



Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río
Vol. 15, No.4 octubre - diciembre, 2013

ARTÍCULO ORIGINAL

Proceso tecnológico para la germinación comercial de la semilla de arroz

Technology comercial proces to rice seed germination

Marcos Guerra Veliz¹, Guillermo Díaz López², Santiago Castells Hernández³, Luis Enrique León Sánchez⁴

¹Ingeniero Agrónomo, Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios. Especialidad de Producción Agroindustrial de Arroz, Departamento Agropecuario, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río. Correo electrónico: rene@lospalacios.co.cu
Teléfono: 547121.

²Master en Gestión de la Ciencia, Investigador Agregado Unidad Científico tecnológica de Base Los Palacios, carretera La Francia km 1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: gdiaz@inca.edu.cu Teléfono: 547230.

³Master en Mecanización Agrícola, Especialista en Ciencias Agropecuarias y Veterinarias Unidad Científico tecnológica de Base Los Palacios, carretera La Francia km 1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 547230. Correo electrónico: castells@inca.edu.cu

⁴Doctor en Ciencias Forestales. Profesor Titular. Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río. Correo electrónico: leon@af.upr.edu.cu

RESUMEN

406

Revista Avances Vol. 15 (4), oct.-dic., 2013

La investigación se llevó a cabo durante la época de frío 2012 _ 2013 con el objetivo de desarrollar y determinar los pasos adecuados para la germinación de la semilla de arroz por el método vietnamita, se utilizó un diseño experimental de Bloques Azar con arreglo factorial de dos factores (2 x 4): dos variantes tecnológicas (tecnología base y nueva tecnología) en cuatro momentos (noviembre 23/2012, diciembre 15/2012, enero 15/2013 y febrero 15/2013) y 4 repeticiones. El proceso base se llevó a cabo según la normativa técnica del cultivo del arroz en Cuba y para en el nuevo proceso se siguió la indicación del proceso vietnamita el cual se adecuó a las condiciones de Cuba, como germinación de la semilla de arroz tiene dos etapas decisivas; proceso de hidratación y proceso de reposo, a las 48 horas de estar en la etapa reposo, se determinó por tratamiento las semillas germinadas, largo de la radícula y el largo de la plúmula, a los datos colectados se realizaron análisis de varianza bifactorial. Las diferencias significativas entre medias se docimaron según la prueba de Rangos Múltiples de Dúncan para $p=0.05$. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software STATGRAPHICS Plus versión 5.1 en ambiente Windows. Se encontró que con la nueva variante tecnológica se logró la adecuada proporción entre la radícula y la plúmula, se incrementó la germinación de la semilla en un 13.35% y con ello el ahorro de 19 kg de semilla de arroz por cada hectárea cultivada.

Palabras clave: Germinación, Arroz, Proceso tecnológico-germinación.

ABSTRACT

The investigation was carried out during the time of cold 2012-2013 with the objective of to develop and to determine the appropriate steps for the germination of the seed of rice for the method Vietnamese, an experimental design of Blocks Chance was used with factorial arrangement of two factors (2 x 4): two technological variants (technology bases and new technology) in four moments (November 23/2012, December 15/2012, January 15/2013 and February 15/2013) and 4 repetitions. The process bases it was taken I end up according to the technical regulatory scheme of the cultivation of the rice in Cuba and it stops in the retrial the indication of the process Vietnamese the one it was continued which was adapted to the conditions of Cuba, as germination of the seed of rice he/she has two decisive stages; hydrate process and process of rest, at the 48 hours of being in the stage rest, were determined by treatment the germinated seeds, long of the radícula and the long of the plúmula, to the collected data they were carried out analysis of variance bifactorial. The significant differences among stockings you docimaron according to the test of Multiple Ranges of Dúncan for $p \leq 0.05$. All the statistical analyses were

carried out with the software STATGRAPHICS Bonus version 5.1 in ambient Windows. It was found that with the new technological variant the appropriate proportion was achieved between the radícula and the plúmula, the germination of the seed was increased in 13.35% and with it the saving of 19 kg of seed of rice for each hectare of cultivated.

Key words: Germination, Rice, Technological process-germination.

INTRODUCCIÓN

En Cuba existen diversas variantes para la siembra de arroz. Predominan las que se realizan en suelo seco con semilla seca, siembra en aguas claras con semilla seca o germinada y siembra de semilla germinada en los suelos cuya preparación concluye con una labor de fanguero (Cuba, 2008). También tiene fuerte presencia fuera de los grandes macizos arroceros la siembra por trasplante. De todas estas formas de siembra, las que más se emplean resultan; siembra en aguas claras con semilla seca y la siembra en seco con semilla seca, sin embargo se relega la tecnología de la siembra de semilla germinada que resulta la mas efectiva desde el punto biológico y económico cuando se desarrollan con la calidad los procesos de germinación de la semilla, la preparación de suelo y la siembra.

Debido a la escasez de fuerza de trabajo y la necesidad humanizar el proceso del trasplante, el universo de la siembra de arroz se está ampliando y ya existen en Cuba por transferencia de tecnologías sembradoras de semilla germinadas y trasplantadoras mecánicas que ambas requieren de alta calidad en la semilla germinada según González (2011).

La siembra en hileras con sembradora manual utiliza en mucho de los países asiáticos, donde las productoras y productores vietnamitas resultan los que mas emplean esta tecnología para lo cual producen las sembradoras las que están concebidas para la siembra directa de semilla de arroz germinada, también en el mundo se está imponiendo el empleo de las trasplantadoras de arroz, las que junto a las sembradoras en hileras exigen que la semilla tiene que cumplir con determinados parámetros de calidad cuando una ves se vaya a utilizar la semilla germinada lo cual se logra con la introducción de

cambios al proceso tecnológico para la germinación de la semilla de arroz , partiendo del principio general de que la germinación de cualquier semilla es un proceso dinámico y sensible donde se conjugan factores medioambientales (humedad, temperatura y luz) y el factor antrópico; donde un ente; la semilla, en estado de reposo relativo, se activa y da origen a una nueva planta con la calidad requerida (Franquet y Borrás, 2012).

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de establecer las modificaciones necesarias al proceso de germinación de la semilla de arroz que se desarrolla en Cuba, para cumplir con las exigencias requeridas por las sembradoras en líneas de semilla germinada de arroz y los semilleros tecnificados (en alfombra) para máquinas trasplantadoras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos de investigación se desarrollaron en la Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, durante la época del período poco lluvioso del año 2013 (Frío). Para las investigaciones se utilizó semilla básica del cultivar INCA LP-5, cosechada en el mes de agosto de 2012, este cultivar hasta la fecha es el más extendido en la producción arrocería cubana. Se desarrollaron dos investigaciones donde la primera complementaba a la segunda.

Primera investigación: Determinación de la facultad germinativa.

En el Laboratorio de Sanidad Vegetal de Pinar del Río, se determinó a facultad germinativa a los lotes de semilla a utilizar en cuatro momentos (noviembre, diciembre, enero y febrero) donde se empleó un método convencional, según lo establece la Norma Ramal de la Agricultura/ Consejo Técnico de Norma Ramal No.16 Arroz (2009) consistente en: seleccionar de los arroces del cultivar secos para semilla sin clasificar una muestra aleatoria 1000 g, se limpia de impurezas y materiales extraños se reduce la misma a 100 gramos y de ese ejemplar reducido se toman 400 granos para constituir cuatro réplicas cada una de 100 granos, las que se colocaron en bandejas distribuidas uniformemente sobre papel absorbente, las que se tapan con papel absorbente húmedo, se vierte agua en las bandejas inferiores del germinador hasta alcanzar una altura de 3 cm y se regula la temperatura a 33°C, cada 24 horas se agrega agua sobre los papeles absorbente superiores hasta los 14 días momento en el cual se realizó el conteo final.

En el experimento se utilizó el cultivar de arroz INCA LP-5, en condiciones semi controladas, se probaron dos tratamientos replicados cuatro veces.

1. Tecnología base. (Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz 2008).

2. Nuevo proceso tecnológico.

Procedimiento empleado en cada tratamiento.

Tecnología base. Se utilizaron 60 kg de arroz de semilla básica de un lote cosechado en julio del año 2012, el cual se dividió en cuatro partes de 15 kg cada una, las que constituyeron las réplicas del estudio, los depósitos (sacos rafa) se sellaron por el extremo superior.

Constó de dos fases, una en que se sumergió en agua la semilla por 72 horas por ser la época de frío y al momento de la prueba estar la temperatura en los 22°C, en todo momento se mantuvo oxigenada el agua, porque la semilla se sumergió en un canal de riego con agua corriente, cumpliéndose el requisito establecido por el Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz (2008), la otra fase fue de reposo y escurrimiento a la sombra. La condición de reposo se mantuvo hasta que se observó el embrión emergido, estado al cual se le denomina comúnmente "pico de paloma", momento en que la semilla de arroz se considera apta a la siembra.

Nuevo proceso tecnológico. A igual que para la tecnología base se utilizaron 60 kg de arroz de semilla básica de un lote cosechado en julio del año 2012, el cual se dividió en cuatro partes de 15 kg cada una, las que constituyeron las réplicas del estudio, cada una de las partes se vertió en un depósito con agua, se agitó por espacio de un minuto y los granos vanos u otros que flotaron, se decantaron, repitiéndose esta operación en tres oportunidades, después de limpia cada muestra, los envases (sacos rafa) se sellaron por el extremo superior, al igual que para la tecnología base, se mantuvo oxigenada el agua porque la semilla se sumergió en un canal de riego con agua corriente.

Todo el proceso se hizo coincidir para que la primera etapa de sumersión en ambos tratamientos se iniciara en el horario de la noche.

A las 12 horas de sumergida en agua la semilla, para el tratamiento 2, se extrajo la misma y cada muestra individualmente se lavo en agua limpia realizando esta operación hasta tanto dejó de percibirse, en muestras de semilla tomada con la mano, los olores acre característicos de este proceso.

Posteriormente se volvieron a sumergir en agua las muestras por espacio de otras 12 horas, repitiéndose el proceso de lavado con las mismas características que el anterior.

La semilla recibió el proceso de lavado en cinco oportunidades, a las 60 horas de estar en este estado se observó en la misma que el embrión se diferenciaba perfectamente,

momento en el cual se pasó a reposo, donde las muestras se depositaron sobre un lecho de hierba seca húmeda, las que se cubrieron con ese material y se envolvieron con una manta de nylon.

Pasadas las primeras 12 horas en estado de reposo, se destaparon las muestras y se lavaron en agua corriente, repitiéndose el proceso en tres ocasiones cada 12 horas hasta completar las 36 horas en la que la semilla se consideró apta para la siembra.

Determinaciones

% de germinación

Tamaño de la plúmula

Tamaño de la radícula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Matilla (2000) plantea "La geminación es el proceso que se inicia con la toma de agua por parte de la semilla seca (imbibición) y termina cuando una parte de ésta (eje embrionario en dicotiledóneas o radícula en monocotiledóneas y gimnospermas) se extiende y atraviesa (emergencia) las estructuras que la rodean" (pp. 435)

Baskin, C. y Baskin, J. (2001) indicaron que la "germinación es una de las fases más críticas en el desarrollo de cualquier especie y que cada una de estas posee un rango específico de factores ambientales que son necesarias para que este proceso sea exitoso; entre estos, los más conocidos son temperatura, luz, pH y humedad del suelo" (pp. 73-76).

En la *Tabla 1* se aprecian los resultados de la germinación llevados a cabo en el Laboratorio de Sanidad Vegetal Provincial de Pinar del Río en cada uno de los momentos estudiados, donde no encontró diferencias significativas entre tratamientos (momentos), lo que indica que el cultivar empleado en los ensayos tuvo igual comportamiento en cada uno de los momentos respecto a la geminación, no constituyendo por esta causa un factor de variación. Los porcentajes de germinación alcanzados (86,35%) por el cultivar en los diferentes momentos del estudio permitieron entre otros requisitos escogerlo para semilla. Establece la Norma Ramal Agrícola 39: 2007 (NRAG 39: 2007), que el material de propagación para la semilla básica debe alcanzar 80% o más de germinación, parámetro que se cumplió satisfactoriamente.

Tabla 1. Porcentaje de germinación de la semilla según procedimiento Norma Ramal

Momentos	Noviembre/12	Diciembre/12	Enero/13	Febrero/2013
Germinación (%)	87	86.5	86	85.9
EsX	0.45 NS			

Nota: Medias de tratamientos con iguales letras no difieren significativamente según Rangos Múltiples de Duncan $P \leq 0.05$.

El comportamiento de la energía germinativa en los diferentes momentos, obedece a que el material de propagación empleado en el estudio se cosechó en el mes de julio del año 2012 y se utiliza entre cuatro y seis meses después de la cosecha, los resultados encontrados coinciden con los reportados en el 2009 por *Díaz et al.*, quienes determinaron que para el cultivar INCA LP-5 el mismo mantiene altos porcentajes de germinación mas de 80%, hasta 330 días después de cosechado y almacenado.

El manejo que se dispensa en la germinación al material de propagación (en el caso particular del arroz), influye en los resultados finales, en igualdad de condiciones, momento y lugar; a un mismo material al manejársele de forma diferenciada se obtuvieron resultados significativamente diferentes en cada uno de los momentos del estudio. Con la tecnología base; ya descrita, al parecer los productos finales del proceso de germinación inhiben el inicio del proceso en una parte de las semillas. En la *Tabla 2* se sintetizan los resultados obtenidos en cada tratamiento, la media general, en el tratamiento que se le lavó periódicamente la semilla (cada 12 horas), tanto en el período de sumersión como en el período de reposo, se logró que germinaran el 97.41% de as semillas, superando los resultados reportados por el laboratorio (86.35%), lo que se atribuye a que el procedimiento seguido para determinar el % de germinación según la NRAG/CTNR No.16 Arroz, 2009, no incluye la eliminación de los productos intermedios que se desprenden y envuelven a semilla mediante, con los lavados periódicos se eliminan esos productos y se favorece la germinación.

Tabla 2. Porcentaje de germinación por el efecto de las tecnologías en cada momento.

Tratamientos	% de germinación en cada momento				X
	1	2	3	4	
Tecnología Base	84,49b	83,44b	84,18b	84,17b	84.07
Nueva tecnología	97,95a	96,66a	97,83a	97,22a	97.41
EsX	0.82**				

Nota: Medias con iguales letras no difieren significativamente entre sí según Rangos Múltiples de Duncan $P \leq 0.05$

Otro aspecto que tuvo al parecer tuvo influencia en los resultados es el manejo que se le da a la temperatura del medio donde se desarrolla el proceso de la germinación, en el

procedimiento de laboratorio la temperatura es constante (33°C), en la Tecnología base, la temperatura se eleva a 45.3°C, debido a que después del período sumersión en el agua, la semilla se tapa y si como norma si no es necesario por alguna otra razón, no se destapa hasta el momento de sus utilización para la siembra, en el nuevo proceso tecnológico la temperatura se manejó de acuerdo con las necesidades según las observaciones realizadas periódicamente una vez la semilla entra al período de reposo ba. Las transformaciones sucesivas que ocurren dentro y fuera de la semilla, generan el alza de las temperaturas en el medio donde se encuentra. Las temperaturas altas provocan el desarrollo acelerado de la radícula y para limitar se crecimiento la semilla se sumergía en agua común con lo cual se logra llevarla a las condiciones ambientales y con ello se lograr el crecimiento de la plúmula, la alternancia de temperaturas altas a temperaturas medioambientales es el manejo que se dio para alcanzar la proporción adecuada entre ambas partes de la plántula (1/3 plúmula: 2/3 radícula).

En la *Tabla 3* se aprecia el comportamiento del desarrollo de las diferentes partes de la semilla, con la tecnología base dado que no se reguló la temperatura periódicamente, la radícula creció significativamente más que cuando la temperatura se reguló periódicamente.

Tabla 3. Crecimiento logrado en la radícula y la plúmula de la semilla de arroz.

Tratamientos	Largo de la radícula (cm)				Largo de la plúmula (cm)				Relación Radícula: Plúmula			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
Tecnología base	7.7 ab	7.3 b	8.1 a	7.5 ab	2.3 cd	2.7 bc	1.92 d	2.47 Cd	3.5 ab	2.8 bc	4.2 a	3.0 b
Nuevo proceso	6.6 c	6.3 c	6.6 c	6.46 c	3.4 a	3.7 a	3.46 a	3.4 ab	1.96 cd	1.72 d	1.93 cd	1.99 cd
Es. X	0.208**				0.23**				0.33**			

Nota: Medias de tratamientos con iguales letras por parámetro no difieren significativamente según Prueba de Rangos Múltiples Duncan $P \leq 0.05$.

Se estableció por Minh (2013) que uno de los parámetros de calidad que debe cumplir la semilla de arroz germinada, "lograr proporción de 2:1 (2/3 radícula 1/3 plúmula)", parámetro que se logra aproximadamente con el nuevo proceso tecnológico. Cuando se aplicó la tecnología base para la germinación de la semilla de arroz los valores obtenidos en el desarrollo de ambas partes resultan excesivamente desproporcionados y la relación radícula: plúmula no cumple el parámetro de calidad, lo que conduce posteriormente en el proceso de la siembra al entorpecimiento de la labor y la rotura de la radícula.

CONCLUSIONES

- El procedimiento comercial establecido para la germinación de la semilla de arroz en Cuba, limita su potencialidad.
- Con cambios y modificaciones radicales (nuevo proceso tecnológico de germinación de la semilla de arroz) se logró aumentar en más de 13% las semillas que germinan de un mismo lote.
- La regulación de la temperatura mediante lavados periódicos cada 12 horas después que la semilla de arroz pasa a estado de reposo favorece la relación; largo de la radícula: largo de la plúmula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baskin, C. y Baskin, J. (2001). Environmental factors causing changes in dormancy states. *Seeds. Ecology, Biogeography and evolution of dormancy and germination*. Academic Press. California, USA, pp. 73-76.

Cuba (2008). Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. La Habana, pp. 15.

Díaz, G. *et al.* (2009). Tecnología de explotación para nuevas variedades de arroz. Informe Final de Proyecto. Estación Experimental del Arroz. Los Palacios, Pinar del Río, pp. 1-34.

Franquet, J. M. y Borrás C. (2008). Economía del arroz. Variedades y mejora. Málaga. Universidad de Málaga. Recuperado de: <http://www.eumed.net>

González, F. (2011). Pasos para establecer la tecnología del trasplante mecanizado en la producción de arroz a pequeña escala. Folleto Divulgativo. Instituto de Investigaciones de Granos. Artemisa. (1), 1-16.

Matilla, A. (2000). Germinación y dormición de la semilla. En: Ascón-Bieto, J., Talón, M. *Fundamentos de Fisiología*, Edicions Universitat, Barcelona. (pp. 435-451).

NRAG/CTNR No.16 Arroz, 2009. Anexos. NRAG. 105: Arroz con cáscara seco para semilla. Determinación de la energía y facultad germinativa. En: *Procedimientos y Normas para la Producción de Semillas de Arroz* (p. s/p). La Habana. Instituto de Investigaciones de Granos 2012, pp. 16

Aceptado: junio 2013

Aprobado: noviembre 2013

Ing. Marcos Guerra Veliz. Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios. Especialidad de Producción Agroindustrial de Arroz, Departamento Agropecuario, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río. Correo electrónico: rene@lospalacios.co.cu
Teléfono: 547121.