroz*. España: Blume, 1969.
- ARREGOCÉS, O.; ROSERO, M. y GONZÁLEZ, J. *GUÍA DE ESTUDIO Morfología de la Planta de Arroz*. Colombia: CIAT, 2003.
- BANASZEK, M. M. y SIEBENMORGEN, T. J. Head rice yield reduction rates caused by moisture adsorption. Transactions of the ASAE. Japan: ASAE, 2000. p. 1269.
- BARBER, S. Aspecto de la calidad del arroz en el escenario industrial y comercial. En: BARBER, S. *2do encuentro Internacional de Arroz*. Cuba: MINAG, 2002.
- BARBER, S. y BARBER, B. An approach to the objective measurement of the degree of milling. Rice Process. Filipinas: Process Eng, 1976. p. 8.
- BARBER, S.; RAMÍREZ, E.; GALANO, R. y ALFONSO, R. Papel del clima y la variedad en la producción industrial del arroz blanco entero en Cuba. En: Calaboso. *I Taller Científico sobre "Efectos del medio ambiente en la calidad del grano de arroz"*. Venezuela: Guabico, 1993. p. 41.
- BOLETIN 21. *boletín: Calidad Industrial del Arroz* [en línea]. Colombia, 24 mayo 2010 [Consulta: 24 mayo 2010]. Disponible en: [www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubbycom/bioleche/](http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubbycom/bioleche/).

- CASTILLO, D. Enmiendas de las pérdidas de arroz en el campo, en el molino y en el almacén. Informe final de Proyecto de Investigación. Cuba: MINAG, 2000.
- CASTILLO, D. Criterios sobre calidad del arroz en Cuba. En: CASTILLO, D. *X Conferencia Internacional del Arroz para América Latina y el Caribe*. Venezuela: MINAG, 1997.
- CASTILLO, D. Efecto de la humedad de cosecha en el quebrado potencial del grano en variedades modernas de arroz en Calabozo, Venezuela. En: CASTILLO, D. *2do encuentro Internacional de Arroz*. Cuba: MINAG, 2002.
- CASTILLO, D. Papel del clima y la variedad en la producción industrial de arroz blanco entero Cuba. En: CASTILLO, D.; HERNÁNDEZ, A. A.; CANET, R.; INOCENCIO, E.; BENEDITO, C.; BARBER, S.; ALFONSO, R.; RAMÍREZ, E.; FRANCO, I.; DUFFAY, I. y GALANO, R. *Taller de Calidad del Grano de Arroz*. Venezuela: Calabozo, 1993. p. 41.
- CASTILLO, T. Papel de las variedades de arroz en el proceso de secado del grano. La Habana: MINAG, 2002.
- CENTRO de Información y Documentación Agropecuario. *Instructivo Técnico para la Industria Arrocería*. Cuba: UCAIA, 1988.
- CHAMPETT, W. S. *Manejo del arroz irrigado*. Cuba: MINAG, 2001.
- CHEN, Y. L. y KUNZE, O. R. Effect of environmental changes on rice yield particle size of broken kernels. *Cereal Chem.* China: Cereal Chen, 2003. p. 60.
- CIAT. *Guía de estudio: Evaluación de la calidad del arroz*. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980.
- FAO. *El cultivo del arroz* [en línea]. Cuba: FAO, 18 abril 2011 [Consulta: 18 abril 2011]. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org.2011>.
- GROFF, R. *Secagem de Grãos*. Brasil: Seed News, 2002.

- GUTIÉRREZ, A. Distribución, muestreo, dinámica de población, niveles críticos poblacionales y control de *Oebalus insularis Stal* en el cultivo del arroz. *Tesis de Doctorado*. La Habana: MINAG, 1988.
- HERNÁNDEZ, A. A. Algunas causas de las pérdidas mecánicas de arroz en el proceso productivo, después de la cosecha. En: HERNÁNDEZ, A. A.; CASTILLO, D.; PEÑA, L. R.; FRANCO, G. I.; GALANO, R.; HERNÁNDEZ, J. D.; DUFFAY, I. H. y PÉREZ, M. *I Encuentro Internacional de Arroz*. La Habana: MINAG, 1998.
- IIA. Instructivos Técnicos del Cultivo del Arroz. Cuba: MINAG, 2001.
- INFOAGRO. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm> [en línea]. Cuba: Infoagro, 25 junio 2007 [Consulta: 25 junio 2007]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
- INFOAGRO. Informativo mensual del mercado mundial del arroz. *Informativo mensual del mercado mundial del arroz*, enero 2006, nº 41.
- INSTITUTO de Investigaciones del Arroz. *Instructivos Técnicos del Cultivo del Arroz*. Cuba: MINAG, 2003.
- INSTITUTO Internacional de Investigaciones Científicas de los Baños,. *Estructura y composición del grano y criterios del consumidor sobre su calidad*. Laguna, Filipinas: FAO, 1994.
- JENNINGS, P. Reflexiones sobre las revoluciones en arroz. En: JENNINGS, P. *Foro Arroceros Latinoamericano*. Colombia: CIAT, 2003.
- JINDAL, V. K. y SLEBENMORGEN, T. S. Effects of rice kernel thickness on head rice yield reduction due to moisture adsorption. *Transactions of the ASAE*. Estados Unidos: ASAE, 2002. p. 490.
- JULIANO, B. O. *Rice Chem. and tech*. USA: B, 1972.
- JULIANO, B. y VILLARREAL, C. *Grain quality evaluation of World rice's*. España: Blume, 1993.

- KUNZE, O. y CALDERWOOD, D. L. *Rough rice drying*. Minnesota, USA: FAO, 1985. p. 774.
- MÉNDEZ, J. H. Incidencia de la temperatura del secado en la calidad del arroz. *Revista Arroz*, enero 1998, N° 13.
- MINAG. Unión de Complejos Agro Industriales del Arroz. Programa Arrocerero. Cuba: UCAIA, 2001.
- ONN. Norma Cubana NC 86-16: Especificaciones de Calidad: Arroz cáscara húmedo. NC 16. Cuba: MINAG, enero 2003.
- PEÑA, L. Madurez óptima para la cosecha de las variedades de arroz IACuba 20 e IACuba 17 y su influencia sobre el rendimiento agrícola y el porcentaje de granos esteros en el proceso de molinería. *Tesis de Maestría*. Cuba: MINAG, 2001.
- PEÑA, L.; ALMARALES, W.; ÁVILA, J.; PEÑA, R. y JIMÉNEZ, J. Eficiencia agroindustrial de las principales variedades comerciales cubanas de arroz cosechadas en o fuera de su período óptimo de madurez del grano. *Revista Cubana del Arroz*, enero 2000, vol. 1, n° 1, p. 78.
- PEÑA, L.; ÁVILA, J.; PEÑA, R. y ALMARALES, W. Madurez óptima para la cosecha de las variedades de arroz IACuba 20 e IACuba 19 y su influencia en el rendimiento agrícola, el porcentaje de grano blanco entero y la proporción de este en el rendimiento total en molino. *Revista cubana del Arroz*, marzo 2001, vol. 1, n° 3, p. 73.
- PEÑA, L.; PEÑA, R.; ÁVILA, J. y JIMÉNEZ, J. Período óptimo de cosecha de las variedades de arroz de ciclo medio IACuba 14 e IACuba 15. *Revista cubana del Arroz*, febrero 2002, vol. 2, n° 3, p. 62.
- PEÑA, R.; HERNÁNDEZ, A. y ÁVILA, C. Madurez óptima para la cosecha y su influencia sobre los rendimientos agrícolas e industriales de las variedades de arroz J-104 y J-112. *Ciencia y Técnica en la Agricultura Arroz*, julio 1984, n° 6, p. 71.



- SANINT, L. Situación arrocera de América Latina en la década de los ochenta. Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. En: SANINT, L. R. *VII Conferencia del IRTP para América Latina*. Cuba: CIAT, 1989. p. 286.
- SANTOS, J. y MONTOVANI, E. Pérdidas de granos en el cultivo del maíz. Pre-cosecha, cosecha, transporte y almacenamiento. Brasil: CIAT, 2002.
- SIEBENMORGEN, T. Role of moisture content in effecting head rice yield. *Transactions of the ASAE*, febrero 2002, vol. 2, nº 37, p. 341.
- SIEBENMORGEN, T. y JINDAD, V. K. Effects of moisture adsorption on the head rice yields of long-grain rough rice. *Transactions of the ASAE*, junio 2006, vol. 6, nº 29, p. 171.
- The International Rice Research Institute. *Quality characteristics of milled rice grown in different countries*. Philippines: IRRI. Research Paper Series, 1980.
- WASSERMAN, T.; MILLER, M. y GOLDEN, W. Heated air drying of California rice in column dryers. *Extension Service*, mayo 2005, vol. 1, nº 1, p. 12.
- WIMBERLLY, J. E. Paddy rice post-harvest industry and developing countries. Manila: IRRI, 1983.