

INFLUENCIA DEL PROCESO DE GERMINADO DEL ARROZ EN CÁSCARA (*ORYZA SATIVA*) F50 SOBRE EL CONTENIDO PROTEICO Y LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

María Fernanda Romero Peña, Consuelo Isabel Robles Ureña, Patricio Cáceres
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
mfromero@espol.edu.ec; crobles@espol.edu.ec; pcaceres@espol.edu.ec

Resumen

En el presente artículo se pretende determinar la influencia de tres temperaturas (26°C, 31°C y 35°C) en el proceso de germinación de arroz en cáscara, tipo Oryza Sativa F50, para concluir con el ensayo de mayor porcentaje proteico y mediante evaluación sensorial determinar el más aceptado por los consumidores. Para la germinación se realizaron varios ensayos hasta determinar el proceso fijo el cual se efectuó a todas las muestras con las diferentes temperaturas. El proceso de las semillas es: selección, desinfección, hinchamiento, germinación, aireado y descascarillado. Posteriormente mediante análisis de proteína se estableció que la temperatura influye en el proceso de germinación y que la muestra con mayor temperatura (35°C) obtuvo el mayor porcentaje proteico. Consecuentemente las tres muestras fueron evaluadas sensorialmente a través de una prueba afectiva por escala hedónica de cinco puntos, se estableció que la muestra con mayor temperatura (35°C) tiene mejor sabor y es la más aceptable por los consumidores. Finalmente al producto terminado a 35°C se le realizó caracterización física-química, microbiológicas, recomendación de empaque- almacenamiento, estimación de inversión y equipos (lay out).

Palabras Claves: *proceso de germinación, arroz en cascara, temperatura, porcentaje proteico.*

Abstract

This article aims to determine the influence of three temperatures (26 ° C, 31 ° C and 35 ° C) in the process of germination of paddy, type Oryza sativa F50, to conclude the trial highest percentage protein and by sensory evaluation to determine the most accepted by consumers. For germination tests were conducted to determine the number of fixed process which is performed on all samples with different temperatures. The seed is the process of selection, disinfection, swelling, germination, airy and descaling. Later by protein analysis established that the temperature affects the germination process and that the sample with higher temperature (35 ° C) obtained the highest protean percentage. Consequently the three samples were evaluated by a sensory affective test five-point hedonic scale was established that the sample with higher temperature (35 ° C) tastes better and is more acceptable to consumers. Finally the finished product at 35 ° C was performed characterization physical-chemical, microbiological, packaging, storage recommendations, and equipment investment estimation (lay out).

Keywords: *process of germination, paddy, temperature, protean percentage.*

1. Introducción

Actualmente el mundo requiere el desarrollo de nuevas propuestas alimenticias siendo el principal problema la falta de alimentos nutritivos. En el último Seminario Iberoamericano de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Colombia; se determinó que en América Latina la pobreza y desnutrición aumentó gradualmente en las áreas urbanas, afectando directamente la alimentación y nutrición de la niñez [1].

El hambre y la desnutrición son un hecho, el reto está en satisfacer las necesidades mínimas de la creciente poblacional investigando las fuentes de cada nación, para obtener mayor utilidad y alimentar a las urbes. Proponiendo aumentar el valor nutricional de una materia prima de consumo masivo, como es el caso del arroz mediante el proceso de germinación siendo esta propuesta viable. Es así que el objetivo general es obtener arroz con alto

porcentaje proteico que cumpla las características de comercialización y aceptabilidad por el consumidor.

2. Materiales y Métodos.

Para el estudio se desarrolló un diseño de experimento 3^1 , cuyas variables de estudio es la temperatura de germinación. Se trabajó con 3 temperaturas 26°C, 31°C y 35°C; cuyo rango de variación es de $\pm 1^\circ\text{C}$.

2.1 Materiales

Materia prima: para realizar los ensayos se consideró la variedad F50 la misma que es altamente comercializada en las zonas arroceras del país [2]. Materiales químicos: cloro 5ppm/L y alcohol. Equipos y utensilios: placa de acero inoxidable con área de 44x65 mm, estufa Thermo Scientific, descascaradora modelo THP-3, molino, beaker, termómetro, phmetro, balanza, vasos PET de 180 cc. y probetas. Insumos: agua destilada y guantes quirúrgicos.

2.2 Metodología de germinación

El proceso inicia con la recepción de la materia prima a utilizar, en este caso ARROZ F50. A la muestra se le realiza una pre limpieza con el objetivo de eliminar todo tipo de basura que viene desde el campo de manera manual con guantes estériles para evitar la contaminación, se procede a pesar 1 Kg. de arroz con cascara. Continúa con el proceso de desinfección de la muestra, con 1 l. de agua destilada y 5 ppm. de hipoclorito de sodio; el tiempo de inmersión: 5 min. Para finalizar la etapa de limpieza, se procede a enjuagar, se utiliza 2 l. de agua destilada en dos repeticiones y finaliza al escurrir el agua de la muestra.

El siguiente paso es el hinchamiento de la semilla mediante el agua destilada. Se procedió a colocar la muestra en recipientes estériles con 1.5 l. de agua destilada y se dejó reposar durante 24 horas; se provoca el aumento de 1 Kg. en peso y finaliza con el escurrido del agua destilada.

Mediante referencia bibliográfica encontramos diferentes métodos caseros [3], que se experimentaron a continuación en detalle. Los dos métodos de germinación: en placa y remojo como se los describe a continuación:

El primer método se realizó en remojo, se utilizó frascos de material PET de 400 x 400 mm. se procedió a sumergir el arroz en agua destilada (Fig. 1). Con una relación 1:1 (agua destilada: arroz en cáscara), se dejó germinar a 2 temperaturas 26°C,

tomando en cuenta el material en el cual se realizó la experimentación; se procedió a tapar las muestras con una gasa estéril y ligas plásticas para evitar contaminación con insectos.

Para culminar con la germinación se detuvo este proceso cuando las semillas presentaron el crecimiento del embrión con una longitud 5 mm. de largo, tiempo de duración para la primera temperatura 48h.



Figura 1. Método de germinación en remojo

El segundo método de germinación en placas de acero inoxidable de 44x65 mm. se colocó 1 Kg. de arroz formando una capa de 10mm. de altura cubierta totalmente con 500 ml. de agua destilada (Fig. 2). Después se dejó germinar el arroz a 3 temperaturas estrictamente controladas: al ambiente a 26°C, en estufa a 31°C y 36 °C. Dependiendo de la temperatura a la que se coloque la muestra, será el tiempo que demore su germinación. Deteniendo el proceso cuando la semilla presente un embrión de 5 mm. de largo, para la primera temperatura se esperó 48 horas, para la segunda 36 horas y para la tercera 24 horas. Se monitorea la muestra evitando que se evapore por completo el agua y así evitar el proceso de germinación. Por cada 5 horas se agregó 15 ml. de agua.



Figura 2. Método de germinación en placa

Se continúa con el proceso de templado como método fijo para todas las muestras, técnica que consiste en un secado al sol con un constante movimiento, después de cada hora hasta obtener un

arroz con 10% de humedad. Seguidamente se utilizó el descascarador de laboratorio modelo: THP-3[4] (Fig. 3) y se retiró toda la cáscara de las semillas, esto provocó una pérdida del 20% en peso inicial. Para finalizar se envió las muestras a analizar el porcentaje de proteínas.



Figura 3. Descascarador THP-3

2.3 Métodos analíticos

Caracterización física: Para el análisis físico se partió del producto final obtenido desde el descascarador de laboratorio modelo THP-3. Se realizó al arroz las siguientes pruebas: contenido de impurezas, granos con defecto, humedad y determinación de clase.

Caracterización química: análisis de proteína mediante el método 2057 método KJELDAHL, AOAC 1984.

Caracterización microbiológica: análisis de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras; coliformes totales y coliformes fecales.

Análisis sensorial: se realizó mediante una prueba afectiva, para dar inicio se seleccionó a treinta panelista no entrenados. La evaluación se llevó a cabo entre las 09H00 - 11H00 y se midió a través de: Pruebas de medición de grado de satisfacción, con escala hedónica de 5 puntos: +2, +1, 0, -1, -2. Esta prueba permite que el juez exprese su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro y evaluar más de dos muestras a la vez en la Fig.4 se puede observar la ficha técnica modelo de la evaluación. Las escalas hedónicas verbales son el instrumento de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por el alimento evaluado, y tienen valores que van de positivos a negativos [5].

Producto: _____	Fecha: _____
Marque con una X en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra	
ESCALA	492 873 105
Me gusta bastante	— — —
Me gusta ligeramente	— — —
Ni me gusta ni me disgusta	— — —
Me disgusta ligeramente	— — —
Me disgusta bastante	— — —
Comentarios: _____	
MUCHAS GRACIAS	

Figura 4. Ficha técnica-escala hedónica

La preparación previa de la muestra de arroz para que pueda ser evaluada, se codificó las muestras, 492 (31°C), 873 (35°C), 105 (26°C), se realizó mediante un método fijo, con una relación 1:2 (arroz: agua) para las tres temperaturas de germinación. Se procedió a colocar 200g. de la primera muestra de arroz germinado sin lavar en una olla arrocera, seguidamente se le agrega 400g de agua y 2% de cloruro de sodio y se procede a cocinar durante 25 min. [6]. Posteriormente el arroz fue enfriado hasta una temperatura apta para el consumo de 39°C.

La cantidad de la muestra que se dio a evaluar para las 3 porciones fue de 26g por cada temperatura. Entre cada análisis, a cada panelista se les proporcionó agua para su enjuague bucal, para que no afecte la palatabilidad y el resultado no se vea influenciado. En la Fig. 5 se observa la presentación de las muestras hacia el juez [7].



Figura 5. Condiciones de evaluación sensorial

2.4 Elaboración de arroz germinado

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la experimentación para llegar al producto final arroz germinado.

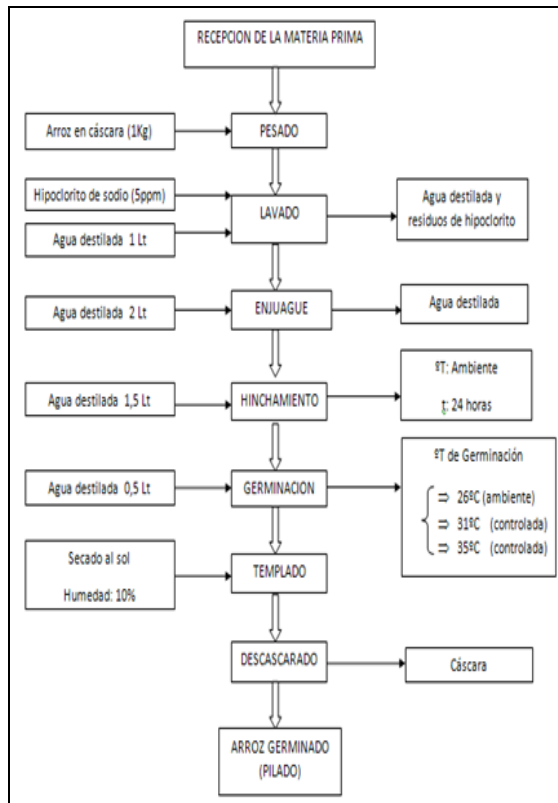


Figura 6. Diagrama de flujo de la experimentación

3. Resultados

A continuación se detallan las resoluciones de la experimentación. Las variables: temperatura (°C) y tiempo de germinación (horas) demostraron estar relacionados se muestra los datos en la tabla 1.

Tabla 1. Relación tiempo-temperatura de germinación

	Temperaturas		
	26 °C	31 °C	35 °C
Tiempo (horas)	48	36	24

Las muestras de arroz germinado a 26 °C, 31 °C y 35 °C; al analizar el porcentaje proteico por triplicado presentaron los siguientes resultados.

Tabla 2. Porcentaje proteico de las muestras de arroz

% Proteico	Muestras de arroz a:		
	26 °C	31 °C	35 °C
1	8.28	8.91	9.54
2	8.3	8.85	9.59
3	8.34	9.1	9.16

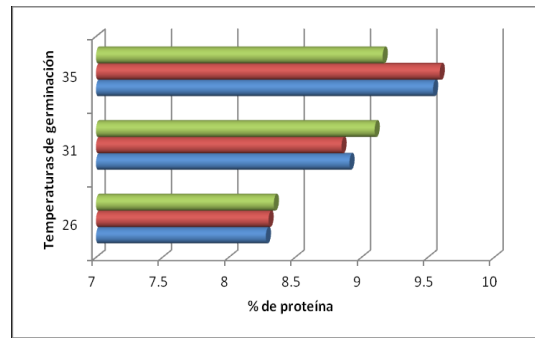


Figura 6. Diagrama de barras cilíndricas con datos agrupados del %proteico de germinación de las muestras.

Al realizar la prueba sensorial, los panelistas calificaron las muestras de la siguiente manera como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Evaluación sensorial de las muestras de arroz germinado

Panelista	492	873	105
1	1	2	-1
2	-2	1	0
3	-1	0	-2
4	1	2	0
5	1	1	1
6	-1	1	0
7	1	0	0
8	2	1	0
9	1	0	-1
10	1	2	0
11	0	0	0
12	-1	1	-1
13	1	1	0
14	1	2	0
15	0	0	-1
16	0	1	0
17	0	1	0
18	1	2	-1
19	1	1	0
20	1	0	0
21	-1	1	-1
22	1	2	0
23	1	2	-1
24	1	2	-1
25	0	0	-1
26	0	0	0
27	1	1	0
28	0	1	0
29	0	1	0
30	1	1	0

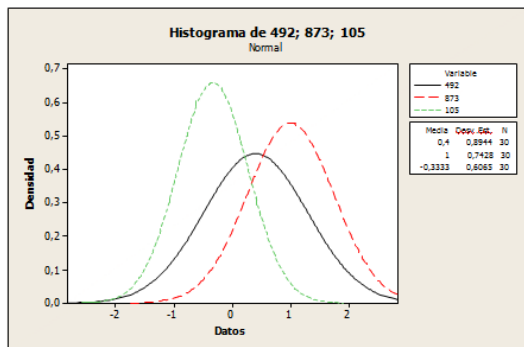


Figura 7. Histograma de las muestras 492, 873 Y 105

Tabla 4. Resultados estadísticos de la prueba sensorial

Variable	N	Media	Desv. Est.	Suma de cuadrados	Mínimo	Máximo
492	30	0,400	0,163	28	-2	2
873	30	1,000	0,136	46	0	2
105	30	-0,333	0,111	14	-2	1

A continuación se detalla la tabla de rendimientos en cada etapa del proceso de germinación.

RENDIMIENTOS (%) a partir de 1 Kg.		
Etapas de Germinación	Etapas de Aireado	Etapas de Descascarillado
120% (2.2 Kg.)	45.6% (1.45 Kg.)	20% (0.8 Kg.)
RENDIMIENTO FINAL: - 4% (0.96 Kg.)		

Determinación de la clase: las mediciones de la longitud del grano para la muestra de 100g. resultaron que 92% tienen medidas de 8 - 8.1 mm. de largo. Corresponde de acuerdo a la tabla 5 en el rango de la clase determinada para grano largo.

Tabla 5. Rangos para determinación de clase

Largo :	más de 7mm de longitud
Mediano :	6 a 7 mm.
Corto :	menos de 6mm
Mezclado:	más del 20% de mezclas

El análisis de apariencia y color son resultados visuales por parte del operario. Y los parámetros de pH. y humedad por equipos específicos phmetro y medidor de humedad para granos. Los resultados se muestran en la tabla 6. Ambos resultados cumplen con las especificaciones humedad \leq 14% y pH entre 6,2 -7. El porcentaje de proteína es el mayor arrojado en las pruebas realizadas.

Tabla 6. Resultados físicos-químicos

Apariencia: grano ovalado y largo	Color: marrón claro
Olor: arroz	pH: 6,5
Humedad: 13%	Proteína: 9, 42%

En la prueba del pilado se usó 100g. de muestra los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Prueba del pilado

Parámetros a controlar	Peso	Resultados de la prueba	Limites tolerables
Granos rojos	10g	1%	2.5%
Granos tizosos francos	10g	1%	5.0%
Granos tizosos parciales (incluidos los llamados de panza blanca)	0g	0%	5.0%
Granos harinosos o tizosos totales	0g	0%	8.0%
Granos dañados, o fermentados	0g	0%	2.0%
Granos manchados	0g	0%	1.0%
Varietades contrastantes	0g	0%	12%

Se cumplió con las especificaciones requeridas con el muestreo del lote.

Se realizó pruebas microbiológicas básicas en la muestra cocida de arroz germinado, en la tabla 8 se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 8. Resultado de las pruebas microbiológicas

Pruebas microbiológicas	Resultados de la prueba	Limites permisibles
Aerobios mesófilos	3 UFC/g	1×10^4 UFC/g
Mohos y levaduras	Ausencia/25g	Ausencia/25g
Coliformes totales	Ausencia/25g	< 3 UFC/g
Escherichia Coli	Ausencia/25 g	< 3 UFC/g

4. Conclusiones

Al germinar las muestras a diferentes temperaturas, se observó que el tiempo de germinación está estrechamente relacionado con la temperatura, a mayor temperatura mayor rapidez en el crecimiento del embrión y %proteico como se concluyó en el estudio a 24 h. y 36 °C.

El análisis de los resultados proteicos de las muestras y los resultados de la evaluación sensorial se realizaron de manera estadística mediante: A) La prueba de contraste y B) Los 3 supuestos. Ambas pruebas definieron que: hay suficiente evidencia estadística para determinar que los datos muestran normalidad, no existe dispersión de los datos residuales, siendo la media y la varianza diferentes entre los mismos. Concluyendo de manera general que los datos de las pruebas realizadas tienen distribución normal.

De acuerdo a los análisis estadísticos de los resultados, hay suficiente evidencia estadística para

afirmar que el arroz con mayor porcentaje de proteína es la germinada a 36°C. ya que a mayor temperatura acelera los movimientos bioquímicos. Mediante las pruebas realizadas, hay suficiente evidencia estadística para poder determinar que la muestra que representó mayor aceptación por los panelistas es la muestra 873 que corresponde a la muestra de arroz germinado a 36°C.

El rendimiento total de los procesos hasta obtener el arroz germinado pelado a partir de una muestra de 1 kg. De arroz en cascara, disminuye el 4% en peso final, diferencia que es aceptable ya que el arroz común disminuye en un 20-25%.

El proyecto también es socialmente factible, por la generación de empleos, y de altos beneficios sociales que hace que sea rentable para la comunidad Guayaquileña.

5. Agradecimientos

A mis queridos padres, hermanos, familiares y amigos que siempre confiaron en mí y a todas las personas que ayudaron de alguna manera en el término de esta tesis. Y especialmente al Ing. Patricio Cáceres, director de tesis.

María Fernanda Romero Peña

A mis queridos padres quienes depositaron en mi su confianza y sabiduría, a mis hermanos, familiares y a todas aquellas personas que de una u otra manera siempre estuvieron a mi lado para que alcance mis metas. Y especialmente al Ing. Patricio Cáceres, director de tesis.

Consuelo Isabel Robles Ureña

6. Referencias

1. Memorias: Seminario Iberoamericano de Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Ciudad. Disponible en internet: http://books.google.es/books?id=z6Hv6HO6gnoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
2. PRONACA. Catalogo de productos e insumos agrícolas: Arroz F-50. Disponible en internet: http://www.pronaca.com/site/principal_india.jsp?arb=547&codigo=SCB00006
3. Pamplona, J., 1995, "Alimentos que curan", Editorial Safeliz, Madrid - España, pp. 26.
4. SATAKE AMÉRICA LATINA. Especificaciones de descascarador HRIOSS-L. Consultado en línea 06 de Enero del 2012: http://www.satake.com.br/pdf/hr10ss_paddyhusker.pdf
5. Antonio Anzaldúa-Morales, Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, editorial Agribia, S.A. Zaragoza (España), Pruebas

afectivas, pp. 59-62, 67 y 71-72

6. Colina, J. y Guerra, M., Obtención y evaluación de arroz integral de cocción rápida. Métodos de evaluación sensorial para arroz integral. Disponible en internet: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442009001000012&script=sci_arttext

7. CIRAD, Centro de cooperación internacional e investigación agronómica. Calidad y textura de arroz cocido en internet:

<http://www.cirad.fr/var/cirad/storage/original/application/a62763fec7ed279c975d44e25999f07c.pdf>

Indicando:

Certifico que he revisado el artículo: "Influencia del proceso de germinado del arroz en cáscara (*Oryza sativa*) f50 sobre el contenido proteico y las características sensoriales" **de las Srtas.:**

NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS DE CADA TESISISTA: María Fernanda Romero Peña Consuelo Isabel Robles Ureña
TÍTULO A OBTENER (incluir la especialización de ser el caso): Ingeniera en Alimentos
No. MATRÍCULA de cada tesista: 200720548 200712164

Por lo tanto autorizo que el CICYT recete el artículo.

Patricio Cáceres Costales
Director de Tesis
FIMCP