



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

“Efecto del Tiempo de Germinación en las Características de
Hidratación de la Harina y del Gel de Arroz”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentado por:

Geovanna Paola Arriciaga Kuonquí,

Graciela Katherine Prieto Salgado

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

A todos los que hicieron posible que estemos hoy aquí, terminando una etapa más de nuestra vida; y que siempre dijeron, que nunca es tarde para terminar lo que un día se inició.

A nuestra directora de tesis MSc. Fabiola Cornejo y a la Ing. Janaina Sánchez, quienes con su apoyo y conocimientos, nos ayudaron a cumplir nuestra meta.

Geovanna Arriciaga K.

Graciela Prieto S.

DEDICATORIA

Al Ser Supremo, por poner en mi camino cada prueba y por brindarme las fuerzas que me hagan vencerlas.

A mis padres, por ser el pilar de ejemplo y dedicación que me ha permitido siempre seguir adelante.

A mi hermana mayor, por siempre estar ahí cuando la necesito. A mi cuñado, que nos ayuda esté o no a su alcance.

A mi familia en general, por ser siempre tan unida y enseñarme que la familia siempre está en las buenas y en las malas.

A mis abuelitos que están en el cielo y me enseñaron que nuestra vida es

lo que nosotros hemos hecho con ella.

Y finalmente a mi esposo, a quien amo infinitamente; por ser el equilibrio en mi vida, mi complemento.

Geovanna Arriciaga K.

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y por llenarme de sus bendiciones en los momentos más difíciles.

A mis padres por su amor infinito e incondicional, por su motivación constante, porque han sido muestra de superación y perseverancia.

A mis tías porque han sido un pilar fundamental para culminar con esta etapa de mi vida.

A mi hermano por estar siempre junto a mí, y por transmitirme sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Graciela Prieto S.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

M.Sc. Fabiola Cornejo Z.
DIRECTORA

Ing. Haydeé Torres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Geovanna Paola Arriciaga Kuonquí

Graciela Katherine Prieto Salgado

RESUMEN

El cultivo de arroz es uno de los más extensos en el Ecuador, cuya área de producción está focalizada en las provincias de Guayas y Los Ríos .El arroz es uno de los productos con mayor índice de consumo en este país; siendo de gran importancia en el ámbito social, productivo y nutricional ya que aporta una gran cantidad de proteínas. Además, el arroz en su forma integral posee gran aporte en vitaminas, minerales y fibras; y es altamente recomendado para personas que sufren enfermedades cardíacas, renales y vasculares.

El objetivo del proyecto de graduación fue determinar el efecto que tiene el tiempo de germinación en las características de hidratación de la harina y del gel de arroz, para su posterior uso en la panificación.

Este proyecto inició con la obtención de la materia prima, la misma que se adquirió con un proceso de germinación del arroz integral. Se analizó 5 muestras de harinas: arroz integral inicial, arroz integral remojado, y arroz integral germinado 24, 48 y 72 horas. Las harinas y los geles fueron sometidos al análisis de sus características tecnológicas mediante métodos como: capacidad de retención de agua, volumen de hinchamiento, capacidad

de fijación de agua e índice de absorción de agua, índice de solubilidad de agua, capacidad de absorción de aceite, respectivamente.

Los resultados obtenidos mostraron, que la germinación no afecta en el poder de hinchamiento y en la capacidad de absorción de aceite. Por el contrario, la capacidad de absorción y fijación de agua en las harinas y los índices de absorción de agua en los geles disminuyen con la germinación. Además, el índice de solubilidad de agua en los geles aumenta a medida que pasa el tiempo de germinación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. FUNDAMENTO TEÓRICO	3
1.1 Arroz en el Ecuador.....	3
1.2 Germinación de Arroz	7
1.3 Importancia en las propiedades de hidratación en las harinas de panificación.	13
CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1 Materia Prima	15
2.2 Germinación de Arroz.....	17

2.3	Caracterización de las propiedades de hidratación de geles de arroz.	18
2.4	Caracterización de las propiedades de hidratación de harinas de arroz.	20
2.5	Análisis Estadístico.	23

CAPÍTULO 3

3.	RESULTADOS.....	25
3.1	Efecto de la germinación en el poder de hinchamiento de la harina de arroz.	25
3.2	Efecto de la germinación en el índice de absorción de agua de la harina de arroz.	28
3.3	Efecto de la germinación en el índice de absorción de aceite de gel de arroz.	32
3.4	Efecto de la germinación en el índice de solubilidad del gel de arroz	34

CAPÍTULO 4

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
----	-------------------------------------	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

CAO	Capacidad de absorción de aceite
CFA	Capacidad de fijación de agua
CRA	Capacidad de retención de agua
eq	Ecuación
g	Gramos
h	Horas
IAA	Índice de absorción de agua
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
ISA	Índice de solubilidad en agua
Kg	Kilogramos
min	Minutos
ml	Mililitros
seg	Segundos
VH	Volumen de hinchamiento

SIMBOLOGÍAS

°C	Grados centígrados
CO ₂	Dióxido de carbono
O ₂	Oxígeno
%	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. 1. Los arrozales del mundo clasificados por regímenes de agua y tipo predominante de arroz	6
Figura 1. 2. Proceso de germinación de una monocotiledónea	8
Figura 1. 3. Corte longitudinal de un grano de arroz	10

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caracterización de las muestras utilizadas	24
Tabla 2. Prueba de múltiples rangos para poder de hinchamiento por tiempo	26
Tabla 3. Prueba de múltiples rangos para capacidad de retención de agua por tiempo	29
Tabla 4. Prueba de múltiples rangos para capacidad de fijación de agua por tiempo	31
Tabla 5. Prueba de múltiples rangos capacidad de absorción de aceite por tiempo	33
Tabla 6. Prueba de múltiples rangos para índice de absorción de agua por tiempo	35
Tabla 7. Prueba de múltiples rangos para índice de solubilidad en agua por tiempo	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Poder de Hinchamiento vs Tiempo	27
Gráfico 2. Capacidad de Retención de Agua vs Tiempo.....	30
Gráfico 3. Capacidad de Fijación de Agua vs Tiempo.....	32
Gráfico 4. Capacidad de Absorción Aceite vs Tiempo	34
Gráfico 5. Índice de Absorción Agua vs Tiempo.....	36
Gráfico 6. Índice de Solubilidad en Agua vs Tiempo	38

INTRODUCCIÓN

El arroz es el segundo alimento más utilizado del mundo, que puede ser cultivado en diferentes tipos de suelo. Ésta gramínea se ha adaptado en el transcurso de los tiempos a diferentes climas; lo que le ha permitido alcanzar producciones altas y que su consumo sea constante.

Se conocen algunas especies del género *Oryza*; las mismas que provienen de dos especies salvajes; *Oryza sativa*, de la que proceden la mayoría de las variedades del mundo y la *Oryza glaberrima*, que es mucha más restringida. Existen también variedades de arroz, según el tamaño del grano: grano largo, grano medio y grano corto; y según el proceso de tratamiento: integrales, blancas o de cocción rápida, intermedia y tratadas.

El arroz integral, aunque no es explotado en su mayoría por su sabor un poco amargo, posee mayor cantidad de vitaminas, minerales y oligoelementos que el arroz blanco; lo que lo convierte en un alimento más sano, para el consumo humano. En el arroz al momento de ser germinado, se producen varios procesos metabólicos que permiten el aumento del valor nutritivo del mismo. También ocasiona que tenga una textura más suave que

el arroz integral, haciendo que la cocción sea mucho más rápida. A pesar de todos los beneficios que puedan ser descritos, en el Ecuador aún no existe un aprovechamiento a niveles industriales; ya sea por motivos de desconocimientos de sus formas de uso y como llevarlos al mercado. En este trabajo se analizan las harinas de arroz integral, remojado y germinado; para su uso futuro en las industrias panadera y pastelera.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 Arroz en el Ecuador

El arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea muy famosa por sus semillas. El grano de arroz constituye el segundo alimento más utilizado del mundo, pudiendo decir que casi la mitad de la población mundial depende de éste cereal (1). Suele ser considerado como una planta herbácea anual semi-acuática (2).

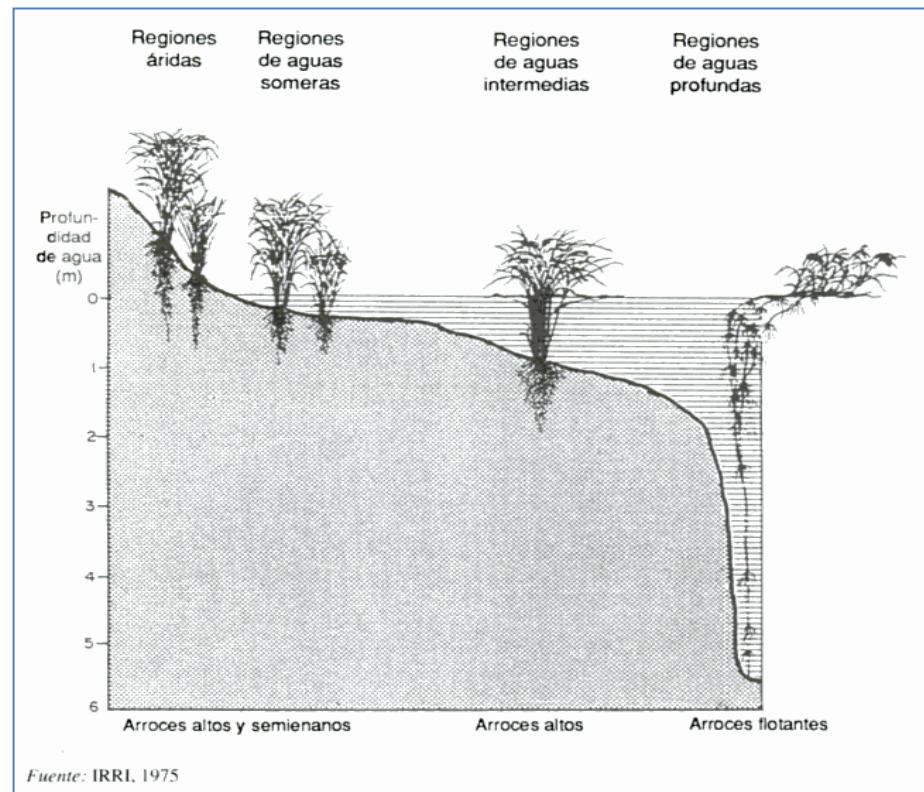
El origen del arroz en el Ecuador se registra por el año de 1774, en dicha época la producción de éste cereal se daba principalmente en las zonas de Yaguachi, Babahoyo y Baba. Es importante recalcar que en la zona de Daule, actualmente típica área arroceras, no se menciona cosechas de este cereal para esa época (3).

A partir de la década de los 80 hasta la actualidad, las principales variedades sembradas en el Ecuador se dan por el aporte del INIAP con su programa de mejoramiento el cual se ha enfocado en la obtención de variedades precoces como INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 que permiten sembrar bajo condiciones de riego en siembra directa, tres ciclos al año. La obtención de estas variedades ha contribuido para que desde el año 1990 el país sea autosuficiente en arroz y exporte los excedentes principalmente a Colombia, para el 2008 el 90 % de la superficie arroceras se sembró con variedades INIAP, sin sacrificar los mejores niveles de rendimiento que presentan variedades más tardías (4).

El Ecuador posee también otras variedades de semilla de arroz que son importantes para el área agrícola las cuales son distribuidas por empresas y agricultores, así se tiene las certificadas como F-50, F-21, SGO-667,S-FL09 que las distribuye PRONACA y la seleccionada CAPIRONA que es distribuida por los agricultores y empresas. Sin embargo, los agricultores también se encargan de distribuir semillas recicladas las cuales son muy utilizadas por los pequeños productores (5).

Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador y el Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria, señalan que en territorio nacional se siembra aproximadamente 371 mil hectáreas de arroz (6). A pesar de poseer grandes extensiones de terreno apto y con condiciones climáticas favorables para el cultivo del arroz, tiene un rendimiento promedio de producción de 4,35 toneladas por hectárea (4).

Las zonas arroceras del país, presentan un amplio rango en la distribución de los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco con temperaturas de 20° a 30 °C, precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta, es decir que pueden ser adaptadas a zonas, que van desde tierras profundamente inundadas a laderas de colinas áridas (Figura 1.1). Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas que están sujetas a las lluvias es mínimo. Se estima que un 60 % del área sembrada está sujeta a las lluvias y 40 % de riego (4).



**FIGURA 1. 1. LOS ARROZALES DEL MUNDO
CLASIFICADOS POR RÉGIMENES DE AGUA Y TIPO
PREDOMINANTE DE ARROZ (2)**

Actualmente el arroz en el Ecuador ocupa la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. La Región Costa posee la mayor concentración de superficie sembrada con el 98.71% en la que las provincias de los Ríos y Guayas abarcan la mayor producción con un 83%, seguida por la Región Sierra que alcanza el 1.07% y la Región Oriental que tiene tan solo el 0.21% del total nacional (6)(7).

1.2 Germinación de Arroz

Cuando la semilla comienza a brotar, las enzimas activan los nutrientes dentro de ésta, necesarios para que crezca una planta. Germinar el arroz aumenta los nutrientes que sólo están disponibles en cantidades más pequeñas en el arroz no germinado. Los nutrientes en el arroz se pueden absorber más fácilmente después del proceso de germinación, ya que los convierte en su forma más digerible. La brotación comienza el proceso de eliminación de las grasas en los ácidos grasos y las proteínas en aminoácidos, lo que ayuda a que los nutrientes se digieran y se absorban con más facilidad. El calcio aumenta al igual que otros nutrientes como la fibra, inositol, gamma, ácido amino butírico, potasio, zinc, magnesio y el ácido ferúlico, que es un antioxidante que puede ayudar a combatir el daño celular de los radicales libres dentro del cuerpo (8).

Para que una semilla germine se deben dar una serie de condiciones ambientales favorables para los distintos procesos metabólicos que permiten el desarrollo de la plántula, como la existencia de un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno y, una temperatura adecuada. Algunas semillas también requieren luz total mientras que otras requieren oscuridad. Sin embargo, aun cuando las condiciones ambientales sean adecuadas

para la germinación, las semillas de muchas especies son incapaces de germinar. Esto se conoce como latencia o letargo, y está ligada a causas intrínsecas de las semillas o frutos como la madurez o viabilidad, pero también a efectos ambientales (Figura 1.2) (9).

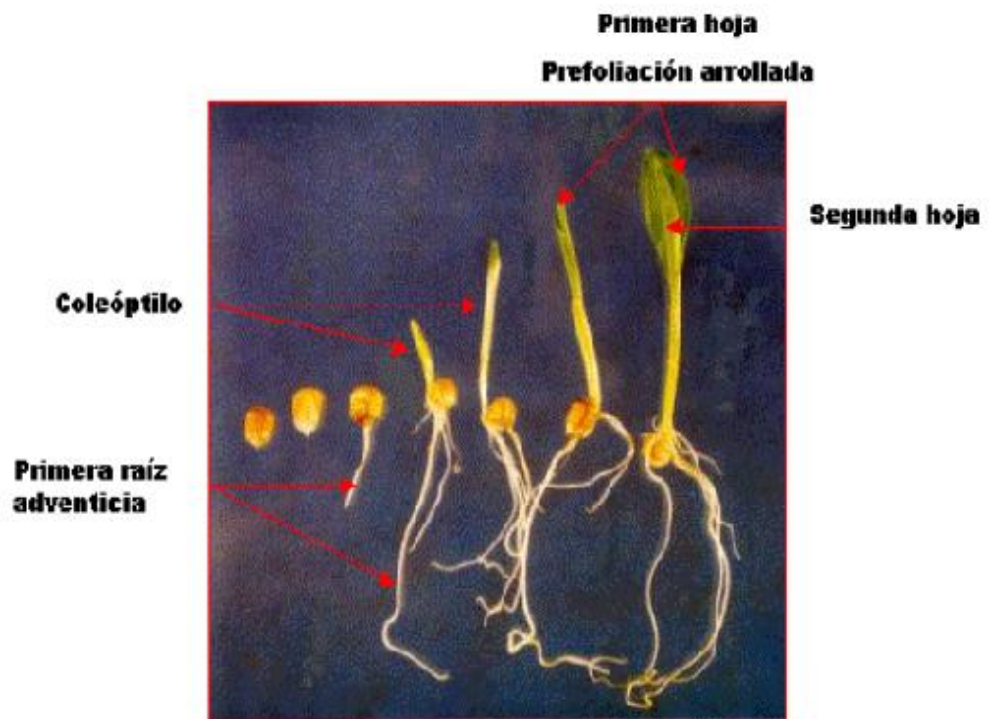


FIGURA 1. 2. PROCESO DE GERMINACIÓN DE UNA MONOCOTILEDÓNEA (9).

En el proceso de germinación se distinguen tres fases:

Hidratación: se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla, un aumento proporcional en la actividad respiratoria y una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis de proteínas y la movilización de las sustancias de reserva (9).

Germinación: transformaciones metabólicas necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. La absorción de agua se reduce llegando incluso a detenerse (9).

Crecimiento: la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria. Las células del embrión comienzan a agrandarse, la cáscara de la semilla empieza a abrirse, y la raíz o radícula emerge primero, seguido por la plúmula que contiene hojas y tallo. Comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de las reservas (9).

En las dos primeras fases de la germinación los procesos son reversibles, a partir de la fase de crecimiento se entra en una situación fisiológica irreversible. La semilla que haya superado la fase de germinación tendrá que pasar a la fase de crecimiento y originar una plántula, o por el contrario morir (10).

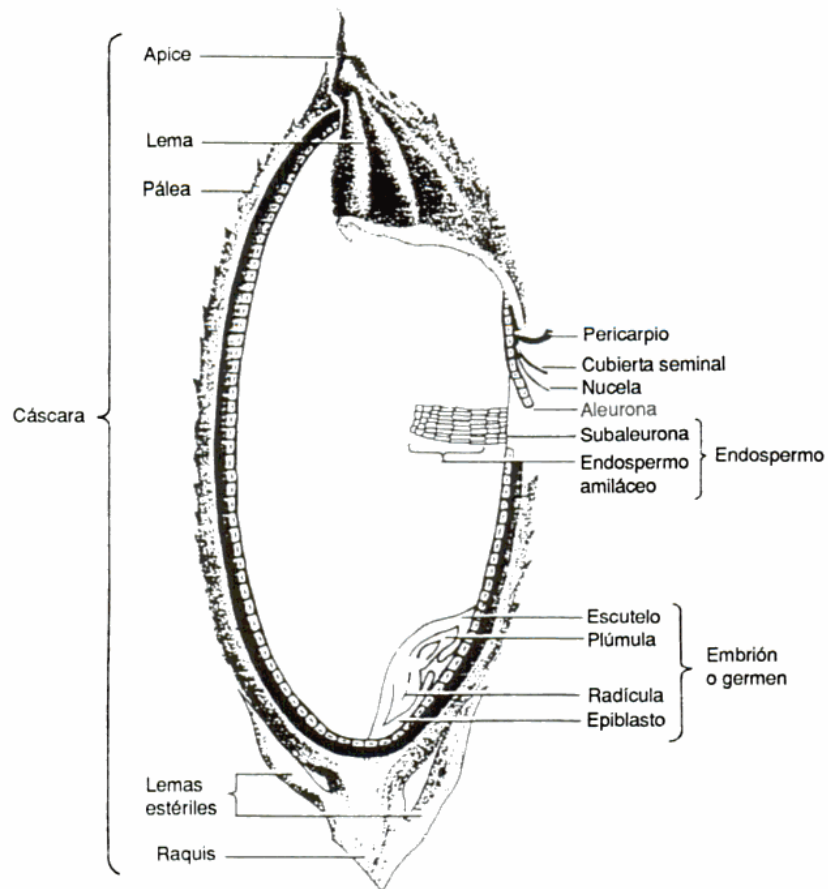


FIGURA 1. 3. CORTE LONGITUDINAL DE UN GRANO DE ARROZ (2).

Factores que afectan a la germinación

Los factores que afectan a la germinación se los puede dividir en dos tipos: Internos (**intrínsecos**), propios de la semilla como la madurez y viabilidad; y externos (**extrínsecos**), dependen del ambiente como el agua, temperatura y gases (10).

Factores Internos

Madurez de las semillas

Una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras. En general, necesitan reajustes en el equilibrio hormonal de la semilla y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas (10).

Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. En general, la vida media de una semilla es entre 5 y 25 años. Para alargar la vida de una semilla, ésta debe conservarse en las siguientes condiciones: mantenerla seca, dentro de unos límites; temperaturas bajas y, reducir al mínimo la presencia de oxígeno en el medio de conservación (10).

Factores externos.**Humedad.**

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos; pero un exceso de la misma ejercería un efecto desfavorable para la germinación, pues obstaculizaría la llegada de oxígeno al embrión (10).

Temperatura.

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorable (10).

Las temperaturas de germinación son (11):

Mínimas: 10-12°C

Óptima: 28-30°C

Máxima: 40-45°C

Gases.

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas (10).

Para que la germinación tenga éxito, el O₂ disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc.; pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O₂ desde el exterior hacia el embrión (10).

1.3 Importancia en las Propiedades de Hidratación en las Harinas de Panificación.

Dentro de las propiedades funcionales de la harina se tiene la de hidratación, característica fisicoquímica, que influye de un modo

específico sobre la apariencia y comportamiento; generalmente asociadas a la proteína presente en la misma, pero hoy en día también lo son a la presencia de fibra dietética (12).

La capacidad de hidratación de la harina se expresa como la cantidad de agua que es capaz de asimilar, formando una masa con buenas cualidades de panificación. Este factor condiciona el rendimiento de la operación de panificación. Téngase presente que un Kilogramo de harina da lugar a más de un Kilogramo de pan. Este valor puede variar entre 1,1 y 1,3 dependiendo precisamente de la capacidad de hidratación de la harina, que depende a su vez de la cantidad de almidón dañado durante la molienda, la cantidad de proteína y de la humedad inicial de la harina (13). A mayor cantidad de proteínas, la harina tendrá una mayor capacidad de absorber el agua. Esta capacidad de absorción de agua es lo que se conoce por “tasa de hidratación” Harina de fuerza y harina floja (14). Las harinas cuanto mayor cantidad de líquidos retengan, favorece al volumen de las piezas por que retienen a la vez el anhídrido carbónico que se crea con la fermentación. Así también, prolonga la vida del producto porque al retener la humedad, permite un producto fresco por más tiempo (15).

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Materia Prima

Para la realización de este proyecto, se utilizó arroz paddy variedad INIAP 15 con descascarillado simple para obtener arroz integral. Éste fue sometido a un proceso de germinación y secado, para obtener las harinas utilizadas en el análisis.

Arroz Integral

El arroz integral es aquel que no ha sido sometido al proceso de blanqueo; es decir, que no se le ha quitado la cubierta externa o pericarpio del grano; por lo que presenta un color más oscuro consecuencia de los minerales que este posee. Para procesar el arroz integral, se deben limpiar para eliminar residuos y quitar la

cáscara que envuelve al grano, proceso denominado descascarillado (16).

La variedad INIAP 15 - BOLICHE, fue desarrollada por el Programa Nacional de Arroz del INIAP, a partir del año 2000 a través de hibridaciones (17).

Harina de arroz integral

Para la realización de las harinas utilizadas, el arroz integral es sometido a un proceso inicial dependiendo de la base de arroz a requerir (remojado, germinado, etc.). Luego, el arroz es lavado con agua destilada o puesto en camas de germinación, dependiendo la harina. Seguidamente, se secó en estufa a 50 ± 1 °C por 24 horas hasta aproximadamente 10% de humedad y molido hasta que la harina atravesase el tamiz de 10 micras (18).

Para el análisis, se utilizaron 5 muestras de harinas, cuya base fueron obtenidas de: arroz integral, arroz integral remojado por 24h, y arroz integral germinado por 24, 48 y 72h respectivamente.

2.2 Germinación de arroz.

Para el proceso de la germinación del arroz integral, primero fue sometido a un proceso de desinfección; para lo cual, el grano es sumergido en una solución de hipoclorito de sodio al 0,1%; dejándolo en remojo durante 30 min. a una proporción 1:5 (arroz: solución). Después el arroz es enjuagado tres veces con agua destilada (obtención primera muestra de harina) (18).

Una vez desinfectado, se continua con el remojo; el cual consiste en colocar el grano en agua destilada a una proporción 1:5 (arroz: agua), y dejándolo en una incubadora por 24 horas a 28 ± 1 °C (*obtención segunda muestra de harina*) (18).

Finalmente, para el proceso de germinación, se colocó papel filtro humedecido con agua destilada, envolviendo la malla colocada en la mitad horizontal de una bandeja de plástico obteniendo así la cama de germinación. Ya una vez conseguidas estas camas de germinación, los granos de arroz remojados son escurridos y distribuidos sobre las mismas, formando una capa delgada de arroz. Luego, se procedió a tapparlos con otra capa de papel filtro humedecido de igual manera con agua destilada; entre el fondo de la bandeja y la malla se coloca agua destilada para mantener la

humedad en el proceso. Finalmente, las bandejas se dejan en una incubadora a 28 ± 1 °C y con una humedad relativa del 100%, para iniciar el proceso de **germinación** en un tiempo de 24, 48 y 72 h (*obtención de las muestras 3, 4 y 5 de harinas germinadas respectivamente*) (18). En el Apéndice A se muestran las fotos del proceso de germinación descrito.

2.3 Caracterización de las Propiedades de Hidratación de Geles de Arroz.

Índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad de agua (ISA).

El índice de absorción de agua e índice de solubilidad de agua de diferentes fracciones de harina de arroz fueron determinadas siguiendo el método de Anderson, Conway, Pfeifer y Griffin (1969). Se pesó 50 ± 1 mg de muestra de harina en 1 ml de agua destilada en un tubo de eppendorf revolviendo con suavidad la mezcla. Luego se lo colocó en baño maría a 90°C por 15 min. Inmediatamente, se lo enfría con hielo hasta alcanzar la temperatura ambiente. Después, se lo centrifuga a 3000x g a 4 °C por 10 min en una centrifuga marca Thermo Fisher Scientific. Una vez terminada la centrifugación, el sobrenadante es decantado sobre un plato de

aluminio previamente secado en estufa y pesado. Ya con el sobrenadante, el plato de aluminio se lo lleva a la estufa para evaporación del agua durante la noche a 70°C, para determinar el ISA. El tubo de eppendorf con el pellet sobrante es pesado, para la determinación de IAA.

Se realizaron cuatro replicas para cada muestra. Los cálculos para índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad de agua (ISA) fueron calculados por la ecuación 1 y 2 respectivamente:

$$IAA \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{\text{peso del sedimento}}{\text{peso de la muestra}} \quad \text{eq. 1}$$

$$ISA \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{\text{peso del solido disuelto en sobrenadante}}{\text{peso de la muestra}} \quad \text{eq. 2}$$

En el Apéndice B se muestran las fotos del proceso descrito para la determinación de IAA y de ISA.

Capacidad de absorción de aceite (CAO)

Para la determinación de la capacidad de absorción de aceite (CAO), se utiliza el método de Lin, Humbert y Sosulski (1974). En un tubo de eppendorf se pesó $100 \pm 0.2\text{mg}$ de muestra de harina en 1 ml de aceite vegetal, revolviendo la mezcla con suavidad durante 1 min.

Posteriormente, las muestras fueron llevadas al vortex mixer por 30 min, y luego se centrifugó a 3000x g a 4 °C por 10 min en una centrifuga marca Thermo Fisher Scientific. Una vez terminada la centrifugación, los tubos son invertidos por 25 min para drenar el aceite, para finalmente pesar los tubos con el sobrenadante. La CAO es expresada como gramos de aceite por gramo de muestra en base seca.

Se realizaron tres replicas por cada muestra utilizada. La capacidad de absorción de aceite (CAO) fue calculada por la ecuación 3:

$$CAO \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{\text{peso del sedimento despues del drenado de aceite}}{\text{peso de la muestra}} \quad \text{eq. 3}$$

En el Apéndice C se muestran las fotos del proceso descrito para la determinación de CAO.

2.4 Caracterización de las Propiedades de Hidratación de Harinas de Arroz.

Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua es definida como la cantidad de agua retenida por la muestra sin ser sometida a ningún estrés, de

acuerdo a Slade & Levine, 1994. El análisis se realizó según el método 88.04 (AACC, 2012). En un tubo de ensayo se pesó $1\text{g} \pm 5\text{mg}$ de harina. Luego, se agrega 10 ml de agua destilada, se revuelve la mezcla con suavidad, y se la mantiene a temperatura ambiente por 24 h. Posteriormente, el sobrenadante es decantado en papel filtro hacia una fiola, muy delicadamente para no perder pellet. Finalmente, se pesa el tubo de ensayo con el pellet sobrante, en caso de que haya quedado pellet en el papel filtro, pesarlo. El CRA es expresado como los gramos de agua retenida por gramo de sólido.

Se realizaron tres replicas por cada muestra utilizada. La capacidad de retención de agua (CRA) fue calculada por la ecuación 4:

$$CRA \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{\text{peso del agua retenida}}{\text{peso del solido}} \quad \text{eq. 4}$$

En el Apéndice D se muestran las fotos del proceso descrito para la determinación de CRA.

Volumen de hinchamiento (VH)

El volumen de hinchamiento fue determinado siguiendo el método reportado por Gularte & Rossell (2011). En una probeta se pesó 1g

± 5 mg de muestra de harina con 10 ml de agua destilada. Posteriormente, se la mantiene a temperatura ambiente por 24 h. Pasado el tiempo descrito, el VH fue calculado dividiendo el volumen total de la muestra hinchada por el peso seco original de la muestra.

Se realizaron tres replicas por cada muestra utilizada. El volumen de hinchamiento (VH) fue calculada por la ecuación:

$$VH \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{\text{volumen de la muestra hinchada}}{\text{peso seco de la muestra}} \quad \text{eq. 5}$$

En el Apéndice E se muestran las fotos del proceso descrito para la determinación de VH.

Capacidad de Fijación de Agua (CFA)

La capacidad de fijación de agua es definida como la cantidad de agua retenida por la muestra bajo condiciones suaves de centrifugación. El análisis se realizó según el método 38-12.02 (AACCI, 2012). En tubos de centrifuga previamente pesados, se pesó 1g ± 5mg de harina. Luego, se agrega 10 ml de agua destilada, se mezcla con suavidad y se centrifuga a 2000xg por 10 min en una centrífuga marca Hermle Z300. El sobrenadante es

decantado en papel filtro previamente pesado, hacia una fiola. Finalmente, se pesan los tubos de centrifuga con el pellet y el papel filtro con el pellet. El CFA fue expresado en gramos de agua retenida por gramo de sólido.

Se realizaron tres replicas por cada muestra utilizada. La capacidad de fijación de agua (CFA) fue calculada por la ecuación 6:

$$CFA \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{\text{peso del agua retenida}}{\text{peso del solido}} \quad \text{eq. 6}$$

En el Apéndice F se muestran las fotos del proceso descrito para la determinación de CFA.

2.5 Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico se considera como variable las diferentes muestras que se utiliza; las mismas que corresponden a cada etapa de germinación del arroz integral y sus predecesores. Un total de 5 muestras (Tabla 1).

TABLA 1
CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS UTILIZADAS

Muestra	Tiempo (Días)
Harina Arroz Integral	0
Harina Arroz Integral Remojado	1
Harina Arroz Integral Germinado 24 h	2
Harina Arroz Integral Germinado 48 h	3
Harina Arroz Integral Germinado 72 h	4

Elaborado por: Arriciaga, Geovanna; Prieto, Graciela, 2013

Para la caracterización de las propiedades de hidratación de geles de arroz, se realizaron dos métodos, cuyas muestras fueron analizadas por cuadruplicado; y para la caracterización de las propiedades de hidratación de harinas de arroz, se realizaron tres métodos, analizados por triplicado. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Statgraphics 16 Centurión XVI Versión 16.1.15. Se realizó la prueba ANOVA y Múltiples Rangos, ambas con 95% de confianza.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Efecto de la Germinación en el Poder de Hinchamiento de la Harina de Arroz.

Poder de hinchamiento

Durante la gelatinización, el gránulo de almidón se hincha, sufre ruptura y simultáneamente se libera al exterior la amilosa que se encontraba dentro del gránulo, formando una red tridimensional. El hinchamiento del almidón es la propiedad relacionada con su contenido de amilopectina, actuando la amilosa como un diluyente e inhibidor del hinchamiento (19).

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el poder de hinchamiento y el tiempo de las cinco muestras con un nivel del 95% de confianza.

Por otro lado, la prueba de múltiples rangos indica que las harinas de arroz integral germinado de 24h (día 2), 48h (día 3) y 72h (día 4), se mantienen en grupos homogéneos; a diferencia de las harinas de arroz integral (día 0) y arroz integral remojado (día 1) que son diferentes (Tabla 2).

TABLA 2
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA PODER DE
HINCHAMIENTO POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	3	2,43	X
4	3	2,46	X
3	3	2,49	X
1	3	3,03	X
0	3	3,09	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 – 1		0,06	0,11
0 – 2	*	0,66	0,11
0 – 3	*	0,59	0,11
0 – 4	*	0,63	0,11
1 – 2	*	0,60	0,11
1 – 3	*	0,53	0,11
1 – 4	*	0,56	0,11
2 – 3		-0,06	0,11
2 – 4		-0,03	0,11
3 – 4		0,03	0,11

* indica una diferencia significativa.

En el Gráfico 1 se muestra como el poder de hinchamiento va en descenso hasta el día 2, manteniéndose casi constante hasta el día 4. Esto demuestra que las harinas de arroz integral germinado tienen un poder de hinchamiento menor que las harinas del arroz integral y el arroz integral remojado. Con estos análisis se determinó que el arroz al ser germinado la ruptura de las cadenas de amilopectina produce una disminución del poder de hinchamiento.

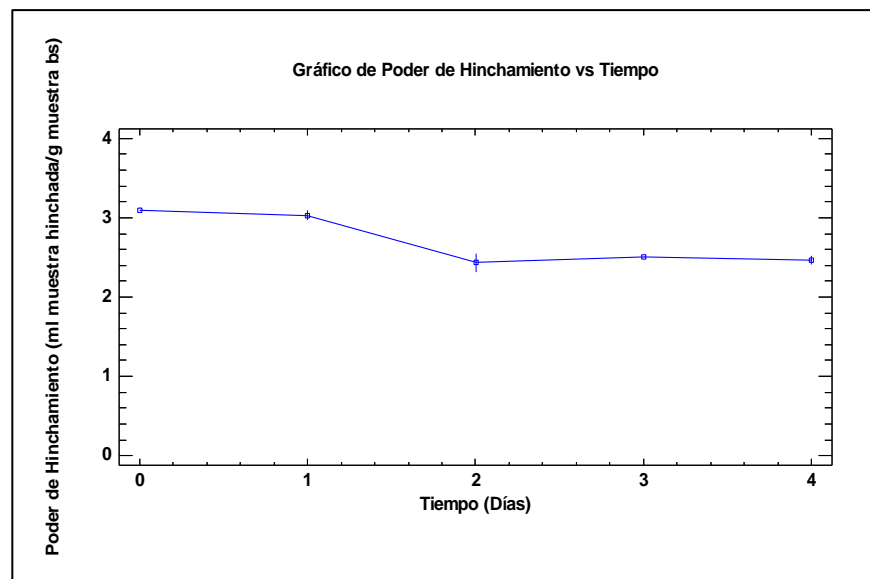


GRÁFICO 1. PODER DE HINCHAMIENTO VS TIEMPO

3.2 Efecto de la Germinación en el Índice de Absorción de Agua de la Harina de Arroz.

Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención es atribuida a la diferencia en la relación amilosa - amilopectina, así como también a la diferencia en la distribución en la longitud de la cadena (20).

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la capacidad de retención de agua y el tiempo de las cinco muestras con un nivel del 95% de confianza.

Por su parte, la prueba de múltiples rangos indica que las harinas de arroz integral (día 0) y arroz integral remojado (día 1), se mantienen en grupos homogéneos; a diferencia del resto de las harinas que son diferentes entre sí. Esto señala que la capacidad de retención de agua solo varía al momento de iniciarse la germinación del arroz.

TABLA 3
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA CAPACIDAD DE
RETENCIÓN DE AGUA POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	0,35	X
3	3	0,83	X
2	3	1,04	X
1	3	1,30	X
0	3	1,38	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 – 1		0,07	0,08
0 – 2	*	0,34	0,08
0 – 3	*	0,54	0,08
0 – 4	*	1,02	0,08
1 – 2	*	0,26	0,08
1 – 3	*	0,47	0,08
1 – 4	*	0,95	0,08
2 – 3	*	0,20	0,08
2 – 4	*	0,68	0,08
3 – 4	*	0,47	0,08

* indica una diferencia significativa.

En el Gráfico 2 se muestra como la capacidad de retención de agua descende a medida que pasa el tiempo de germinación. Esto se puede deber a que las harinas de arroz integral durante más tiempo tienen de germinación, se descompone la estructura de amilosa -

amilopectina ocasionando que pierdan su capacidad de absorber y retener agua.

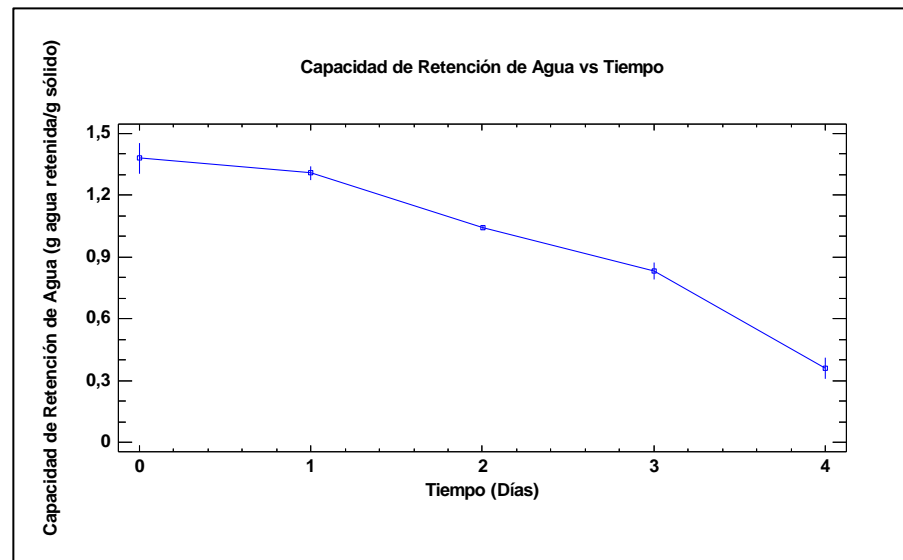


GRÁFICO 2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA VS TIEMPO

Capacidad de Fijación de Agua (CFA)

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la capacidad de fijación de agua y el tiempo de las cinco muestras con un nivel del 95% de confianza.

Por su parte, la prueba de múltiples rangos indica que todas las harinas son diferentes entre ellas y que no existen grupos

homogéneos. Esto señala que las harinas a medida que pasan del arroz integral al germinado, su capacidad de fijación de agua varía.

TABLA 4
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA CAPACIDAD DE
FIJACIÓN DE AGUA POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	0,93	X
3	3	1,01	X
2	3	1,26	X
1	3	1,39	X
0	3	1,52	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	0,12	0,06
0 - 2	*	0,25	0,06
0 - 3	*	0,50	0,06
0 - 4	*	0,58	0,06
1 - 2	*	0,13	0,06
1 - 3	*	0,37	0,06
1 - 4	*	0,46	0,06
2 - 3	*	0,24	0,06
2 - 4	*	0,33	0,06
3 - 4	*	0,08	0,06

* indica una diferencia significativa.

En el Gráfico 3 se muestra como la capacidad de fijación de agua va disminuyendo a medida que pasa el tiempo de germinación. Esto puede deberse a la ruptura de la cadena de amilopectina.

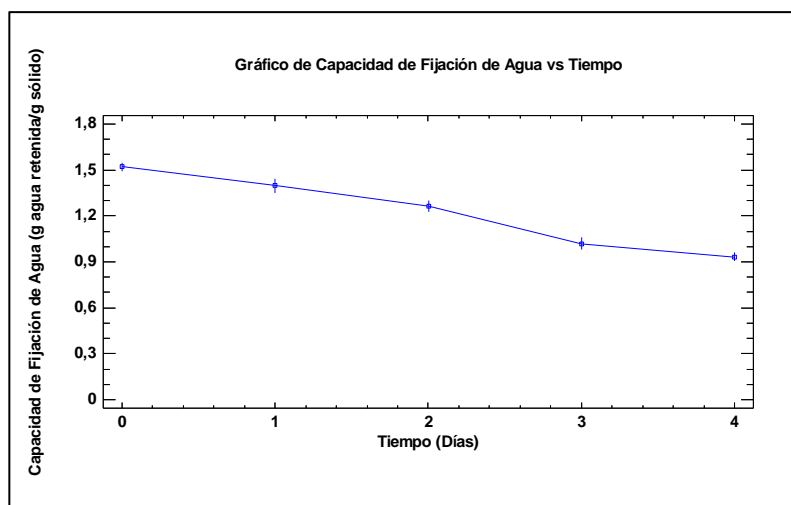


GRÁFICO 3. CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE AGUA VS TIEMPO

3.3 Efecto de la Germinación en el Índice de Absorción de Aceite de Gel de Arroz.

Capacidad de absorción de aceite (CAO)

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95% de confianza.

La prueba de múltiples rangos indica que las muestras de arroz remojado (día 0) y 24h de germinación (día 2) son grupos homogéneas (Tabla 5).

TABLA 5
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA CAPACIDAD DE
ABSORCIÓN DE ACEITE POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	4	1,55	X
0	4	1,59	X
2	4	1,60	X
1	4	1,62	X
3	4	1,70	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1	*	-0,03	0,02
0 - 2		-0,01	0,02
0 - 3	*	-0,11	0,02
0 - 4	*	0,03	0,02
1 - 2	*	0,02	0,02
1 - 3	*	-0,07	0,02
1 - 4	*	0,06	0,02
2 - 3	*	-0,10	0,02
2 - 4	*	0,04	0,02
3 - 4	*	0,14	0,02

* indica una diferencia significativa.

El gráfico 4 muestra que la relación entre la capacidad de absorción de aceite y el tiempo varía muy levemente entre las harinas germinadas. Esta capacidad de absorción está relacionada con el tamaño de partícula, contenido de almidón y presencia de fibra en la harina de arroz (21).

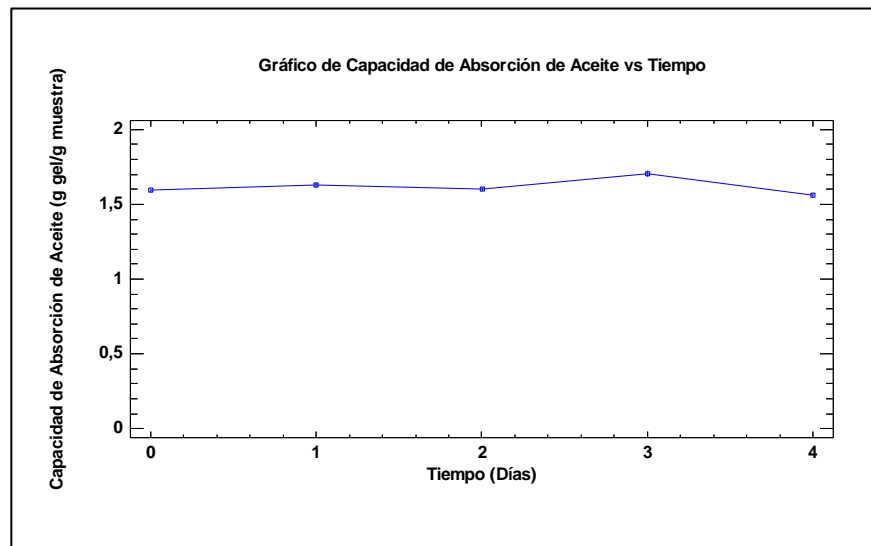


GRÁFICO 4. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN ACEITE VS TIEMPO

3.4 Efecto de la Germinación en el Índice de Solubilidad del Gel de Arroz

Índice de absorción de agua (IAA)

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95% de confianza.

La prueba de múltiples rangos indica que las muestras de arroz integral (día 0), remojado (día 1), 24 h germinación (día 2) y 48 h germinación (día 3) son homogéneas, mientras que la muestra de 72 h germinación (día 4) es diferente.

TABLA 6
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA ÍNDICE DE ABSORCIÓN
DE AGUA POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	4	3,61	X
3	4	5,70	X
0	4	6,31	X
2	4	6,31	X
1	4	6,53	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0,22	1,04
0 - 2		-0,00	1,04
0 - 3		0,60	1,04
0 - 4	*	2,70	1,04
1 - 2		0,22	1,04
1 - 3		0,83	1,04
1 - 4	*	2,92	1,04
2 - 3		0,60	1,04
2 - 4	*	2,70	1,04
3 - 4	*	2,09	1,04

* indica una diferencia significativa.

El gráfico 5 muestra como el índice de absorción de agua de las distintas muestras va descendiendo en función del tiempo de germinación; esto puede deberse a que la amilopectina facilita la entrada del agua a los espacios intermoleculares aumentando la solubilidad de los polímeros, siendo la ésta la de mayor proporción de disolución (22).

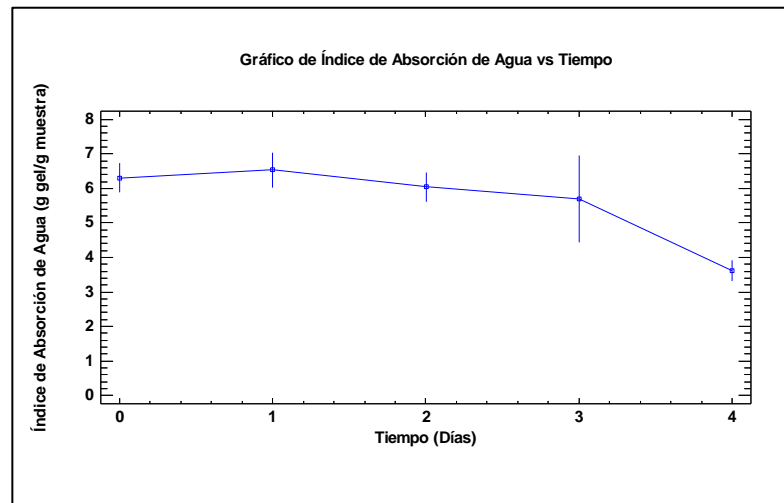


GRÁFICO 5. ÍNDICE DE ABSORCIÓN AGUA VS TIEMPO

Índice de solubilidad de agua (ISA).

Mediante la prueba ANOVA se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel del 95% de confianza.

En la prueba de múltiples rangos se observa que las harinas de arroz integral (día 0), remojo (día 1) y 24 h de germinación (día 2) son homogéneas, mientras que las harinas de arroz integral de 48 h (día 3) y 72 h germinación (día 4) son diferentes.

TABLA 7
PRUEBA DE MÚLTIPLES RANGOS PARA ÍNDICE DE
SOLUBILIDAD EN AGUA POR TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	4	0,02	X
1	4	0,02	X
2	4	0,02	X
3	4	0,07	X
4	4	0,24	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 – 1		-0,0005	0,01
0 – 2		-0,0044	0,01
0 – 3	*	-0,0499	0,01
0 – 4	*	-0,2264	0,01
1 – 2		-0,0039	0,01
1 – 3	*	-0,0494	0,01
1 – 4	*	-0,2259	0,01
2 – 3	*	-0,0455	0,01
2 – 4	*	-0,2219	0,01
3 – 4	*	-0,1764	0,01

* indica una diferencia significativa.

El gráfico 6 indica cómo el índice de solubilidad es constante para las muestras de arroz integral (día 0), remojo (día 1) y 24 h de germinación (día 2), a partir de la cual se empieza a incrementar notoriamente hasta las 72 h de germinación (día 4). Esto se debe a que el arroz al momento de ser germinado, el almidón se reduce a maltosa y dextrina, azúcares más simples, que son más solubles

que la estructura íntegra del almidón, componente esencial de la harina de arroz (23).

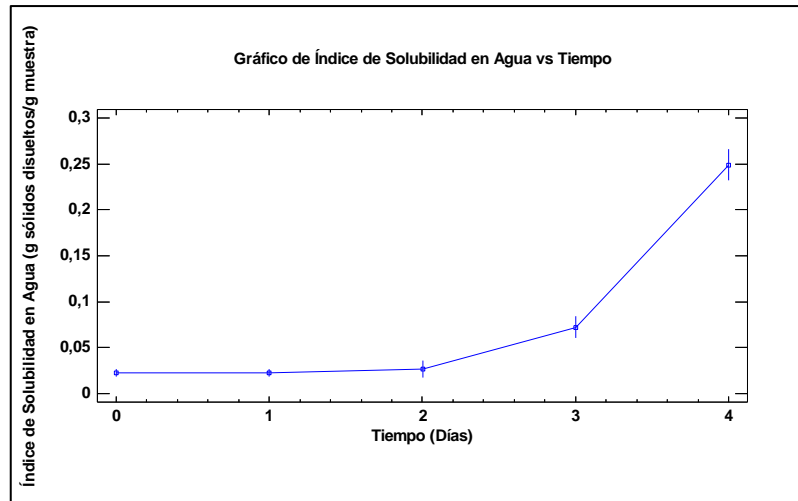


GRÁFICO 6. ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA VS TIEMPO

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La harina y el gel de arroz integral (día 0) y remojado (día 1), no muestran cambios entre sí, en ninguna de las características de hidratación analizadas en este proyecto. Sus cambios empiezan a ser notables a partir del día 2 que empieza el tiempo de germinación.

El poder de hinchamiento y la capacidad de absorción de aceite, características de hidratación de la harina y del gel de arroz respectivamente; no se ven afectadas a través del tiempo, pues éstas se mantienen constantes en las harinas de arroz integral con 24h (día 2), 48h (día 3) y 72h (día 4) de germinación.

En las harinas de arroz integral con 24h (día 2), 48h (día 3) y 72h (día 4) de germinación, la capacidad de retención y fijación de agua, así como el índice de absorción de agua en los geles de éstas muestras; van

disminuyendo a medida que pasa el tiempo, muy al contrario de lo que sucede con el índice de solubilidad de agua en los geles, cuyos valores aumentan. Este fenómeno es provocado por la ruptura de las cadenas de amilopectina al momento que el arroz integral es germinado.

Es recomendable el uso de la harina de arroz integral con 24 h de germinación, ya que al pasar este tiempo de germinación, sus características de hidratación se ven afectadas negativamente para uso en las industrias de panificación. Por esta razón se recomienda el estudio de las harinas con menor tiempo de germinación.

APÉNDICES

APÉNDICE A

GERMINACIÓN

1. Desinfección del grano con hipoclorito de sodio al 0.1% por 30 min.



2. Enjuague con agua destilada tres veces.



3. Remojo de los granos en agua destilada por 24h. en una incubadora a 28°C.



4. Preparación de las bandejas para germinación.



5. Germinación a 28°C en la incubadora por 24h., 48h., 72h.



6. Secado del arroz germinado en estufa a 50°C



7. Molido para obtención de las muestras de harinas de arroz integral.



APÉNDICE B

ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA

1. Peso de 50mg de muestra en el tubo de eppendorf previamente pesado en 1ml. de agua destilada.



2. Baño maría a 90°C por 15 min.



3. Centrifuga a 4°C por 10 min.



4. Colocación del sobrenadante en los platos de aluminio previamente secados a estufa.



5. Pesado de los tubos de eppendorf con pellet para obtención de IAA.



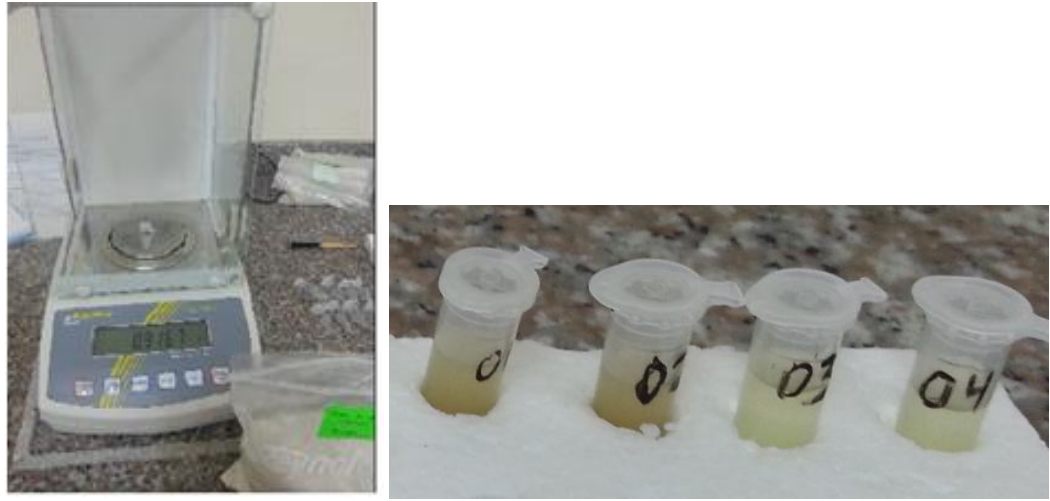
6. Pesado de los platos de aluminio después de evaporación para obtención de ISA.



APÉNDICE C

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE ACEITE

1. Peso de 100mg de muestra en el tubo de eppendorf en aceite vegetal.



2. Vortex mixer por 30 min.



3. Centrifuga a 4°C por 10 min.



4. Eliminación del aceite de los tubos de eppendorf.



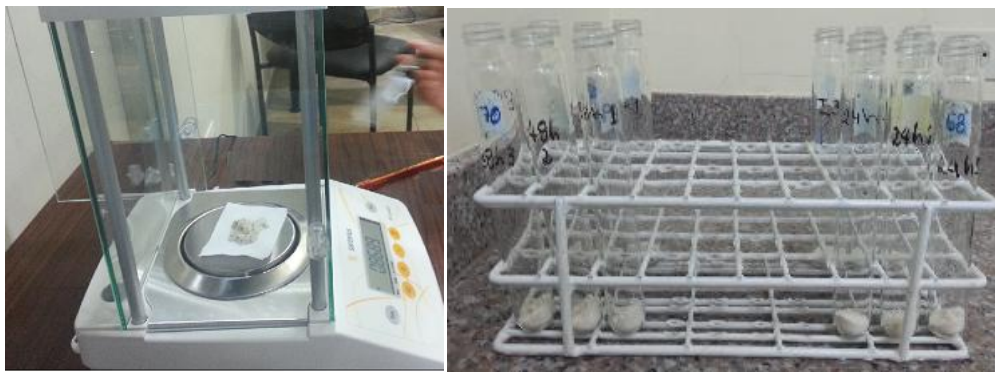
5. Pesado de los tubos de eppendorf con pellet para obtención de CAO.



APÉNDICE D

CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

1. Peso de 1g de muestra en un tubo de ensayo previamente pesado.



2. Muestras a temperatura ambiente por 24h con 10ml. de agua destilada.



3. Decantación en papel filtro.



4. Pesado de los tubos de ensayo con pellet.



APÉNDICE E

VOLUMEN DE HINCHAMIENTO

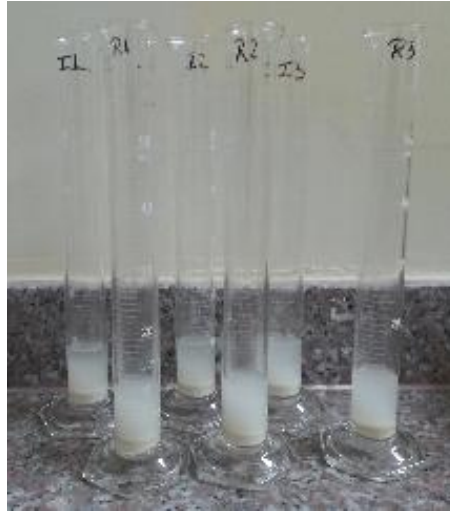
1. Peso de 1g de muestra en una probeta.



2. Se agregamos 10ml de agua destilada.



3. Muestras a temperatura ambiente por 24h.



4. Lectura del volumen de hinchamiento de la muestra.



APÉNDICE F

CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE AGUA

1. Peso de 1g de muestra en un tubo de centrifuga previamente pesado con 10ml de agua destilada.



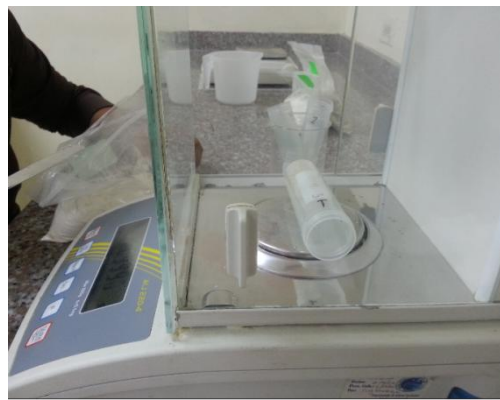
2. Centrifugamos por 10min.



3. Decantación en papel filtro.



5. Pesado de los tubos de centrifuga con pellet.



BIBLIOGRAFÍA

- (1) Botanical-online SL. El Mundo de las Plantas. "*El arroz*". Disponible en:
<http://www.botanical-online.com/arroz.htm>

- (2) Bienvenido J. El Arroz en la Nutrición Humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 26. Roma, Italia. Capitulo 1. Págs.: 1 - 2. 1994.

- (3) INIAP, Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual del cultivo de arroz. Manual No 66. Segunda Edición. Quito, Ecuador. Pág. 6. 2007.

- (4) INIAP, Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Programa Nacional del Arroz. Disponible en:
[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=16 :arroz&catid=6:programas&Itemid=12](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=16:arroz&catid=6:programas&Itemid=12)

- (5) CORPCOM, Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador. Situación arrocera ecuatoriana. Disponible en:
<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=siatuacion+arrocera+ecuatoriana&source=web&cd=2&ved=0CDgQFjAB&url=http%3A%2F%2Fcorpc>

omec.com%2Fdescargas%2FPRESENTACION_ROSA_LEMA.ppt&ei=MpoBUc_fl3O0QHt14GYCw&usg=AFQjCNHYgODFRy1IcRC88JymSjB
MCc4yOQ&bvm=bv.41524429,d.dmQ

- (6) Delgado F. Departamento Arroz Ecuaquímica. "*Arroz del Ecuador*".
Págs.: 1 - 2. 2011. Disponible en:
http://www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf

- (7) INEC, Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Sistema Agroalimentario del Arroz. "*Análisis del Sistema Agroalimentario del Arroz en el Ecuador*". Pág.: 36. Disponible en:
<http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf>

- (8) La nutrición del arroz integral germinado. Disponible en:
http://www.ehowenespanol.com/nutricion-del-arroz-integral-germinado-sobre_129423/

- (9) Las Semillas y el Proceso de Germinación. Disponible en:
<https://docs.google.com/document/edit?id=1zrtnL1k7Vc56xxzGfZG53CJ2TUbpr01ZHE93nd8Mpe8&hl=es>

- (10) Germinación de Semilla, Parte III, tema 17. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Valencia, España. 2003. Disponible en: http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Respiraci%C3%B3n
- (11) Franquet J. Economía del Arroz. "*Variedades y Mejoras del Arroz (Oryza sativa, L.)*". Primera Edición. España. Pág.: 128. 2004.
- (12) Blanco C. Propiedades Funcionales de Harinas Altas en Fibra Dietética Obtenidas de Piña, Guayaba y Guanábana. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/73923613/PROPIEDADES-FUNCIONALES-DE-HARINAS-ALTAS-EN-FIBRA-DIETETICA-OBTENIDAS-DE-PINA>
- (13) Materias Primas para Panificación. Anejo I. Pág.: 7. Disponible en: <http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia/bib-virtual/bajada/mempan.pdf>
- (14) Alimentación Sana. "*Las Harinas*". Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/alimentos/harina.htm>

- (15) Panificadora los sabores de la abuela. "*Panificación*". Disponible en:
<http://procesospanificacion.blogspot.com/>
- (16) El Mundo de las Plantas. "*Producción y Clases de Arroz*". Disponible en:
<http://www.botanical-online.com/arrozproduccioniclasas.htm>
- (17) Andrade F., Celi R., Hurtado J. INIAP 15 - BOLICHE. Variedad de Arroz del alto Rendimiento y Calidad del Grano Superior. Segunda edición. Yaguachi, Ecuador. Plegable Promocional. N° 270.
- (18) Sánchez J., Loayza E. Efecto del Tiempo de Germinación sobre las características Físicas, Reológicas y Tecnológicas de la Harina del Arroz Integral Variedad INIAP 15, cosecha verano. TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL. Guayaquil, Ecuador. 2012
- (19) Rached L., Consuelo A., Rincón A., Padilla F. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. "*Evaluación de harinas y almidones de mapuey, variedades blanco y morado*". Caracas, Venezuela. Volumen: 56 - N°4. 2006.

- (20) Bello L., Jiménez A., Contreras R., Solorza J., Romero R. Revista Agrocienca. "*Propiedades Químicas y Funcionales del Almidón Modificado de Plátano Musa Paradisiaca*". Texcoco, México. Volumen: 36 - N° 002. Pág.: 173. 2002.
- (21) Belén D., Alemán R., Álvarez F., Moreno M. Revista de la Facultad de Agronomía. "*Evaluación de algunas Propiedades Funcionales y Reológicas de harinas de Coroba*". Caracas, Venezuela. Volumen: 21 - N°2. 2004.
- (22) Alvis A., Vélez C., Villada H., Rada M. Información Tecnológica. "*Análisis Físico Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca, Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas*". La Serena, Chile. Volumen: 19 - N°1. 2008.
- (23) Los Germinados: el alimento vivo más antiguo. Disponible en: <http://triangulodesalud.com/los-germinados-el-alimento-vivo-mas-antiguo/>