

SECAMIENTO DEL ARROZ

Néstor I. Rodríguez *

1. INTRODUCCION

De suma importancia dentro de la industrialización del arroz es el secamiento del mismo, ya que si éste se ejecuta con las precauciones debidas se obtendrá granos que se conservan el mayor tiempo posible sin pérdidas sensibles de sustancias, sin alteración de sus componentes, de su valor nutricional, ni transformación de calidades organolépticas. Por otra parte, en la molienda se aumenta el rendimiento en granos enteros, dando lugar a una mayor productividad ya que las roturas reducen el valor comercial del producto molinado.

El secamiento se hace necesario debido a que los granos respiran como los seres humanos tomando oxígeno de la atmósfera, descomponiendo los hidratos de carbono que hay en dicho grano, produciendo anhídrico carbónico, vapor acuoso y originando al mismo tiempo calor.

Mientras más alto sea el contenido de humedad en el grano, mayor es la respiración, los granos absorberán más humedad y subirá más la temperatura de los mismos. Por el contrario, con un contenido bajo de humedad, la respiración se hace más lenta, manteniéndose el grano fresco.

De tal manera que el arroz con alto contenido de humedad se calienta rápidamente llegando a "ardex" en corto tiempo. Los granos "ardidos" se manchan originando deterioro en la calidad de arroz.

* Ingeniero Mecánico, Federación Nacional de Arroceros, Asistente Técnico a la Industria Molinera. Apartado Aéreo 5891, Bogotá, D.E.

Si se limita el contenido de humedad, se reduce la acción del moho y de los insectos, los cuales son los mayores enemigos del arroz almacenado.

Se puede decir entonces que para conseguir que el arroz tenga las condiciones aceptables para almacenamiento, siembra o industrialización que se necesitan, se requiere dejarlo en una condición de humedad tal que no vaya a sufrir daños posteriores.

2. FORMAS DE SECAMIENTO

Las formas adoptadas para el secamiento del arroz las podemos dividir en dos grupos:

2.1. SECAMIENTO NATURAL.

Como su nombre lo indica es el que se hace por vía natural, aprovechando la evaporación de humedad del arroz por medio de los rayos solares. Este secamiento se hace por lo general en patios de cemento contruidos con el fin de regar el arroz sobre ellos para dejarlos expuestos al sol con el propósito de evaporar parte del agua que contiene. Tanto la distribución de los granos en el patio como su recolección, se ejecuta en forma manual o con un tractor que se encarga de esparcirlo y de amontonarlo luego que se ha secado. Esta forma de secamiento no es la más recomendable toda vez que los cambios de temperatura en el día, ocasionan cambios en la estructura del grano lo cual redundará en un descenso en el porcentaje de granos enteros cuando el arroz sufra el proceso de molinado.

2.2. SECAMIENTO ARTIFICIAL.

Se ejecuta por medio de ventiladores los cuales forzan el aire a través de la masa de arroz que se va a secar. Dicho aire, llamado aire de secamiento, puede ser a temperatura ambiente o calentado por medio de un quemador, dependiendo de las condiciones que tenga y necesite el aire para conseguir un buen secamiento como se verá más adelante. Por otra parte, para el secamiento artificial se utilizan las llamadas secadoras horizontales y columnares.

3. CLASE DE SECADORAS

3.1. SECADORAS HORIZONTALES.

En Colombia este método de secamiento artificial se ejecuta de la siguiente forma:

3.1.1. Con túneles de secamiento. Este se efectúa introduciendo aire en un túnel formado por sacos de arroz, sobre ellos se riega arroz a granel con el fin de evitar pérdidas ocasionadas por la fuga de aire a través de los espacios existentes entre los bultos que forman las paredes de dichos túneles.

3.1.2. Con silos estacionarios. Estos están contruídos de paredes de cemento o de una combinación de hierro y madera. Esencialmente están formados por la cámara de aire, en la parte baja del silo, a la cual llega el aire que introduce el ventilador para atravesar en forma ascendente una rejilla que sirve de piso al arroz que se va a secar. El aire pasa a través de los granos ensilados a granel para salir por la parte superior de los mismos. En esta forma el aire absorbe humedad de los granos, produciendo el secamiento. (Figura 1).

Quando el secamiento se hace con el arroz en bultos, se utiliza un piso intermedio contruído con columnas y tablas de madera en lugar de la rejilla o tela metálica, con el fin de que el aire vaya directamente contra los bultos para hacer más eficaz el secamiento. Además se acostumbra regar arroz a granel para evitar que el aire se escape por las luces que quedan entre los bultos que se colocan para el secamiento.

3.2. SECADORAS COLUMNARES.

Este tipo de secadoras se ha venido incrementando en Colombia pues a pesar de que su costo e instalación son muy superiores a los de los silos estacionarios, parece que resulta más económico con el tiempo ya que además de reducir personal para la manipulación, el secamiento se ejecuta más rápidamente pues se puede aumentar la temperatura del aire hasta 65 grados centígrados, siempre y cuando se reduzca el tiempo de exposición del arroz para evitar cambios en el grano lo cual menoscaba la producción posterior en la molinería.

Existen en esta clase de secadoras varios tipos, a saber:

3.2.1. Secadoras Columnares donde no se mezclan los granos (Figura 2). Su funcionamiento es muy simple y común. En esta

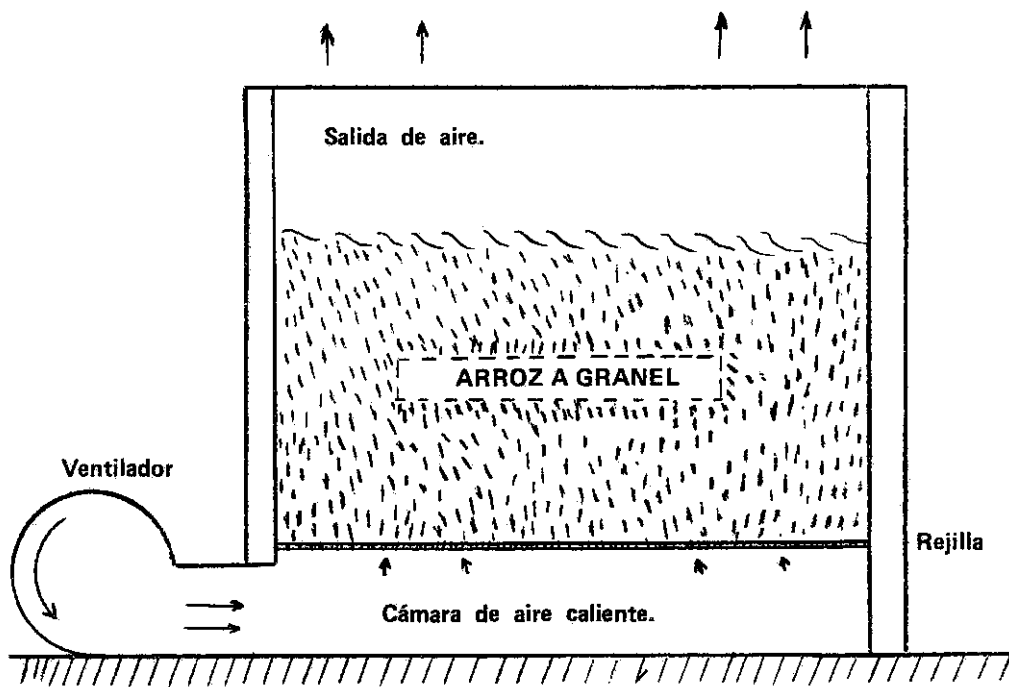


FIGURA 1. Secamiento en silo estacionario.

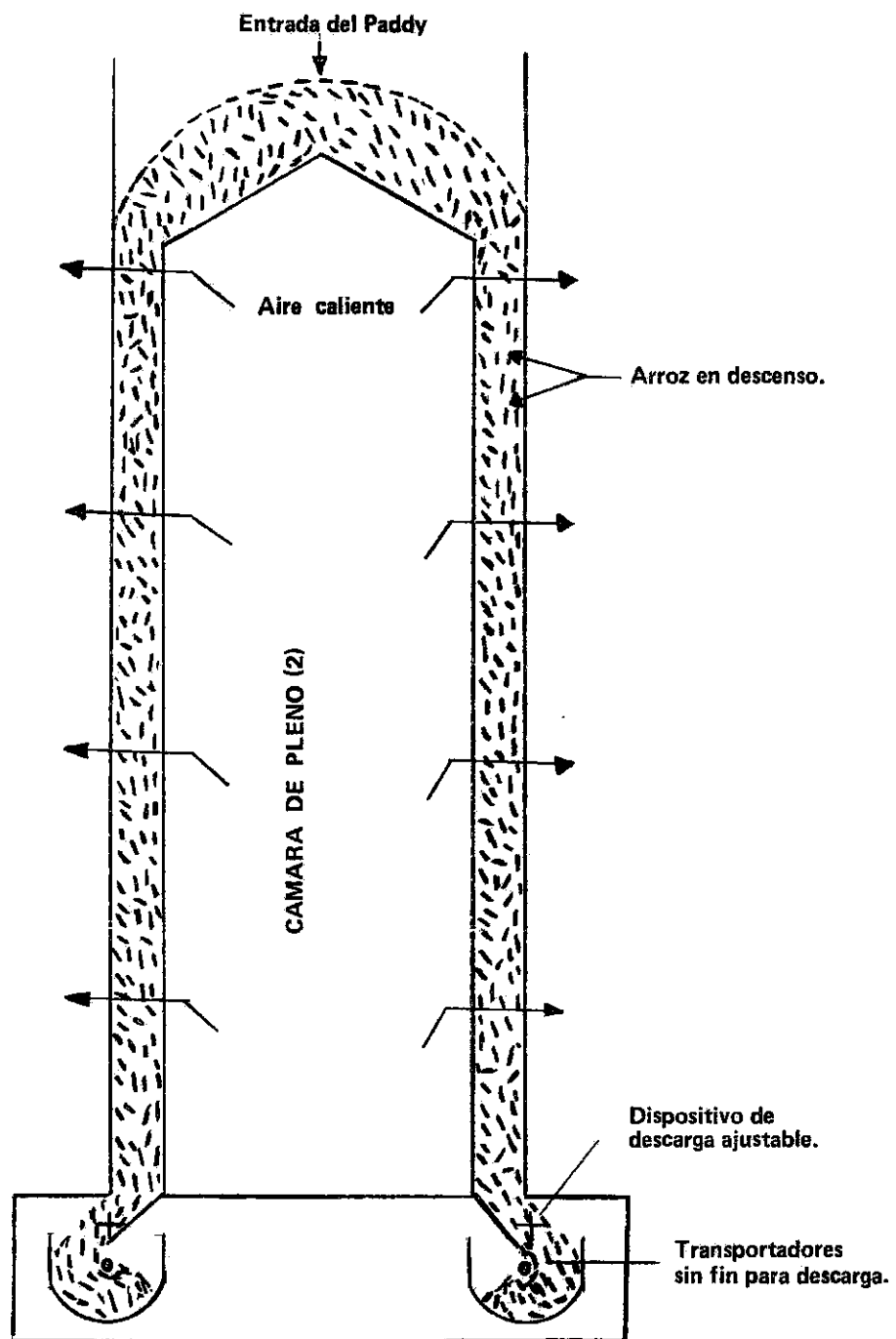


FIGURA 2. Secadora columnar, en la que no se mezclan los granos.

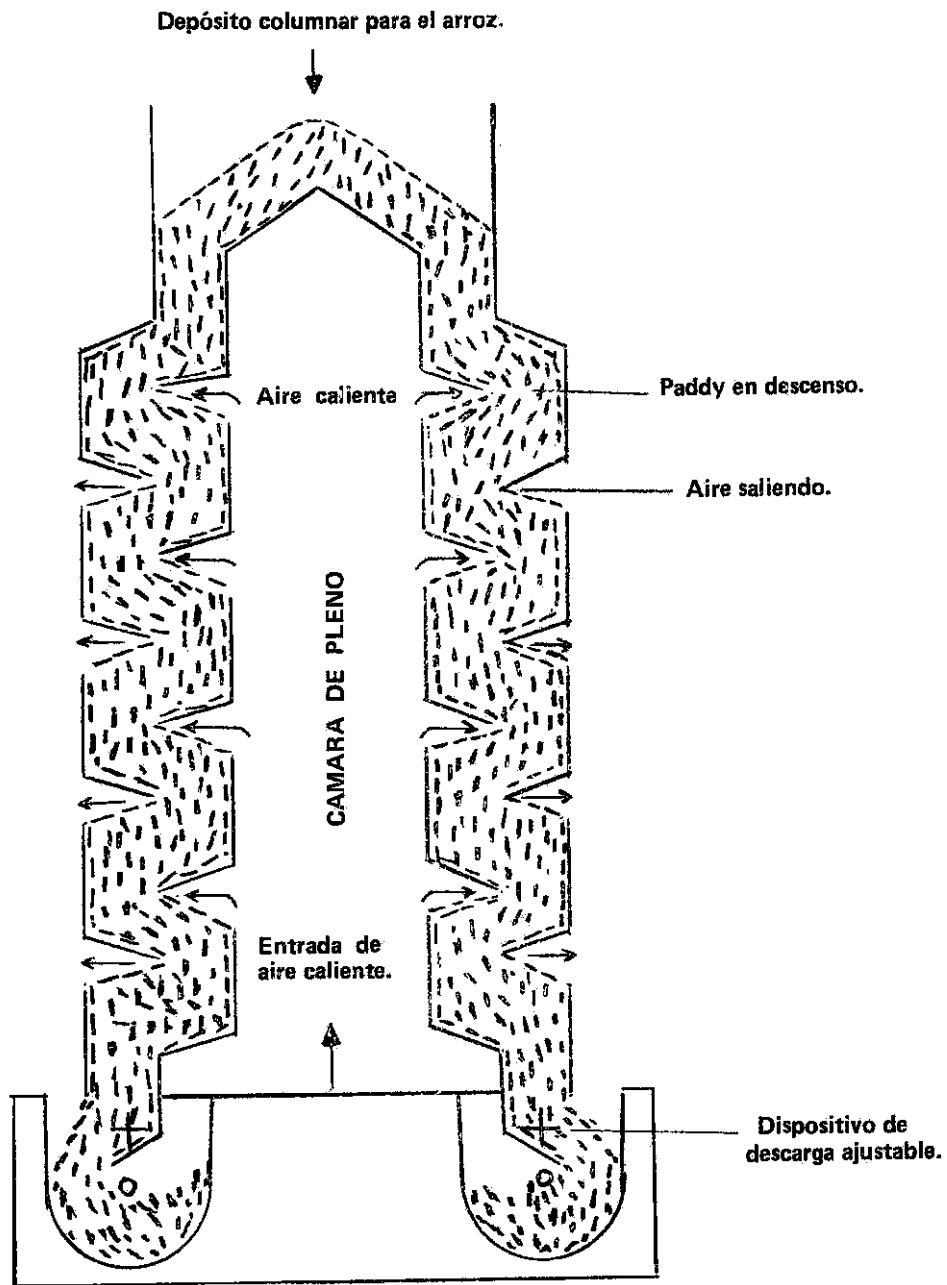


FIGURA 3. Secadora columnar, de placas deflectoras.

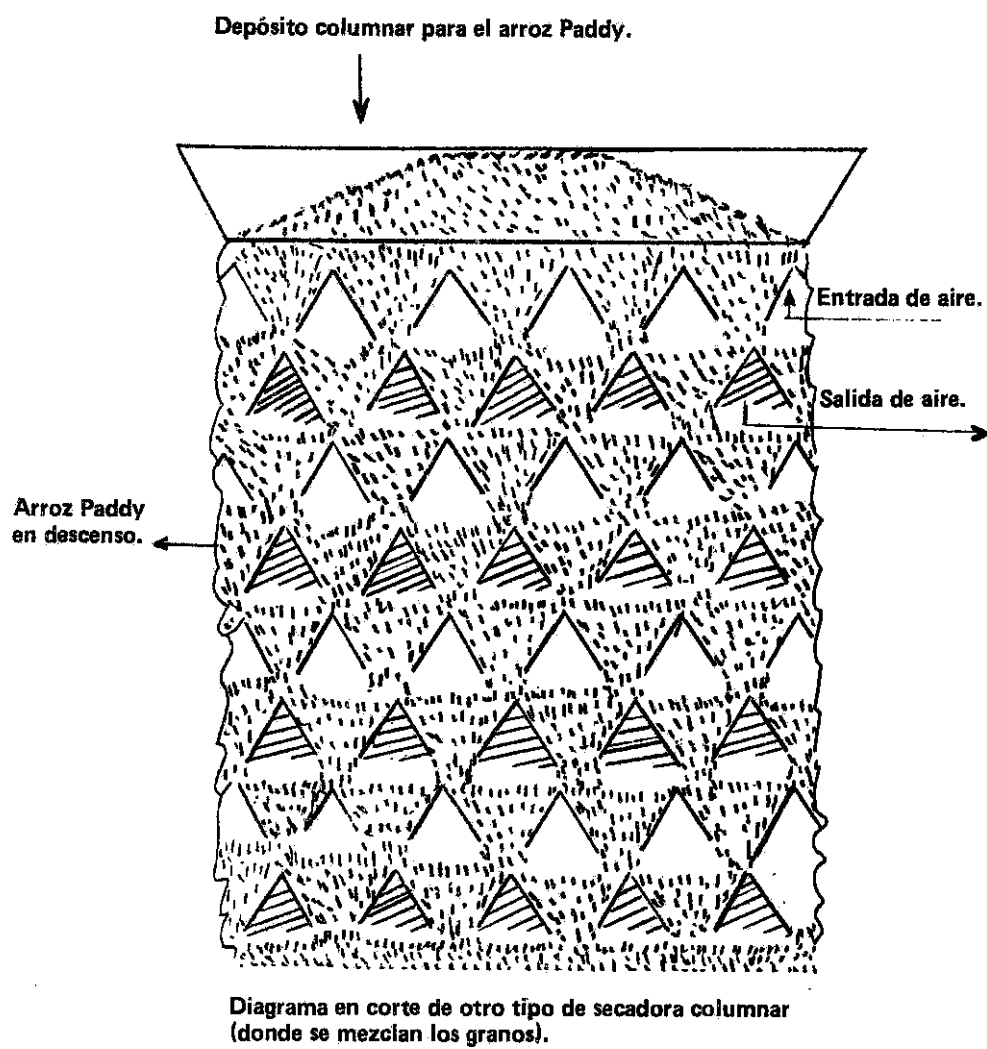


FIGURA 4. Corte de secadora columnar.

secadora el arroz que se introduce por la parte superior de la máquina, desciende entre dos láminas metálicas paralelas hasta llegar a la parte baja sobre un tornillo sinfín que se encarga de transportarlo al lugar que se le tenga destinado. Acá el aire se introduce por debajo de una cámara (2) formada por las paredes interiores de las láminas antes mencionadas las cuales, como las láminas exteriores, están perforadas con el propósito de que dicho aire atraviese el arroz paddy que se está sometiendo a secamiento.

3.2.2. Secadoras Columnares donde se mezclan los granos. Entre ellas está el tipo de secadora de placas deflectoras o de desviación en la cual las planchas horizontales metálicas están dispuestas en forma de persianas y están diseñadas de tal manera que sirvan para que el paddy caiga en forma de vaivén. (Figura 3).

También en este tipo de secadoras encontramos un diseño (Figura 4) que consiste en un tanque columnar dentro del cual se encuentran instalados varios conductos de aire en forma de V invertidas.

Acá cada fila de conductos están dispuestos en forma alternada con la siguiente fila, teniendo en cuenta que si la primera fila de conductos es de entrada de aire, la segunda será de salida y así sucesivamente. El arroz que se va a secar es introducido en el tanque por la parte superior y cae por gravedad a través de las canales entre los conductos de aire en forma de vaivén.

4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL SECAMIENTO DEL ARROZ

Como se dijo anteriormente el problema del secamiento está encaminado a reducir la cantidad de agua que contiene el arroz con el fin de dejarlo en una condición de humedad tal que no sufra deterioro en el uso que se le da posteriormente.

4.1. HUMEDAD DEL GRANO.

Se entiende por humedad del grano la cantidad de agua que éste contiene. Esta humedad se puede dividir en:

- Humedad Externa. La que se encuentra en la periferia del grano, su eliminación es fácil.

- Humedad Interna. Como su nombre lo indica es la que se encuentra en la parte interior de los granos. Es de difícil eliminación ya que su movimiento hacia la periferia es sumamente lento.

De acá podremos explicar el aumento de humedad que se encuentra en un arroz sometido al secamiento y después se deja en reposo. Si las lecturas de humedad se hacen: la primera inmediatamente después del secamiento y la segunda algunas horas después notaremos que existen diferencia entre las dos lecturas, siendo mayor la segunda; ésto es debido a que durante el reposo hay un movimiento lento de humedad del centro a la periferia del grano. Este tiempo en el que se produce esta migración de humedad se conoce como atemperamiento del grano, el cual es necesario con el fin de uniformizar su humedad, y por consiguiente la temperatura en todas las partes de dicho grano.

Para conseguir una buena cosecha de arroz sin que haya pérdidas de consideración es necesario recogerlo con humedades un poco altas (entre 20 y 24 por ciento), las cuales se deben bajar hasta 13 por ciento con el propósito de dejarlo en buenas condiciones para el almacenamiento o para el molineo posterior.

4.2. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE.

Se entiende por humedad relativa la cantidad de agua que contiene el aire a cierta temperatura, expresada en tanto por ciento de la cantidad de agua que podría tener dicho aire a la misma temperatura, para estar totalmente saturado. Cuando el aire está saturado, el agua se condensa y se produce la lluvia. Esta humedad relativa del aire está íntimamente relacionada con la humedad del grano puesto que existen puntos de equilibrio entre ellas. Los puntos de equilibrio son:

Humedad relativa del aire	Humedad del arroz en cáscara
15%	5,6%
30	7,9
45	9,8
55	11,1
60	11,8
65	12,5
70	13,2
75	14,0
80	14,8
90	17,6

Debe tenerse en cuenta que esta relación de equilibrio está hecha a 25 grados centígrados y la temperatura tiene un determinado efecto sobre dicho equilibrio.

Debido a los puntos de equilibrio existentes y analizando el cuadro deducimos: Si a un arroz con 17,6 por ciento de humedad le introducimos aire con 90 por ciento de humedad relativa, dicho arroz no podrá secarse, puesto que las dos humedades están equilibradas. Si a un arroz con 14 por ciento de humedad se le inyecta aire con 55 por ciento de humedad, llegará un momento en el cual el arroz sólo tendrá 11,1 por ciento de humedad y se estaría sobresecando. Debe notarse que el equilibrio entre las dos humedades solo se consigue después de determinado tiempo.

4.3. PRELIMPIEZA DEL ARROZ PADDY.

En muchas partes no se le suele dar la importancia que tiene este punto; sin embargo, es uno de los factores definitivos para un efectivo secamiento, acondicionamiento y almacenaje del arroz. Cuando llegan los arroces húmedos del campo, estos suelen contener materias extrañas como: yerbas, tallos de arroz, insectos, arroces vanos, tierra, etc. Todas estas basuras sumadas, contienen humedades altas, dando lugar a lecturas erróneas en los comprobadores de humedad y por consiguiente a ajustes erróneos en la temperatura del aire empleado para el secamiento.

En varias pruebas efectuadas tomando lecturas primero con el arroz sucio llegado del campo y después con el mismo arroz sometido a una limpieza preliminar, se encontraron diferencias entre

las dos lecturas hasta de 10 por ciento, lo que puede dar una idea de cómo las basuras pueden alterar las lecturas de humedad.

Otro de los factores que originan trastornos en la humedad del arroz son los llamados "Puntos Calientes" en el grano almacenado. Los puntos calientes pueden ser originados por la humedad en la basura, la cual acelera la respiración de ellos, dando lugar a que el grano en esas partes adquiera altas temperaturas, llegando a "arderse" si no se cambia el arroz de un silo a otro para airearlo ya que de no hacerlo se produce lo que se llama migración de humedad de unas partes a otras dentro del silo. Además es bueno notar que la basura es el foco principal de determinados hongos y bacterias que deterioran la calidad del grano almacenado. De tal manera que entre mayor limpieza se le pueda dar al arroz para el secamiento, mayores serán los beneficios ya que además de los factores antes anotados, hay otros que influyen notablemente y es el ahorro del tiempo y del combustible que se emplea en secar basuras que ninguna utilidad van a producir en los diferentes procesos a que se someta el grano.

4.4. TEMPERATURA DEL AIRE DE SECAMIENTO.

Cuando se calienta el aire de secamiento se obtiene dos cosas:

- Se disminuye la humedad relativa de dicho aire para que éste pueda evaporar rápidamente la humedad externa del arroz.
- El calor aumenta la presión del vapor del grano y en esta forma la humedad interna que posee cada grano, se moverá hacia la superficie y podrá evaporarse fácilmente.

Esto tiene su explicación y es debido a que la cantidad de vapor de agua que contiene el aire seguirá siendo la misma, pero como con un aumento de temperatura éste se expansiona hasta un volumen mayor, entonces dicha cantidad de agua ya estaría representada en un porcentaje menor del volumen total de aire, pudiendo absorber mayor cantidad de agua y por consiguiente adquiriendo mayor humedad.

Un aumento pequeño de la temperatura del aire, será suficiente para rebajar la humedad relativa del mismo, lo indispensable para conseguir que dicho aire pueda evaporar gran cantidad de humedad del grano que se esté secando.

Por vía experimental se ha podido establecer que aún en las situaciones más desfavorables, lo máximo que se debe calentar el aire para que la humedad relativa del mismo sea lo suficientemente baja para secar el grano, sin sobrecalentarlo, son siete grados centígrados por encima de la temperatura ambiente sin que pase de 43 grados centígrados cuando el secamiento se hace en silos estacionarios.

Pero cuando se trata de secadoras columnares en las cuales el flujo de arroz es continuo, y por tanto el tiempo de exposición, el aire puede ser calentado hasta 65 grados centígrados máximo sin que el arroz sufra por este concepto.

Sin embargo, si se calentara mucho el aire de secamiento, se pueden cometer daños considerables en el arroz que se está secando como:

- Daños de la calidad del arroz.
- El cambio brusco de temperatura ocasiona cambios químicos en el grano, dando lugar a que éste se torne quebradizo.
- El germen del arroz se muere del tal manera que este arroz no se podrá utilizar para semilla cuando así se necesite.
- La capa superficial se adhiere más fuerte al grano de tal manera que se hace necesario forzar un poco más las máquinas que se encargan del blanqueo del arroz.
- Si hay una disminución de humedad menor que la recomendada para el grano, habrá una pérdida innecesaria de peso, y un encarecimiento, sin fundamento del proceso.
- Parece que con el arroz sobresecado, las proteínas se hacen menos digestibles.

4.5. VOLUMEN DE AIRE PARA EL SECAMIENTO.

De suma importancia dentro del proceso de secamiento es el volumen de aire que se utilice para este fin, ya que mientras mayor sea la cantidad de aire que se mueve alrededor del arroz, más humedad se podrá evaporar y más rápidamente se podrá secar el grano.

Por diversos estudios efectuados en Estados Unidos y en otros países del mundo, se ha llegado a la conclusión de que para el seca-

miento del arroz se deben suministrar como mínimo dos metros cúbicos por minuto por cada metro cúbico de arroz que se someta al proceso.

Sin embargo, y como se anotó anteriormente a una misma temperatura y a una misma humedad relativa, cinco metros cúbicos de aire por minuto y por metro cúbico de grano removerán cinco veces más cantidad de agua que un metro cúbico de aire por minuto y por metro cúbico de grano que se esté secando.

De tal manera que este punto tiene mucha significación cuando se trate de escoger el ventilador que se necesite para determinada instalación pues cuando se tenga que variar este aspecto con ventiladores ya instalados, habrá variaciones fundamentales en la presión que da el mismo y que también es un punto de suma importancia dentro del proceso de secamiento a que nos estamos refiriendo.

4.6. PRESION ESTATICA DEL ARROZ.

Los ductos por donde transita el aire para el secamiento, así como las impurezas que contiene el arroz y la columna que forma el mismo ofrecen una gran resistencia al aire que se suministra en el secamiento, llamada presión estática.

Mientras mayor sea la presión estática, mayor fuerza necesitará el ventilador para forzar, a través del grano, la cantidad requerida de aire para el secamiento. De tal manera que con un equipo determinado, mientras más altura tenga la columna de arroz y más impurezas contenga el mismo, mayor será la presión estática a vencer y debido a esa resistencia, menor será el volumen de aire que se le podrá suministrar al grano y más lento será el secamiento del mismo.

De tal manera que en un arroz con impurezas se forman "colchones" por donde el paso del aire es mucho menor. Así para evitar estos "colchones" lo aconsejable sería distribuir lo que más se pueda el arroz dentro del silo para evitar la formación de ellos.

Por estudios efectuados en Estaciones Experimentales y en Departamentos de Ingeniería Agrícola de los Estados Unidos con arroces más o menos limpios se han llegado a recomendar las siguientes alturas respecto a las humedades dadas a continuación:

Porcentaje de humedad original	Altura máxima del arroz al comenzar
20 a 22 %	1,82 m (6 pies)
16 a 20 %	1,43 m (8 pies)

Debe tenerse en cuenta que esta altura puede ser reducida cuando el arroz a secar contenga impurezas que hagan subir la presión estática para que dicha presión pueda ser vencida por la que da el ventilador.

Un arroz con más de 22 por ciento de humedad original es recomendable secarlo con aire natural.

Un arroz con más de 20 por ciento puede secarse en varias etapas seguidas cada una de un proceso de atemperamiento de la siguiente manera:

- Se baja la humedad del arroz hasta que tenga un 18 por ciento, seguida de un proceso de reposo de 4 a 12 horas.
- Se procede de nuevo al secamiento rebajándole máximo el tres por ciento de humedad (hasta 15 por ciento y se coloca nuevamente en reposo).
- Se le introduce aire hasta obtener una disminución del dos por ciento o sea hasta llegar al 13 por ciento, que es la humedad del grano recomendable.
- Si por los procesos de reposo (homogenización de humedad del grano) son necesarios pasos adicionales de secamiento, estos últimos se deben hacer teniendo en cuenta no reducir en más de un dos por ciento la humedad para evitar problemas posteriores.

4.7. TIEMPO NECESARIO PARA EL SECAMIENTO.

Lógicamente este punto, cuya variabilidad depende de la buena o mala conjugación de los anteriores, tiene también su importancia ya que es uno de los factores que inciden notoriamente en el costo del secamiento.

En general, se puede decir que su establecimiento se hace

de manera empírica ya que cada casa productora tiene especificaciones de volumen, presión y temperaturas de aire diferentes, además de la conjugación de temperatura de aire y exposición del grano cuando de secadoras columnares se trata.

Sin embargo y basándose en datos experimentales se han podido sacar algunas fórmulas que dan una ligera aproximación pero cuya explicación en este capítulo serían muy dispendiosas.

5. CONCLUSIONES

Como se ha podido notar cuando se logren conjugar los factores antes mencionados se obtendrán entre otros los siguientes beneficios:

- Reducción del tiempo de secamiento.
- Disminución del costo de secamiento.
- Aumento de la producción de arroces enteros cuando se trate de arroz molinado.
- No hay cambios de consideración en el grano, pudiéndose utilizar el arroz para semilla sin riesgo alguno.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ANGLADETTE A. 1969. El Arroz. Barcelona, Blume. pp.393-399.
2. FISCHER K. 1959/60. Royal Print. Guayaquil. 137p.
3. MARTINEZ, P.E., et al. 1970. Manual Breve para el secamiento del arroz y granos. Trad. por Pemar International. Hialeach, Florida. 142p.
4. Catálogos sobre secadoras:
 Empresa Metalúrgica Colombiana. Bucaramanga.
 Schule, F.H. Hamburgo. Folleto 1712S.