

Problemas de la mejora varietal del rendimiento en granos enteros del arroz

Ballesteros R., Carreres R., Sendra J.

in

Mourzelas M. (ed.).
Qualité et compétitivité des riz européens

Montpellier : CIHEAM
Cahiers Options Méditerranéennes; n. 15(4)

1995
pages 47-51

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI01.09.35>

To cite this article / Pour citer cet article

Ballesteros R., Carreres R., Sendra J. **Problemas de la mejora varietal del rendimiento en granos enteros del arroz.** In : Mourzelas M. (ed.). *Qualité et compétitivité des riz européens* . Montpellier : CIHEAM, 1995. p. 47-51 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 15(4))



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Problemas de la mejora varietal del rendimiento en granos enteros del arroz

R. Ballesteros, R. Carreres, J. Sendra

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias—IVIA, Sueca, Valencia (España)

Abstract. *An important target of rice breeding is to obtain varieties with high head rice yield. The evaluation of plants and lines is difficult because environmental conditions affect the results in different degrees depending on the moisture content of the grain. The natural stress cannot be controlled and some stress is necessary to difference sensibility to fissuring. To solve this problem, regarding scientific research, some complicated methods have been designed by researchers of several countries. For breeding, less precise methods can be useful. In this paper the problem is considered in relationship with Valencia rice zone conditions and internal market preferences. The possibilities of reducing the size of the sample to be tested in a laboratory friction mill are evaluated.*

Resumen. La importancia de obtener variedades que produzcan un elevado porcentaje de granos enteros, en el proceso de elaboración, no necesita ser subrayada dada su repercusión económica. Un tratamiento eficaz del tema en un programa de mejora presenta dificultades que consideraremos a la luz de algunos resultados de investigación. Por otra parte se dan en el mercado español particularidades que afectan al problema.

Es evidente que las roturas durante la elaboración dependen además de aspectos puramente agronómicos, en particular del momento de la recolección de una variedad, y que el resultado final depende también de las técnicas de secado y elaboración. Estos temas puramente industriales no son considerados aquí.

Si nos limitamos a evaluar muestras procedentes de ensayos de producción cosechadas cuidadosamente, los resultados dependerán fuertemente de la climatología. Una serie de años buenos puede ocultar la fragilidad potencial de una línea y, cuando un mal año la ponga de manifiesto, habremos perdido en gran parte la oportunidad de efectuar una selección dentro de ella. Por otra parte los molinos clásicos de laboratorio están diseñados para trabajar con muestras demasiado grandes para proceder de una sola planta.

El momento de toma de la muestra, su tratamiento y secado posterior, su tamaño y el método de evaluación de su fragilidad son factores que afectan la fiabilidad de los resultados.

I – Dinámica de la humedad del grano

Para poder considerar el problema es necesario partir de una explicación del origen básico de las roturas, tal y como aparece expuesta con claridad en los trabajos de O.R. Kunze citados en la bibliografía, trabajos que incluyen una revisión de la literatura anterior.

En el período de la maduración los granos de arroz forman una población heterogénea en cuanto a su contenido de humedad, población de la que usualmente estimamos la media. Cada grano está sometido individualmente a un proceso dinámico de ajuste de su contenido de humedad con la humedad de equilibrio. Ese equilibrio depende de la humedad relativa y de la temperatura del entorno. Si se consulta la tabla de humedades relativas de equilibrio, es decir aquellas por encima de las cuales el grano gana humedad y por debajo de las cuales la pierde (Wasserman and Calderwood, 1972), se ve, entre otras cosas, lo siguiente :

- La temperatura es un factor mucho menos importante que la humedad.
- Si el grano tiene contenidos de humedad de 16% o más absorberá humedad únicamente cuando la humedad relativa ambiental sea muy elevada.

Por dar unas cifras de referencia indicamos a continuación los rangos de humedades de equilibrio correspondientes a temperaturas entre 18°C y 35°C :

Para granos al 14% : (73%, 77.8%), para granos al 16% : (83%, 86%), para granos al 18% : (89.8%, 91.5%). Como se ve cuando la humedad del grano es, por ejemplo, del 18% un cambio de temperatura de 17 grados modifica muy poco la humedad de equilibrio.

De acuerdo con las publicaciones mencionadas, las roturas dependen fundamentalmente de las fisuras que se producen cuando el grano, habiendo alcanzado una humedad del 14% o menos, vuelve a recuperar humedad debido a que la humedad ambiental supera la humedad de equilibrio.

Antes de considerar los problemas de la mejora consideremos por un momento algunas consecuencias agronómicas.

II – El momento óptimo de recolección

En Estados Unidos se indica habitualmente a los agricultores la humedad a la que conviene recolectar cada una de las variedades cultivadas para obtener un buen rendimiento industrial. Una recolección demasiado temprana, es decir con el arroz demasiado húmedo y bastantes granos inmaduros, disminuiría la producción y produciría roturas por la consistencia del grano. Una recolección tardía produciría un elevado porcentaje de granos fisurados.

Wang y Luh (1991) indican que en California las variedades tempranas, que vienen a madurar cuando las temperaturas máximas superan los 24°C, deberían cosecharse con contenidos de humedad de 24-26% mientras que las tardías, que maduran cuando las máximas diarias son inferiores a 24°C, pueden recolectarse con contenidos de humedad del 14 o 13%, empleando en la cosechadora una velocidad de cilindro lenta (609.6 m/min), con buen rendimiento industrial en granos enteros. Recomiendan que en periodos cálidos y secos la recolección se empiece al 24-26%, empleando velocidades de cilindro mínimas, si el contenido de humedad baja del 22% y las temperaturas máximas exceden de 24°C.

Esta referencia a la temperatura de 24°C como temperatura crítica no tiene aplicación en el clima español. Hemos examinado las características del clima en la región de Valencia en el período de recolección del arroz en los años 92, 93 y 94. El año 92 fué un año bueno, de pocas roturas, (juizado por un conjunto amplio de variedades), el 93 un año bastante bueno y el 94 un año malo. En ninguno ha habido lluvias importantes en esos períodos antes de que se recolectara el arroz. Hemos examinado las temperaturas medias, máximas y las oscilaciones correspondientes a los 10 días anteriores a la recolección y contado el número de días de máxima superior a 28°C, el número de días de oscilación (Max-min) superior a 10°C y la suma de las oscilaciones. Tanto el número de días con máximas superiores a 28°C como el número de días con oscilaciones superiores a 10°C diferencia claramente el año 94 de los otros.

Examinadas las humedades relativas correspondientes también podríamos distinguir los años claramente tanto por el número de días de humedad relativa mínima inferior al 40% o de oscilación (Max-min) superior al 50%. En general en el mes de Septiembre las temperaturas muy elevadas corresponden a días de viento de poniente (Oeste o Noroeste) que es un viento muy seco que determina una bajada muy fuerte de la humedad relativa.

En general en la zona de Valencia se dan con frecuencia, circunstancias climatológicas adversas en relación con la fragilidad del grano. Por otra parte, el comercio no suele pagar a los agricultores un sobre precio por la buena calidad del arroz y sí les descuenta los gastos de secado atribuidos a la humedad del grano entregado. Esto no estimula al agricultor a recoger el arroz con humedades elevadas y por tanto puede decirse que el manejo de la cuestión está más regido por las circunstancias que por una actitud de perfeccionamiento técnico.

III – Caracterización de variedades

La caracterización de variedades, aún más que la evaluación de material de mejora, requiere superar las circunstancias climatológicas que afectan de modo distinto a las variedades debido a sus distintos estados de maduración. Afortunadamente hasta que la humedad del grano alcanza unos límites próximos a la maduración la humedad de equilibrio del grano es alta y por tanto no ha iniciado el ciclo diario de alternar la pérdida de humedad con su recuperación. Es decir, el grano puede ser recogido antes de que se agriete y seguir secándose en circunstancias controladas. Entre los modos de caracterizar la

sensibilidad a las roturas destaca el "critical moisture content" (CMC) que determina el contenido de humedad por debajo del cual los granos de una variedad empiezan a presentar fisuras al recuperar humedad. Juliano y Pérez (1993) consideran resistentes a las variedades con CMC del 14% y sensibles a las de CMC del 15-16%. Parte importante de esta evaluación es la utilización de un <stress test> en el que se tiene que poner el arroz a remojo durante 2 h en agua a 30°C y después, secar la muestra y elaborarla. Estos importantes trabajos de Juliano se basan en parte en trabajos previamente publicados por Srinivas (Srinivas and Bashyam, 1985). En todos estos trabajos las precauciones requeridas para asegurar la objetividad de la evaluación son numerosas y de compleja realización. Son métodos que, en principio, exceden a las necesidades de rapidez de la mejora, dado el número de muestras que deben manejarse. Por otra parte las conclusiones de estos trabajos son importantes en el progreso hacia métodos más rápidos y sencillos.

IV – Necesidad de un stress controlado

Si consideramos el rendimiento en enteros de un conjunto de variedades a lo largo de un conjunto amplio de años, veremos que en años muy buenos las diferencias son pequeñas. Cualquier variedad en cultivo en un buen año, recolectada y elaborada óptimamente, dará un rendimiento de enteros elevado. En el otro extremo un año desastroso afectará fuertemente a todas las variedades. Es solo bajo condiciones adversas no excesivas donde las diferencias entre tubos de ensayo con un abrasivo, donde los granos descascarados son sacudidos durante período de 1 hora en los modelos iniciales y de 10 minutos en modelos posteriores del IRRI. No tenemos experiencia en su utilización.

Los molinos de fricción de laboratorio habituales, como por ejemplo el McGill #2 o el Universale de Olmia, trabajan con muestras de unos 100 g. de arroz descascarado. En sus trabajos recientes Juliano ha utilizado un modelo Kett Pearlest que utiliza muestras de 5 g y ha estudiado su fiabilidad en relación con el McGill calificando la correspondencia de los resultados de buena. No hemos tenido ocasión de utilizar el molino Kett que podría ser muy útil para la mejora.

A falta de un molino especializado hemos realizado unos ensayos de reducción de tamaño de muestra, con el molino Universale de Olmia que utilizamos en nuestro departamento, cuyos resultados exponemos a continuación.

Normalmente el molino Universale se utiliza para muestras de 100 g de arroz cáscara que, después de descascarada en la descascaradora del molino o en una Sataké, se elabora durante 90" obteniéndose resultados estables.

Hemos tomado muestras de 4 variedades, dos de grano medio y dos largo B, procedentes de la cosecha de 1994 que ha sido un mal año y elegidas para representar distintos niveles de rendimiento en enteros. Se han comparado en la *Figura 1* el resultado de las muestras de 100 g con el de muestras de 30 g, 20 g y 10 g. En las muestras de 20 g y 10 g se ha utilizado además un tiempo de 120". Las muestras de 10 g no han dado un resultado satisfactorio pero las muestras de 20 g a 120" han dado resultados bastante buenos, como se ve en la *Figura 2* donde se incluyen las desviaciones típicas correspondientes.

Con plantas trasplantadas a una densidad de 14 plantas/m² es posible disponer de 20 g de arroz para una muestra pero, en muchas ocasiones, sería preferible utilizar una muestra menor. Para ello se ha ensayado el siguiente procedimiento que, a falta de un molino especial, puede dar una estimación de las diferencias entre plantas. Se mezclan 5 g de arroz de grano medio, p.ej. Senia, con 25 g de arroz de tipo índica, p.ej. Thaibonnet. Se descascarar y se elaboran durante 120". Se separan a mano los granos enteros de Senia y se pesan. Análogamente para estudiar 5 g de un arroz tipo índica se mezclarían con 25 g de arroz redondo. Es decir que se completa la muestra con otra variedad, con la que la diferenciación visual de granos enteros sea fácil, hasta un nivel que el molino maneje bien. En la práctica la operación es fácil y bastante rápida. Los resultados se incluyen también en las *Figuras 1 y 2* donde se ve que, si bien los resultados de una variedad varían con el tamaño muestral, el orden relativo de las variedades se mantiene por lo que permite elegir las mejores entre un conjunto de plantas.

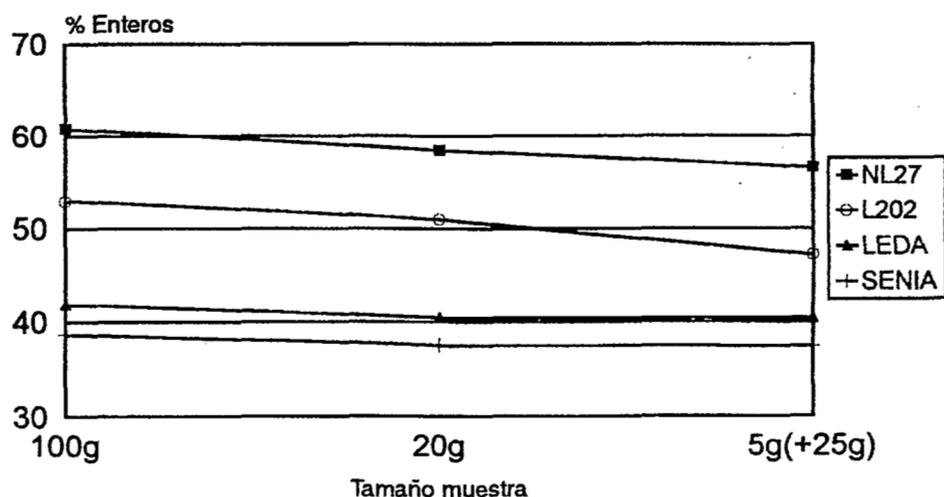
Figura 1. Desviaciones típicas

	100g	20g	5g (+25)
SENIA	0,67	1,32	1,67
LEDA	1	1,46	2,07
L202	0,89	1,17	1,64
NL 27	0,91	1,52	1,95

5 muestras por variedad y tamaño muestral

Otra posibilidad, que no hemos ensayado, sería usar como material de relleno granos descascarados teñidos de modo que, después de la elaboración, se pudieran separar fácilmente los no teñidos. Se necesitaría una tinción que penetrara lo suficiente en el grano para no desaparecer en el molino y no importaría que la tinción afecte a las roturas de esos granos porque estos sirven simplemente de relleno.

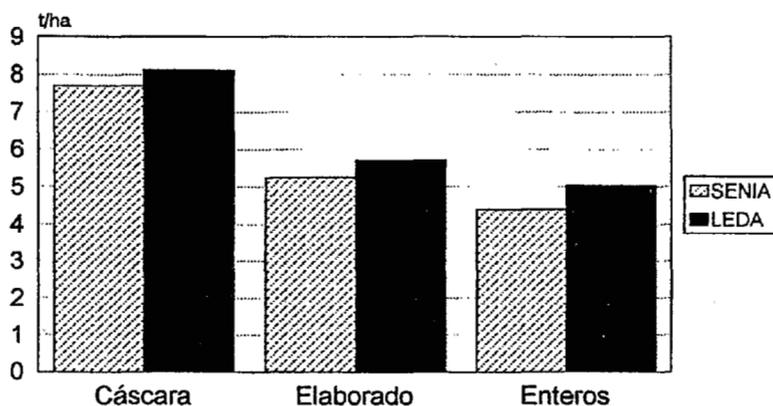
Figura 2. Rendimiento en enteros según tamaño de muestra



V – Caracteres relacionados con las roturas

El mejorador puede también seleccionar las plantas por otros caracteres que tengan influencia en la fragilidad del grano.

Figura 3. Comparación SENIA - LEDA (Producciones medias de 9 años)



El factor más universalmente aceptado como causante de fragilidad es la presencia de panza blanca (belly) seguido de la de perla central. Curiosamente el mercado interno español prefiere, por tradición, el grano perlado. De hecho la variedad Leda que, como puede verse en *Figura 3* y *Tabla 1* supera claramente en rendimiento en enteros por ha a la variedad más cultivada Senia, tiene como mayor dificultad para su difusión el ser menos perlada que Senia.

Otro factor de importancia es la desigualdad en la maduración, a la que contribuye el ahijamiento, que proviene de la floración no sincronizada de los granos de la planta.

Tabla 1. Medias de 9 años

	SENIA	LEDA	LEDA/SENIA
Arroz Cáscara (kg/ha)	7 695	8 123	105,6%
Rendimiento total (%)	68,3	70,3	102,9%
Enteros (%)	57,1	62	108,6%
Elaborado (kg/ha)	5 256	5 710	108,7%
Enteros (kg/ha)	4 394	5 036	114,6%

En varias publicaciones, por ejemplo en Webb (1991), se señalan otros defectos. Entre ellos los siguientes referidos a la forma del grano :

- Granos con pliegues profundos que obligan a elaborarlo más con merma del rendimiento y aumento de las roturas.
- Granos con puntas afiladas que se rompen fácilmente.
- Granos con gérmenes grandes.
- Granos de formas irregulares.

Una aspiración repetidamente formulada es la de descubrir un factor decisivo en la composición química del grano. Juliano (Juliano, Pérez and Cuevas-Pérez, 1993) ha trabajado sobre el tema con conclusiones más bien negativas. Ni la amilosa, ni la consistencia del gel, ni el test del álcali ofrecen una correlación satisfactoria.

Por tanto la mejor estimación disponible sigue basándose en la elaboración de una muestra que, como hemos visto, debe haber estado sometida al proceso de pérdida y reabsorción de humedad. Este stress puede obtenerse por métodos naturales y por tanto poco controlados, lo cual puede ser razonablemente eficaz en mejora, o bien por métodos de laboratorio que resultan lentos y complejos para su utilización sistemática en programas de mejora con medios limitados. Sin embargo es de estos trabajos de los que debemos esperar en el conocimiento del tema que nos permitan mejorar los tests actualmente disponibles.

Referencias

- Juliano B.O. and Pérez C.M. (1993). Critical moisture content for fissures in rough rice. *Cereal Chemistry*, vol. 70 nº 5.
- Juliano B.O., Pérez C.M. and Cuevas-Pérez F. (1993). Screening for stable high head rice yields in rough rice. *Cereal Chemistry*, vol. 70 nº 6.
- Kunze O.R. 1985). Effect of environment and variety on milling qualities of rice. In: *Rice Grain Quality and Marketing* (IRRI).
- Srinivas T. and Bhashyam M.K. (1985). Effect of variety and environment on milling quality of rice. In: *Grain Quality and Marketing* (IRRI).
- Wang C.Y. and Lush B.S. (1991). Harvest, drying and storage of rough rice. In *Rice*, vol. I, Production, Ed: Luh B.S.
- Wasserman T. and Calderwood D.L. (1972). Rough rice drying. In: *Rice Chemistry and Technology* (1st edition). Am. Assoc. Cereal Chemists.
- Webb B.D. (1991). Rice quality and grades. In: *Rice*, vol. II, Utilization. Ed: Luh B.S.

