ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

"Influencia del Método de Estabilización en el Grado de Deterioro del Salvado de Arroz Ecuatoriano Bajo Dos Condiciones de Almacenamiento, Cosecha Invierno."

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentado por:

María Eugenia Silva Ríos

Silvia María Vidal Bajaña

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2012

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi compañera y amiga Silvia por su entrega y dedicación en el desarrollo de esta tesis y por compartir conocimientos conmigo.

A mis padres y hermanos por sus palabras de aliento cada día.

María Eugenia Silva Ríos.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy y por haberme permitido culminar con éxito este proyecto. A mi familia, especialmente a mi madre por ser mi pilar principal, depositar en mí su confianza y sabiduría. A mi compañera Maru, por su paciencia, apoyo y entrega en este recorrido. A la Ing. Grace Vásquez por permitirnos realizar esta investigación bajo su dirección y a todos mis queridos amigos que estuvieron en esta importante etapa de mi vida.

Silvia María Vidal Bajaña

DEDICATORIAS

Dedico todo mi esfuerzo a mi amado padre, Edgar Silva, por ser mi ejemplo y mi guía en cada momento de mi vida.

María Eugenia Silva Ríos.

A mi familia por su constante motivación, y amigos por su apoyo para no desmayar ante las adversidades de este proyecto.

Silvia María Vidal Bajaña

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kléber Barcia V.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Grace Vásquez V.
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Fabiola Cornejo Z.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

María Eugenia Silva Ríos

Silvia María Vidal Bajaña

RESUMEN

El arroz (Oryza Sativa L.) constituye uno de los principales cultivos de ciclo corto del Ecuador, es un alimento básico en la alimentación de la población ecuatoriana, llegando a identificarse por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) como un rubro de alta prioridad en la generación de semillas basándose en la aplicación de alta tecnología.

Por su parte, el salvado de arroz es uno de los co-productos más importantes en la producción de este grano y se obtiene por medio del pulido del mismo después de ser descascarillado, dando como resultado arroz blanco o pilado. Este subproducto es buena fuente de fibra dietaria (25-35%), cuenta con proteínas ricas en albúmina y globulinas, y un remarcable contenido de lisina. Su alto contenido de lípidos (15-20%) permite que su aceite se esté convirtiendo en una alternativa válida a los aceites tradicionales ya que contiene monoglicéridos (5-6%), glucolípidos (5-7%) y fosfolípidos (3-4%), sumado a su contenido de importantes componentes antioxidantes que incluye oryzanol, tocoferoles y tocotrienoles, los mismos que causan una disminución en el nivel de colesterol en las arterias. Además, no contiene gluten, por ello presenta propiedades hipoalergénicas.

Por otro lado, su consumo en la alimentación humana ha sido limitado por la tendencia que tiene su fracción grasa a sufrir una rápida descomposición, debido a la actividad enzimática u oxidativa que da lugar a la formación de productos altamente reactivos que diezman su valor biológico y reducen su vida útil.

En nuestro país, el salvado es comercializado únicamente por piladoras como materia prima para la fabricación de alimentos balanceados, pues actualmente estas industrias no poseen una infraestructura tecnológica adecuada para su aprovechamiento como producto de consumo humano.

El presente trabajo tuvo como principal objetivo evaluar la influencia de dos métodos de estabilización y dos condiciones de almacenamiento en el grado de deterioro del salvado de arroz, el mismo que se desarrolló en tres fases. Una primera fase que comprendió el análisis físico-químico de las fracciones de pulido de cuatro variedades de arroz de mayor uso comercial en nuestro país, con el fin de establecer si existía diferencia significativa en su contenido lipídico entre variedades y fracciones de pulido, de manera que pueda influir en el grado de deterioro del salvado. La segunda fase consistió en estabilizar la muestra seleccionada por dos métodos: uno con aire seco y otro con vapor húmedo bajo condiciones de temperatura y tiempo definidas. Finalmente, una

tercera fase radicó en almacenar las muestras estabilizadas bajo dos condiciones de temperatura y humedad relativa específicas por un periodo de al menos 30 días, tiempo en el cual se evaluó el porcentaje de acidez e índice de peróxidos como indicadores de deterioro. Todos los ensayos fueron realizados según las normativas vigentes y por triplicado; los datos se analizaron estadísticamente mediante el programa Minitab.

Al final del estudio, se espera escoger un método de estabilización que combinado con las condiciones de almacenamiento logren extender la vida útil del salvado de arroz de manera que se pueda conservar sus características nutritivas y sensoriales para fines industriales.

ABREVIATURAS

Ha.	Hectárea
TM	Tonelada Métrica
cm	Centímetro
mm	Milímetro
UPA	Unidades Productoras de Arroz
ppm	Parte por millón
pH	Potencial de Hidrógeno
Kg	Kilogramo
g	Gramo
°C	Grados Centígrados
Ton	Tonelada
AG	Ácido Graso
hl	Hectolitro
HR.	Humedad Relativa
T.	Temperatura
meq.	Miliequivalente

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Producción Arrocera en el Ecuador…….	11
Tabla 2	Arroz: Superficie, Producción y Rendimiento a nivel Nacional…	11
Tabla 3	Características INIAP 14……	13
Tabla 4	Características INIAP 15……	15
Tabla 5	Características INIAP 17……	16
Tabla 6	Ecuador: Estructura Productiva y Rendimientos de arroz……	18
Tabla 7	Ecuador: Exportaciones de arroz (Toneladas métricas)……..	19
Tabla 8	Costos de Producción……	20
Tabla 9	Ecuador: Precios de arroz, diferentes niveles (Dólares/Kilos)…….	22
Tabla 10	Codificación de muestras……..	46
Tabla 11	Rendimientos del proceso de pulido……	51
Tabla 12	Descripción de variables……	53
Tabla 13	Codificación de variables para estadística…….	53
Tabla 14	Caracterización físico-química……..	56
Tabla 15	Valores de porcentaje promedio para cada variedad de arroz……..	58

.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Cultivo de Arroz……..	2
Figura 2.1	Proceso de pilado de arroz……....	23
Figura 2.2	Morfología del grano de arroz……..	26
Figura 2.3	Arroz Integral……...	28
Figura 2.4	Salvado de arroz…….	28
Figura 2.5	Arroz blanco…….	29
Figura 2.6	Esquema de la reacción catalizada por la lipasa sobre el triacilglicerol…….....	31
Figura 2.7	Mecanismo de acción de lípidos……..	38
Figura 3.1	Descascarillador FC2K……..	48
Figura 3.2	Pulidor Ricepal U32……	49
Figura 3.3	Medidor de blancura Kett C-300……..	50
Figura 3.4	Procedimiento de experimentación…….....	54
Figura 4.1	Porcentaje de grasa de pulidos de cuatro variedades INIAP…….....	57
Figura 4.2	Diagrama de cajas para Porcentaje de grasa……...	58

Figura 4.3 Análisis de varianza para factores Variedad y Pulido…….. 59
Figura 4.4 Prueba de tukey para análisis de factor Variedad……. 61
Figura 4.5 Análisis de variable de respuesta “Acidez” vs factores “Tratamiento, Almacenamiento, Días”..... 62
Figura 4.6 Diagrama de cajas “Acidez vs Tratamiento”……..... 63
Figura 4.7 Prueba de tukey para análisis de factor “Tratamiento” (Acidez)…… 63
Figura 4.8 Análisis de variable de respuesta “Peróxidos” vs factores “Tratamiento, Almacenamiento, Días”……. 64
Figura 4.9 Diagrama de cajas “Peróxidos vs Tratamiento”……. 65
Figura 4.10 Prueba de tukey para análisis de factor “Tratamiento” (Peróxidos)……..... 65
Figura 4.11 Diagrama de cajas “Acidez vs Almacenamiento”……. 67
Figura 4.12 Prueba de tukey para análisis de factor “Almacenamiento” (Acidez)……..... 67
Figura 4.13 Diagrama de cajas “Peróxidos vs Almacenamiento”……... 68
Figura 4.14 Prueba de tukey para análisis de factor “Almacenamiento” (Peróxidos)……..... 68
Figura 4.15 Acidez vs Días de Almacenamiento 32 °C 67% HR. (3 Tratamientos)…….. 69

Figura 4.16 Acidez vs Días de Almacenamiento 16 °C 43% HR.
(3 Tratamientos)..... 69
Figura 4.17 Peróxidos vs Días de Almacenamiento 32 °C 67% HR.
(3 Tratamientos)..... 70
Figura 4.18 Peróxidos vs Días de Almacenamiento 16 °C 43% HR.
(3 Tratamientos)..... 70

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

1. Generalidades……..... 1

1.1 Antecedentes……... 1

1.2 Planteamiento del Problema……..... 3

1.2.1 Justificación……... 5

1.3 Objetivos……... 7

1.3.1 Objetivo general…… 7

1.3.2 Objetivos específicos…….. 7

1.4 Hipótesis…….. 8

1.5 Metodología de la tesis…….. 8

CAPÍTULO 2

1. Marco Teórico…….. 10

2.1 Principales zonas productoras de arroz en el Ecuador…… 10

2.1.1 Variedades……..... 12

2.1.2 Rendimientos y comercialización……... 16

2.1.3 Descripción del proceso de pilado de arroz……. 22

2.1.3.1 Co-productos de la industria del arroz…….. 27

2.1.3.2 Requisitos de Calidad…… 29

2.2 Salvado de arroz……..... 30

2.2.1 Principales reacciones de deterioro……... 30

2.2.2 Métodos de estabilización, análisis crítico……. 39

CAPÍTULO 3

2. MATERIALES Y MÉTODOS…… 44

3.1 Materia prima……... 44

3.2 Preparación de muestras…….. 45

3.3 Descascarillado y pulido…… 48

3.3.1 Rendimientos del proceso……... 51

3.4 Caracterización de fracciones de pulido de arroz……. 51

3.4.1 Análisis Físico-Químico……... 51

3.5 Estabilización del salvado……. 52

3.5.1 Diseño Experimental……..... 52

3.5.2 Procedimiento…… 54

CAPÍTULO 4

3. RESULTADOS…….. 56

4.1 Resultados de la caracterización físico-química de las fracciones de salvado de arroz…….. 56

4.2 Influencia del método de estabilización en el grado de deterioro del salvado de arroz……..... 61

4.3 Influencia de las condiciones de almacenamiento en el grado de deterioro del salvado de arroz……..... 66

CAPÍTULO 5

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 71

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cereales más cultivados y es el alimento básico de aproximadamente la mitad de la producción mundial. En la actualidad, su principal uso es el consumo como grano blanco (pulido), por lo que su aporte nutritivo a la dieta, es en forma de hidratos de carbono, aunque posee algunos otros nutrimentos importantes en menores cantidades. En México ocupa el cuarto lugar en la producción de granos alimenticios y aunque se ha observado un incremento en el consumo, existe una tendencia a la disminución del área cultivada, ocasionada por la competencia desventajosa con el arroz importado.

Los intentos para mejorar su producción y con ello la rentabilidad del cultivo, se han dado principalmente en torno al mejoramiento genético de la especie; otras alternativas para elevar esta rentabilidad la constituye la adición de valor a subproductos del arroz, con propuestas para su utilización tal y como salen de la molienda del arroz; por ejemplo, la cascarilla es usada para la elaboración de materiales de construcción, el granillo para la industria cervecera y el salvado para la elaboración de alimentos balanceados para animales.

El salvado de arroz es uno de los subproductos más abundantes y subutilizados de la industria arrocera, resulta interesante por su contenido de nutrientes, sustancias bioactivas o nutracéticas y por sus características funcionales. A partir del salvado, es posible obtener aceite de muy buenas características de fritura, al cual se le han encontrado propiedades funcionales, en lo referente a la disminución de colesterol y lípidos de la sangre.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*) comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez, pero el desarrollo del cultivo fue en China, su introducción en América Latina la hacen los portugueses en Brasil en el año de 1685.

El cultivo de arroz en términos de explotación es una actividad agrícola muy importante y conocida a nivel mundial; sin embargo por ser un cultivo semiacuático tiene una particularidad en los sistemas de manejo que depende básicamente de la estación climática, disponibilidad de infraestructura de riego, tipo y clase de suelo.

La producción arrocera en Ecuador se desarrolló como resultado de la crisis cacaotera de los años veinte del siglo pasado. La producción se expande aún más en el contexto de la segunda guerra mundial en que el

país exporta el producto. La producción de arroz pasa de 30.000 toneladas métricas en la década de los treinta a 100.000 toneladas métricas en la década de los cuarenta.

Existen tres grandes categorías: grano largo, grano medio y grano corto. De acuerdo al proceso industrial al que son sometidos y según su grado de elaboración surgen al mercado las siguientes variedades: Integral, Blanco, Parboleado, entre otras.

FIGURA 1.1 CULTIVO DE ARROZ

1.2 Planteamiento del problema

En el Ecuador, el arroz es el cultivo más extenso, ocupa más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. En el año 2010 se alcanzaron 1.132.267 TM de producción según MAGAP, III CNA y SIGAGRO.

Con respecto a la tecnificación del arroz, Chaparro, M (2009) en su estudio, *Evaluación de la estabilización del salvado de arroz y la extracción de su aceite por métodos convencionales y nuevas tecnologías*. Señala:

La agroindustria arrocera tiene como objeto la transformación de arroz cáscara (paddy) en arroz blanco, este arroz es utilizado en casi su totalidad como arroz de mesa y porcentaje mínimo en la industria cervecera como grits.

El problema radica en que no hay desarrollo de nuevos productos ni alternativas diferentes de consumo, sin dar valor agregado a este alimento y sus subproductos, a diferencia de otros países como Estados Unidos o los países asiáticos donde se utiliza el arroz y sus subproductos como materia prima en la elaboración de tallarines, galletería, snacks, jarabe de arroz,

leche de arroz, bebidas fermentadas, aceite del salvado, gamma oryzanol y con aplicaciones tecnológicas o en la obtención de biocombustible. (p. 7)

De las toneladas métricas producidas anualmente, el salvado de arroz tiene un rendimiento del 8-11% con respecto al arroz en cáscara, siendo aproximadamente 100000 TM con un precio de 220 dólares/Tonelada (VER ANEXOS A y B), mostrando que se infravalora ya que es requerido exclusivamente como materia prima para productos balanceados, desperdiciándose de esta manera su aceite, el mismo que corresponde al 20% es decir alrededor de 20000 toneladas y varios componentes con propiedades bioactivas y nutricionales, que lo ubican como un alimento con grandes posibilidades de ofertar beneficios saludables, industriales y económicos.

(Escamilla, Sun Shin, Randal, 2009), indican que el salvado de arroz posee una vida útil corta debida principalmente a la actividad de las enzimas lipásicas, por esto el consumo como fuente de alimento humando ha estado limitado por la tendencia que tiene el aceite presente a sufrir un rápido enranciamiento debido a la actividad enzimática lipolítica o también conocida como rancidez hidrolítica y rancidez oxidativa; proceso acelerado

en presencia de luz, calor humedad, otros ácidos grasos libres y ciertos catalizadores inorgánicos como sales de hierro y cobre.

Ambos fenómenos alteran considerablemente sus características sensoriales, especialmente el sabor y aroma, sus características químicas con la disminución de pH, incremento de la acidez y cambios en las propiedades funcionales y nutricionales además de aumentar la susceptibilidad de los ácidos grasos libres a la oxidación.

En este trabajo se estudiarán tecnologías para inactivar la actividad enzimática de la lipasa y la lipoxigenasa del salvado y así reducir los problemas antes expuestos.

1.2.1 Justificación

Con los actuales desafíos alimentarios, Ecuador y el mundo presentan grandes necesidades de ofertar alimentos con un elevado valor nutritivo, inocuos y seguros, que presenten alternativas de desarrollo e innovación y a su vez generen subproductos con aprovechamiento industrial, así como también que beneficien a la humanidad y reduzcan su impacto ambiental.

Hoy en día con las tendencias de consumo de productos naturales y saludables, el salvado de arroz presenta gran interés como materia prima para la industria alimentaria, debido a sus características nutricionales. En muchos países del mundo incluyendo a Ecuador, el salvado de arroz se ha utilizado como ingrediente para alimentos balanceados, debido a que es buena fuente energética en todas las especies, y sobre todo en rumiantes, siendo este su único destino, debido a que no ha sido estabilizado o no ha sufrido ningún tipo de inactivación enzimática.

“El salvado de arroz estabilizado es buena fuente de fibra dietaria, tanto soluble e insoluble. Predomina la fibra insoluble y por ello es reconocida su capacidad de absorción de agua, mejorando la función intestinal y la fibra soluble reduce el colesterol” (Abdul, H. y S.Y. Luan, 2000).

En cuanto a su fracción lipídica, en el salvado de arroz se encuentran triglicéridos formados mayoritariamente por los ácidos palmítico (12,3-20.5%), linoleico (27,0-40.7%) y oleico (37.1-52.8%). Entre los antioxidantes, son de destacar los tocoferoles y tocotrienoles (tocoles), que presentan una importante actividad vitamínica, y los ésteres del

ácido trans-ferúlico con esteroles y alcoholes triterpénicos, cuya fracción se conoce como γ-orizanol. Entre los tocoles presentes en el salvado de arroz y en su aceite extraído, predominan α-, γ- y δ-tocoferol. El γ-orizanol presenta una alta actividad antioxidante, y diversos estudios han demostrado su capacidad para reducir el colesterol plasmático, reducir la absorción del colesterol hepático y prevenir la arteriosclerosis.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la influencia de dos métodos de estabilización y dos condiciones de almacenamiento en el grado de deterioro del salvado de arroz.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar una caracterización físico-química de las fracciones de pulido de arroz obtenidas de cuatro variedades INIAP de mayor uso comercial en nuestro país.
- Determinar las condiciones apropiadas de estabilización del salvado de arroz, utilizando calor húmedo y calor seco como métodos convencionales en la inactivación de enzimas lipolíticas.

- Establecer el grado de deterioro del salvado de arroz expresado en términos de porcentaje de acidez e índice de peróxidos, como parámetros de calidad por un periodo mínimo de 30 días.

1.4 Hipótesis

El método de estabilización combinado con las condiciones de almacenamiento, permitirán obtener un salvado de arroz estable físico y químicamente por un periodo de 30 días, de manera que se pueden conservar sus características nutritivas y sensoriales para fines industriales.

1.5 Metodología de la tesis

Para la presente tesis la metodología a usarse tiene como finalidad describir el proceso de investigación que se aplicará para evaluar la influencia del método de estabilización y las condiciones de almacenamiento en el grado de deterioro del salvado de arroz de variedades ecuatorianas para extender la vida útil de esta materia prima.

Tipo de investigación

La metodología constará de los siguientes puntos:

- Determinar las fuentes de datos a recolectar.
- Realizar el diseño de la investigación.
- Análisis de la muestra.

- Recolección de datos obtenidos.
- Interpretación de la información recaudada.

El nivel de investigación que se plantea en el siguiente trabajo es de tipo exploratoria y descriptiva, ya que pone de manifiestos una serie de fenómenos o comportamientos físico-químico relacionados con la estabilidad del salvado de arroz. Para el efecto del diseño de la investigación consistirá inicialmente en la recopilación bibliográfica, seguida de una fase experimental y finalmente un análisis y discusión de los resultados para una aplicación práctica. En resumen el presente trabajo de investigación es de índole teórico empírico.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Principales zonas productoras de arroz en el Ecuador

En el Ecuador las principales zonas de cultivo de arroz se ubican en: Guayas (54.52%), Los Ríos (33.13%), Manabí (7.15%), Esmeraldas (0.54%), Bolívar (0.36%), Loja (0.47%) y otras provincias (3.47%).

Existen 2 ciclos muy marcados en la producción arrocera ecuatoriana.

- El más importante de los ciclos, es la producción que se da en invierno, el mismo que produce picos de producción en los meses de Abril y Mayo, período en el que se genera el 46% de la producción y los excedentes exportables.
- El segundo ciclo se registra en los meses de Octubre y Noviembre, en este ciclo la producción total anual corresponde al 32% aproximadamente.
- El 22% restante corresponde a las cosechas de Enero a Marzo y Junio a Septiembre.

TABLA 1

PRODUCCIÓN ARROCERA EN EL ECUADOR

PROVINCIA	PORCENTAJE
Guayas	54.52
Los Ríos	33.13
El Oro	0.37
Manabí	7.15
Esmeraldas	0.54
Loja	0.47
Bolívar	0.36
Otras Provincias	3.47

Fuente: CORPCOM, Enero 2011

TABLA 2

ARROZ: SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO A NIVEL NACIONAL

Año	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Producción de arroz en cáscara seco y limpio (TM)	Rendimiento (TM/Ha)
2000	349.726	338.653	971.806	2,87
2001	355.223	346.407	1.018.696	2,94
2002	358.650	352.145	1.063.620	3,02
2003	343.240	332.837	908.113	2,73
2004	358.094	348.320	950.357	2,73
2005	380.254	365.044	1.109.508	3,04
2006	402.345	374.181	1.254.269	3,35
2007	385.872	355.002	1.134.633	3,2
2008	365.000	338.270	1.054.787	3,12
2009	380.345	361.328	1.098.516	3,04
2010	382.230	363.119	1.132.267	3,12

Fuentes: MAGAP / III CNA / SIGAGRO, Enero del 2011

2.1.1 Variedades

INIAP “14 Filipino”

La variedad “INIAP 14” Filipino fue introducida en 1993, empezó con el nombre de PSBRC12, en Filipinas fue entregada como la variedad CALIRAYA. En nuestro país ha sido evaluada bajo condiciones de lluvia en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (Quevedo) y en El Vergel (Valencia) - Provincia de Los Ríos, y bajo sistemas de riego en Daule – Provincia del Guayas.

Fue desarrollada por el Programa Nacional de Arroz del INIAP, a partir del año 2000 a través de hibridaciones. Posteriormente ingresó a ensayos de líneas de observación, y es a partir de esa fecha que se evaluó en ensayos de rendimiento hasta el año 2006 en las zonas de Boliche, Taura, Daule, Santa Lucía y Samborondón bajo condiciones de riego.

Garantiza:

- Rendimientos Superiores.
- Óptima calidad del grano.

- Resistencia o tolerancia a enfermedades e insectos plagas.
- Alta calidad culinaria.
- Precocidad de su ciclo de vida.

TABLA 3

CARACTERÍSTICAS INIAP 14

CARACTERÍSTICAS	Valores y/o Calificación
Rendimiento en riego (TM/Ha)	5,8 a 11
Rendimiento en secano (TM/Ha)	4,8 a 6
Ciclo vegetativo (días)	113 - 117
Altura de plantas (cm)	99 - 107
Longitud de grano (mm)	Largo
Indice de pilado (%)	66
Desgrane	Intermedio
Pyricularia grisea (Cooke) Sacc. (quemazón)	Moderadamente susceptible
Manchado de grano	Moderadamente resistente
Hoja Blanca	Moderadamente resistente
Manchado de vaina	Moderadamente resistente

FUENTE: INIAP, 2011

INIAP “15 BOLICHE”

La variedad INIAP 15 - BOLICHE fue desarrollada por el Programa Nacional de Arroz del INIAP, a partir del año 2000 a través de hibridaciones. Proviene del cruce de IR 18348-36-3-3/CT10308-27-3-1P-1-3—3P, y su Pedigrí es IN 119-8-2-1. Evaluada como segregante hasta el 2003.

Posteriormente ingresó a ensayos de líneas de observación, y es a partir de esa fecha que se evaluó en ensayos de rendimiento hasta el 2006 en las zonas de Boliche, Taura, Daule, Santa Lucía y Samborondón bajo condiciones de riego.

Garantiza:

- Buena calidad culinaria.
- Amplio rango de adaptación y buena estabilidad de rendimiento.
- Resistencia al acame.

TABLA 4

CARACTERÍSTICAS INIAP 15

CARACTERÍSTICAS	Valores y/o Calificación
Rendimiento en riego (TM/Ha)	64-91
Ciclo vegetativo (días)	117 - 128
Altura de plantas (cm)	89 – 108
Longitud de grano (mm)	Largo (7,5)
Grano entero al pilar (%)	67
Calidad Culinaria	Buena
Pyricularia grisea (Cooke) Sacc. (quemazón)	Resistente
Hoja Blanca	Moderadamente resistente

FUENTE: INIAP, 2011

INIAP "17"

La variedad INIAP 17 fue obtenida por el Programa Nacional del Arroz del INIAP durante el periodo comprendido entre los años 2001 y 2009. Proviene del cruce de las líneas IN69-M-9-1/IN-19-3-M-M-M-2-, realizado en el Litoral Sur. Evaluada como segregante hasta el 2006, posteriormente en ensayos de rendimiento y ensayos regionales en los cantones Yaguachi, Santa Lucía y Samborondón (Guayas), y

Rocafuerte (Manabí), entre las que sobresalió la línea Go-37763 (INIAP 17) por sus excelentes características.

TABLA 5

CARACTERÍSTICAS INIAP 17

CARACTERÍSTICAS	Valores y/o Calificación
Rendimiento en riego (t/ha)	6,2 a 10
Ciclo vegetativo (días)	117 – 140
Altura de plantas (cm)	83 – 117
Longitud de grano (mm)1/	7,64
Ancho de grano (mm)	2,52
Indice de pilado (%)2/	62
Pyricularia grisea (Cooke) Sacc. (quemazón)	Tolerante
Sarocladium Oryzae	Tolerante
Hoja Blanca	Moderadamente resistente
Rhizoctonia Solani	Tolerante

FUENTE: INIAP, 2011

2.1.2 Rendimientos y comercialización

En términos sociales y productivos el cultivo del arroz es la producción más importante del país, los sistemas de manejo de la producción arrocera dependen de la estación climática, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo vegetativo, tipo y clase de suelo, niveles de explotación y grados de tecnificación.

De acuerdo a los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador y el Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria, para el año 2009 de superficie disponibles señalan aproximadamente 371 mil hectáreas sembradas de arroz en el territorio nacional.

La tendencia es más bien decreciente en cuanto a esta variable, se detecta claros picos de siembra en el 2004 y 2007 con casi 433 y 410 mil hectáreas respectivamente (INEC). De forma correspondiente a la superficie sembrada, la producción de arroz también ha tenido una baja desde 2007 cuando se produjo aproximadamente 1.73 millones de toneladas métricas de arroz paddy.

La mayor área sembrada de arroz en el país está en la Costa, pero también se siembra en las estribaciones andinas y en la Amazonía pero en cantidades poco significantes. Apenas dos provincias, Guayas y Los Ríos, representan el 83% de la superficie sembrada de la gramínea en el Ecuador. Otras provincias importantes en el cultivo son Manabí con 11%, Esmeraldas, Loja y Bolívar con 1% cada una; mientras que el restante 3% se distribuye en otras provincias.

En cuanto a la producción, de forma correspondiente, Guayas y Los Ríos tienen el 47% y 40% respectivamente. Manabí el 8% y las restantes provincias productoras representan producciones menores y por tanto, su rendimiento también es más bajo que las principales zonas productoras.

TABLA 6

ECUADOR: ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y RENDIMIENTOS DE ARROZ

TAMANO UPA's	Número UPA's		RENDIMIENTO TM/Ha
	Número	%	
Hasta 5 Has	34430	45%	3.6
5-10 Has	15165	20%	3.4
10-20 Has	11454	15%	3.5
20-50 Has	9710	13%	3.2
50-100 Has	3423	5%	3.5
100-200 Has	1133	1%	4
Mas de 200 Has	498	1%	4.1

FUENTE: III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 2002

Ecuador ha sido tradicionalmente un exportador de arroz a países andinos, especialmente a Colombia, Perú y ocasionalmente a Venezuela.

El comercio externo de arroz no tiene una tendencia sostenida en el tiempo, ya que depende del abastecimiento interno, del precio al productor doméstico frente al pagado por las exportaciones, la situación de oferta en los países vecinos, y las regulaciones formales o informales vigentes en las fronteras norte y sur frente al comercio de la gramínea.

En cuanto a exportaciones, Ecuador normalmente exporta arroz pilado, en el año 2006 y 2007 con picos de 156 y 93 mil TM, en el 2008 no se registran oficialmente exportaciones de arroz pilado, y en lo que va del año 2009 apenas 5 mil TM. Datos más detallados sobre el tipo de arroz y sus volúmenes se destacan en la siguiente tabla:

TABLA 7

ECUADOR: EXPORTACIONES DE ARROZ (Toneladas métricas)

Descripción	2005	2006	2007	2008	2009
Arroz paddy	0	0	0.77	0	0
Arroz descascarillado	0	0.1	200	0	76.13
Arroz pilado	32237.28	156505.92	93548.24	0	5013.41
Arroz partido	496.58	4528.62	6944.72	5419.16	16.47
Total general	32733.86	161034.64	100693.73	5419.16	5106.01

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR/ BASE DATOS CORPEI, 2009

A continuación se detallan los costos de producción de arroz bajo los distintos métodos de producción para el invierno 2009.

TABLA 8

COSTOS DE PRODUCCIÓN

INVIERNO 2009	TECNIFICADO		SEMITECNIFICADO	TRADICIONAL
	Secano ($)	Riego ($)	Riego ($)	Al voleo ($)
Mano de Obra	40	488	187	413
Semilla	115	92	92	46
Fertilizante	177	301	261	37
Fitosanitarios	222	114	109	107
Maquinaria-Equipos-Materiales-Transporte	369	350	413	189
Total Costos Directos (Ha)	***992***	***1345***	***1062***	***792***
Costos Financieros (por 6 meses, tasa anual)	66	64	73	28
Costos Administrativos (por ciclo)	46	67	53	40
Total Costos de Producción (Ha)	***1034***	***1477***	***1188***	***860***
Rendimiento Húmedo y Sucio (Sacas/Ha)	50	80	60	40
Costo por Quintal HyS ($/Saca)	20.7	18.5	19.8	21.5
Alquiler de la tierra (Por saca)	2	1.3	1.7	1.3
Precio arroz húmedo y Sucio en Piladora ($/Saca)	22.7	19.7	21.5	22.7
Superficie sembrada por nivel tecnológico	67%	22%	9%	2%
Precio Promedio Ponderado ($/Saca)	**21.9**			

FUENTE: MAGAP, 2009

Como se puede apreciar, el costo más bajo para la producción de arroz en el Ecuador proviene del método tecnificado con riego, y le sigue el semitecnificado con un 7% más costoso. Cuando se incorpora el alquiler

de la tierra, se igualan los valores de producción en el tecnificado secano y el método tradicional a 22.7 dólares por saca.

Los precios de arroz a nivel de productor, mayorista y consumidor en el período 2000 al 2008 se muestran en el siguiente gráfico, donde se aprecia una tendencia relativamente creciente en el tiempo y a la vez muy similar en cuanto a su variación y fluctuaciones.

En promedio anual, los precios finca del arroz durante el año 2000 a 2008 han crecido 12.5%, mientras que los precios mayoristas en 9.2% y el precios al consumidor en 8.3%. En el último trienio, en cuanto a arroz pilado el diferencial entre el precio mayorista y consumidor fue del 11.2%.

TABLA 9

ECUADOR: PRECIOS DE ARROZ DIFERENTES NIVELES (Dólares/Kilo)

AÑOS	FINCA ($)	MAYORISTA ($)	CONSUMIDOR ($)
2000	0.15	0.42	0.47
2001	0.13	0.42	0.51
2002	0.12	0.41	0.51
2003	0.15	0.46	0.55
2004	0.24	0.58	0.68
2005	0.23	0.58	0.66
2006	0.17	0.54	0.62
2007	0.22	0.62	0.7
2008	0.3	0.8	0.86

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA, ACUACULTURA, GANADERIA Y PESCA, 2009

2.1.3 Descripción de proceso de pilado de arroz

El arroz destinado al consumo humano es previamente sometido a una serie de procesos, el arroz en cáscara entrará a un proceso conocido como pilado, donde se obtendrá arroz blanco. A continuación se presenta un diagrama de bloques especificando el proceso industrial al que es sometido el arroz desde que se recepta hasta llegar el almacenamiento y venta.

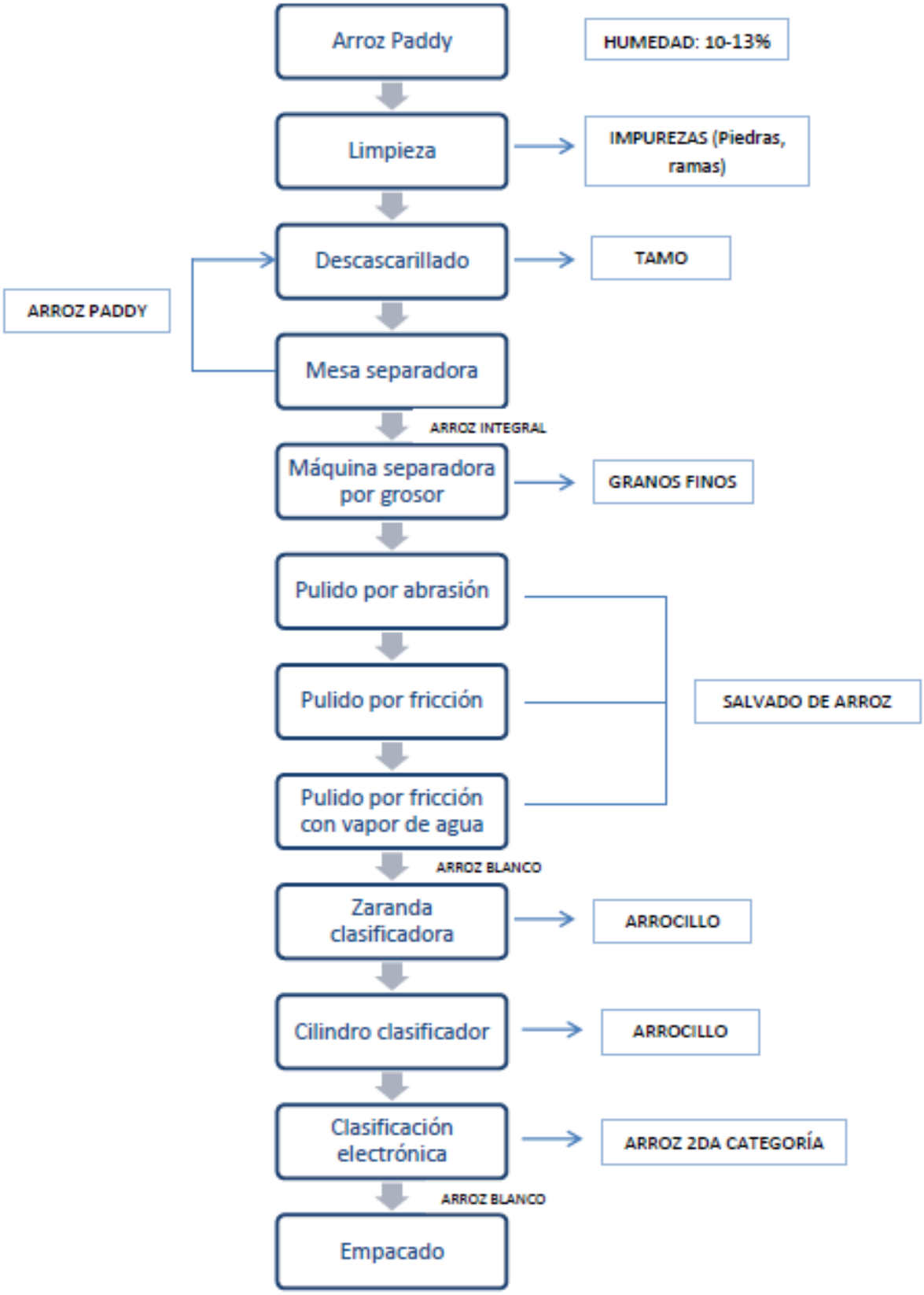


FIGURA 2.1 PROCESO DE PILADO DE ARROZ

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

A continuación se describe el proceso del pilado:

RECEPCIÓN DEL ARROZ PADDY: El arroz suele llegar a las piladoras en sacas pesadas (205 lb) y también en bruto, es decir en camiones o volquetes sin pesar. Algunas piladoras realizan el proceso de secado dependiendo la humedad con la que la materia prima ingresa, la humedad adecuada debe ser de 10-13%, el secado se puede realizar ya sea al sol por medio de tendales o mediante el uso de aire caliente proveniente de secadores.

LIMPIEZA: El arroz pasa a una máquina de pre-limpieza, donde se separará las impurezas mayores, piedras, ramas, semillas, grano vano y polvo.

El arroz ya limpio es llevado hacia a la descascarilladora por medio de elevadores.

DESCASCARILLADO: En esta parte del proceso el arroz es descascarado por fricción mediante el uso de rodillos de caucho los cuales giran hacia la dirección interna a varias velocidades, con este proceso se elimina la cascarilla dura que protege al grano cuando está en la espiga. Así se obtiene el arroz moreno o integral, rico en vitaminas del grupo B, minerales y fibra. El problema de este arroz es que por su alto

contenido de grasas insaturadas se enrancia rápidamente a temperatura ambiente, por lo que dificulta mucho su almacenamiento al tener un tiempo de vida corto.

Finalizado este proceso quedará arroz Paddy que después de pasar por la etapa de descascarillado aún conserve cascarilla; es por ello que pasa a una mesa separadora, la cual detecta este tipo de granos para retornar al descascarillado y permite el paso del arroz integral a la siguiente etapa.

PULIDO: Debido a esto, el grano de arroz integral se somete a un proceso denominado “pulido” con el cual se logra eliminar total o parcialmente la cutícula que recubre al grano (salvado) y el germen, pero lamentablemente se eliminan gran parte de vitaminas, minerales y fibra. El germen, donde se encuentra presente la grasa del cereal, desaparece durante este último proceso, a fin de evitar que se enrancie durante su almacenamiento y esto hace, igualmente, que disminuya su calidad nutritiva.

El pulido se realiza en 3 pasos:

- Pulido por abrasión
- Pulido por fricción
- Pulido por fricción con vapor de agua

Algunas piladoras han implementado un sistema de Abrasión- Fricción-Fricción, debido a que se obtiene un grano más traslúcido que usando un sistema más simple.

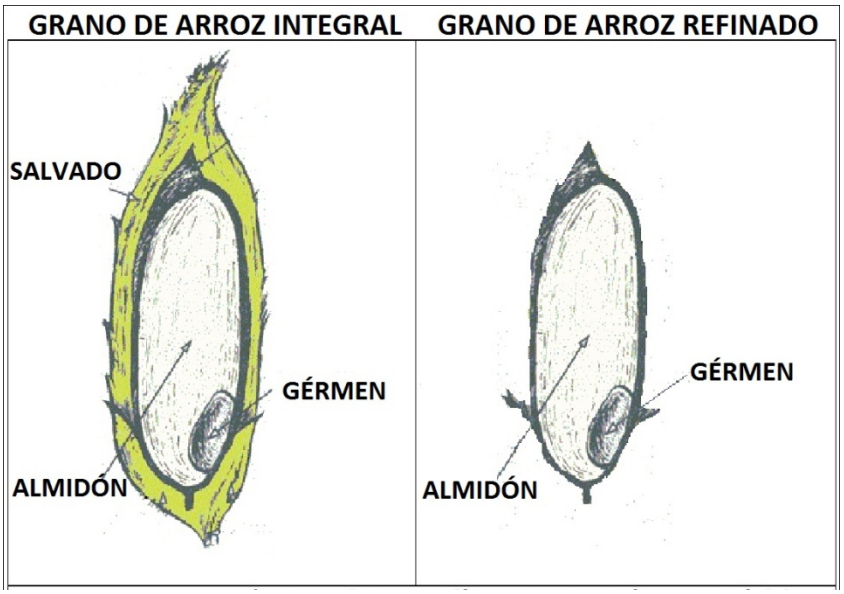


FIGURA 2.2 MORFOLOGÍA DEL GRANO DE ARROZ

ZARANDA CLASIFICADORA: En esta etapa se realiza la clasificación por tamaño del grano de arroz. Se separa el grano entero del grano partido (¾ y ½), se obtienen subproductos como arrocillo (¾) y yelén (½) que las industrias de balanceados lo utilizan como materia prima para sus productos.

CLASIFICACIÓN ELECTRÓNICA: Esta etapa es la que indica la calidad del producto obtenido al final del proceso. Se trata de seleccionadoras electrónicas ultravioleta, separa los granos buenos (granos limpios, traslúcidos y enteros) de las impurezas que no se aprecian con facilidad cuando el arroz esta en cáscara como granos rojos, yesos, amarillos, o con hongo.

La calidad del arroz finalmente es evaluada midiendo el grado de blancura, el mismo que debe ser de 37 – 40 debido a los requerimientos del consumidor en nuestro país.

2.1.3.1 Co-productos de la industria del arroz

Los subproductos obtenidos en el proceso de pilado de arroz son: Arroz integral, arrocillo y polvillo ó salvado de arroz.

ARROZ INTEGRAL: Es el grano de arroz entero antes de que se le quite la cubierta de salvado que lo convierte en arroz blanco. La capa de salvado contiene vitaminas, minerales y fibra, y le da al arroz integral un sabor anuezado más intenso y una textura más crocante que el arroz blanco enriquecido.

FIGURA 2.3 ARROZ INTEGRAL

SALVADO: Es el subproducto del arroz y que deriva del proceso de pilado, estando constituido por fracciones de cutícula, embrión y otras partes del grano.

FIGURA 2.4 SALVADO DE ARROZ

ARROCILLO: Es el producto formado íntegramente por granos quebrados, libres de polvillo. A continuación se detallan las características y requisitos que debe cumplir el arroz paddy, y posteriormente el arroz blanco para ser comercializado.

FIGURA 2.5 ARROZ BLANCO

2.1.3.2 Requisitos de Calidad

El arroz pilado para ser comercializado en nuestro país debe cumplir los siguientes requisitos descritos en la NORMA INEN: NTE INEN 1234:86.

EL polvillo por otro lado está clasificado según la normativa INEN como subproducto del arroz para alimentación animal y

sus requisitos se detallan en la NORMA INEN: NTE INEN 1690:89.

2.2 Salvado de arroz

El salvado de arroz es un subproducto obtenido del proceso industrial del pulimento del arroz paddy para consumo humano. Del grano completo de arroz 70% corresponde al arroz pulido para consumo, 20% es cascarilla y el restante 10% es salvado y germen de arroz**.**

El salvado de arroz es un material harinoso que resulta del pulimento del grano integral, para convertirlo en blanco. Está compuesto por la capa de aleurona, que es un conjunto de gránulos proteicos presentes en las semillas de arroz, generalmente localizada en las periferias del endospermo, la aleurona, tegumento y testa suman el 4%, el pericarpio 1-2% , el germen pulverizado un 2% y el endospermo un 89%).

2.2.1 Principales reacciones de deterioro

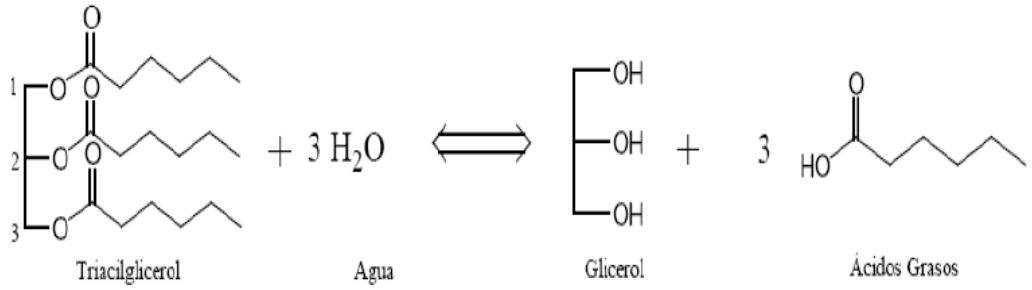
Como ya se mencionó, el salvado de arroz posee una vida útil corta debido principalmente a la actividad de las enzimas lipásicas, por esto el consumo como fuente de alimento humano ha sido limitado por la

tendencia que tiene el aceite presente a sufrir un rápido enranciamiento, este proceso es acelerado en presencia de la luz, calor, humedad y cierto catalizadores inorgánicos como las sales de hierro y cobre.

Ambos fenómenos alteran drásticamente sus características sensoriales, especialmente el sabor y el aroma; sus características químicas con la disminución del pH, incremento de la acidez y cambios en las propiedades funcionales y nutricionales, así como también aumenta la susceptibilidad de los ácidos grasos libres a la oxidación. Procesos que serán descritos a continuación:

Actividad de la enzima lipasa

La lipasa es una hidrolasa de los triacilglicéridos que cataliza la hidrólisis de los triacilglicéridos o ésteres simples de los ácidos grasos, dando mono y diacilglicerores, glicerol y ácidos grasos libres.



SQUEMA DE LA REACCIÓN CATALIZADA POR LA LIPASA SOBRE EL TRIACILGLICEROL (Hernández, 2008).

Las lipasas son enzimas lipolíticas que hidrolizan las uniones de los ésteres de los triglicéridos, estas enzimas se encuentran ampliamente distribuidas en plantas, procariotes y eucariotes. Su principal función es la hidrólisis de grasa, rompiendo y modificando los enlaces de éster de lípidos y sus derivados. Su denominación bioquímica es acil-ester-hidrolasas, son enzimas relativamente específicas en su actividad catalítica, son moléculas de dominio simple y tienen una organización estructural.

Las lipasas no requieren cofactores, ya que son quimioselectivas, regioselectivas y enantioselectivas, poseen un sustrato específico y tienen una óptima actividad en un amplio rango de temperatura, esto las convierte en biocatalizadores versátiles (Cifuentes, 2005).

La temperatura óptima para la actividad de la lipasa es de 35-40ºC, bajas temperaturas reducen el ritmo de hidrólisis, pero no la inhiben puesto que de -25 a -30ºC todavía tiene actividad. (Ordoñez, 2004), además la actividad de la enzima es alta dependiendo de la temperatura de almacenamiento y humedad. Las lipasas del salvado de arroz tienen un peso moléculas de 40kDa y un pH óptimo de 7.5-8.0 (Aizono, 1971).

Rancidez hidrolítica

Los lípidos del salvado de arroz se pueden clasificar en tres grupos según su estructura.

El grupo glicerolípido incluye glicéridos, glicerofosfolípido y gliceroglicolípidos; todos tienen en común glicerol y ácidos grases como componentes. El grupo esterol libre, esterol éster, esterilglicósido y acilesteriglicósido, todos contienen un esterol.

El grupo esfingolípido incluye ceramida y hexosileceramida, esfingosina y ácidos grasos, la esfingosina y los ácidos grasos son componentes comunes. También posee varios tipos de lipasas, fosfolipasa, glicolipasas, esterasas (Takano, 1993), que son de tipo endógenas o de tipo microbial (Champagne, 1992), que en contacto con los anteriores lípidos enunciados causan rancidez lipolítica y oxidativa.

El mecanismo de deterioro del salvado de arroz es el siguiente: como se mencionó anteriormente en el pulido se remueve la capa del endospermo, donde se origina una gran actividad enzimática, las células se rompen

produciendo un descompartimiento celular y los lípidos del salvado de arroz se ponen en contacto con la enzima lipasa altamente reactiva.

La alteración de los lípidos del salvado de arroz se inicia en la descomposición de la fosfodicolina en ácido fosfatídico por la fosfolipasa D, originando la desintegración de los esferosomas y la liberación de los triglicéridos que entran en contacto con la lipasa produciendo la oxidación (Takano, 1993). La lipasa da lugar a productos de hidrólisis como 1,2-diglicérido, 2-3-diglicérido y 2-monoglicérido. Éstos son muy inestables químicamente y sufren migración de los grupos acilo. Bajo la acción de la enzima, el triglicérido puede ser totalmente hidrolizado a ácidos grasos y glicerol. Seguido continúa un proceso de oxidación de los ácidos grasos insaturados, formándose diversos hidroperóxidos muy reactivos y poco estables que se ven favorecidos por la luz, temperaturas altas, lipoxidasa, presión de oxígeno y la presencia de metales como cobre, hierro, que producen nuevos radicales que alimentan la reacción para iniciar la oxidación de nuevas cadenas de ácidos grasos (Badui, 2006).

El aceite intacto de salvado de arroz normalmente contiene 2-4% ácidos grasos libre (AGL) (Orthoefer, 1994). Con el tiempo se aumentan los AGL, dependiendo de la temperatura y la humedad de almacenamiento. Se pueden incrementar de 5-10% por día y alrededor del 70% en un mes (Orthoefer, 2001).

Rancidez Oxidativa

Esta transformación es una de las más comunes de los alimentos que contienen grasas y otras sustancias insaturadas; consiste principalmente en la oxidación de los ácidos grasos con dobles ligaduras, pero se llega a efectuar con otras sustancias de interés biológico, como la vitamina A.

Recibe el nombre de auto oxidación pues es un mecanismo que genera compuestos que a su vez mantienen y aceleran la reacción; entre los productos sintetizados se encuentran algunos de peso molecular bajo que le confieren el olor característico a las grasas oxidadas, y otros cuya toxicidad todavía esta en estudio. La auto oxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados (o el índice de yodo) (Anil Kumar, 2006).

Lo mismo que sucede con otras transformaciones químicas, las altas temperaturas aceleran la autoxidación especialmente por encima de 60°C, de tal manera que la velocidad se duplica por cada 15 °C de aumento; cabe aclarar que la refrigeración y aun la congelación no necesariamente la inhiben ya que la presencia de catalizadores y la disponibilidad de los reactivos puede provocar que se lleve a cabo en estas condiciones.

El cobre y el hierro inician esta transformación en concentraciones menores de 1 ppm, por lo que es muy importante evitar todo contacto con recipientes o equipo elaborado con estos metales; el primero tiene mas especificidad para catalizar la oxidación de las grasas lácteas, y el segundo para los aceites vegetales. Los ácidos grasos libres solubilizan estos iones y facilitan su acción catalizadora pues provocan un mayor contacto con el lípido. En este sentido, y como se indicó al revisar la lipólisis, dichos ácidos grasos provenientes de la hidrólisis de los triacilgliceridos son más susceptibles a la oxidación que cuando se encuentran como ésteres.

La actividad acuosa desempeña un papel muy importante en la velocidad de la autoxidación; se considera que a valores de aw de aproximadamente 0.4 existe la capa monomolecular BET que actúa como filtro y no deja pasar oxigeno hacia las partes internas donde están los lípidos; a aw < se pierde dicha capa protectora y la oxidación se acelera; cuando a se encuentra entre 0.4 y 0.8 se favorece la reacción debido a que se incrementa la movilidad de los reactivos, se solubilizan los metales catalizadores y se exponen nuevas superficies del alimento por el aumento de volumen causado por la hidratación.

Finalmente, a valores de aw > 0.8, la oxidación se inhibe por efecto de la hidratación y dilución de los metales y, en ciertos casos, por su precipitación como hidróxidos.

Estos son los principales parámetros que propician esta transformación, aunque existen otros, como es el caso de los sulfitos, cuya oxidación favorece la de los lípidos. Se puede observar que son muchos factores que aceleran esta reacción y que combinadamente tienen un efecto intenso. Se conoce que su mecanismo funciona a través de la producción de radicales libres y que tiene un gran numero de derroteros; sin

embargo, para efectos didácticos se considera que se lleva a cabo en tres etapas; iniciación, propagación y terminación.

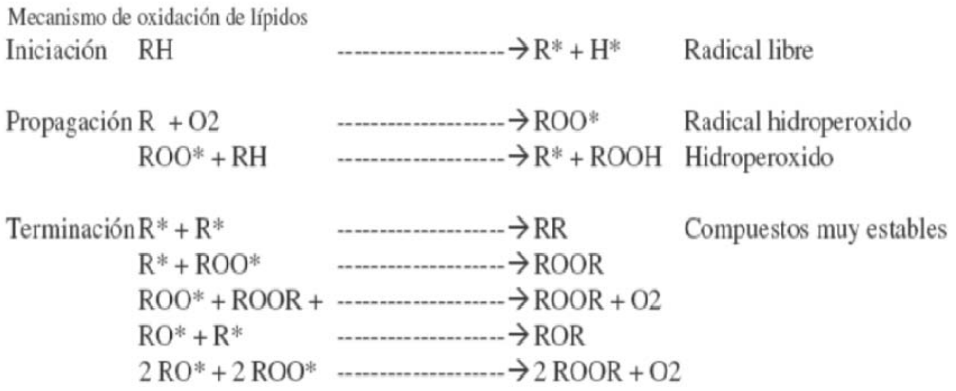


FIGURA 2.7 MECANISMO DE ACCIÓN DE LÍPIDOS

Como se observa en la siguiente figura , la etapa de propagación genera hidroperóxidos, que por ser muy reactivos, propician otras transformaciones, como su ruptura y la consecuente producción de nuevos radicales, que alimentan la reacción, su interacción con otras moléculas, etc.; todos estos mecanismos generan compuestos como hexanal, heptanal, octanal, nonanal, undecanal, 2-nonenal, 2-decenal, 2-undecenal, 3-hexenal, 4-decenal, 2,3-nonadienal, 2,4- decadienal, 1-buten-3-ona, y muchos otros que son los responsables de los olores típicos de las grasas que han sufrido la reacción de autoxidación.

Además de la autoxidación, los ácidos grasos, saturados o insaturados, pueden sufrir reacciones de descomposición cuando se someten a temperaturas elevadas, en presencia o en ausencia de oxigeno. La degradación de los saturados con oxigeno implica la formación de monohidroxiperóxidos, cuya ruptura produce sustancias de peso molecular bajo, responsables de ciertos olores característicos; algunas de estas son semejantes a las que se identifican en las reacciones de oxidación.

2.2.2 Métodos de estabilización, análisis crítico

Para evitar la rancidez hidrolítica del salvado de arroz, es indispensable inactivar la enzima lipasa, por medio de diferentes métodos que deben efectuarse inmediatamente después del pulimento del arroz. Esta operación se conoce como estabilización del salvado de arroz.

Para lograr la inactivación de las enzimas lipolíticas se han utilizado diferentes métodos tales como:

- Modificación de pH y tratamientos químicos

- Refrigeración
- Vapores de etanol
- Calor húmedo (extrusión, autoclave)
- Microondas
- Calor seco (Estufa)
- Calentamiento óhmico

Estabilización con calor seco

La utilización de calor seco es básicamente un proceso de secado del salvado de arroz, las temperaturas utilizadas son de 100-110°C y los tiempos varían entre 1 y 2 horas. Este proceso tiene la ventaja que es una operación sencilla y los equipos que se utilizan no son costosos, pero los tiempos son largos debido a que existe una baja conductividad térmica.

El salvado de arroz puede disminuir su calidad nutricional y el aceite obtenido es de color más oscuro y un problema que puede ocurrir es que puede existir actividad residual de la lipasa (Sayre, 1982).

Estabilización por calor húmedo

Es un método generalmente más efectivo que el calor seco, se han utilizado las siguientes tecnologías:

Extrusión con vapor

Es un proceso que combina diversas operaciones unitarias, como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeado (Miller, 1990). Es considerado como un método de alta temperatura-corto tiempo (Thymi, 2005), es una técnica de procesado continuo que permite una alta versatilidad en cuanto al contenido de humedad de las masas procesadas, su composición, la temperatura de trabajo, el rango de presiones que se utilizan y otras condiciones de operación (Guy, 2001).

El salvado de arroz sometido a este método de estabilización aumenta la densidad y el contenido de humedad disminuye en 5-8%, lográndose su estabilidad aproximadamente a los 3 minutos.

La extrusión puede generar inconvenientes debido a que aparecen colores oscuros producidos por las altas temperaturas, se puede producir inactivación incompleta de la enzima lipasa, como al proceso

se adiciona agua o vapor, se requiere secar el salvado con aire caliente después de la estabilización lo cual incrementa los costos (Orthoefer, 1995a, 2001).

Autoclave

Es un método muy utilizado, debido a que la enzima lipasa se inactiva completamente. Los tiempos de autoclavado varían de 3 a 20 minutos, las temperaturas utilizadas están por encima de 100°C (Kratzer y Payne, 1977) generándose modificaciones físico – químicas y nutricionales en el salvado de arroz.

Otro método usado es la estabilización por baño maría, mediante el uso de vapor de agua con tiempos y temperaturas controlados.

Otros métodos de estabilización:

La estabilización química o por refrigeración es usada para controlar la actividad de la lipasa y extender su vida útil. Las lipasas del salvado de arroz tienen un pH óptimo de 7,5 a 8; si el pH aumenta o disminuye así mismo decrece la actividad de esta enzima.

El salvado de arroz estabilizado por este método mostró que después de 51 días de almacenado los ácidos grasos libres se incrementaron de 3 a 9%, por ello concluyen que los métodos químicos no son muy eficientes en la estabilización del salvado de arroz, además de ser considerado un método no comercial.

Otro método es la utilización de metabisulfito de sodio, obteniéndose un producto seguro durante un mes y demostrándose que el rendimiento del aceite del salvado de arroz no disminuye (Azeemoddin, 1978). Otras sustancias químicas utilizadas en el método de estabilización química son: ácido clorhídrico y cloruro de calcio (Escamilla, 2006).

Otra alternativa es el uso de bajas temperaturas, las mismas que reducen el ritmo de la hidrólisis de las lipasas, la actividad se disminuye a estas temperaturas (0-4°C), pero una vez que se incrementa la temperatura se reanuda la actividad de la enzima, sin embargo almacenar el salvado de arroz bajo refrigeración genera un costo que limita la aplicación comercial (Orthoefer, 2001).

CAPÍTULO 3

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia Prima

La materia prima utilizada para la experimentación fue semilla de arroz (paddy). Existen 3 tipos de semillas, la semilla registrada es aquella que la provee el Gobierno a través del INIAP para que la empresa privada la multiplique. La semilla certificada es la que es producida por la empresa privada, la semilla reciclada es aquella que se siembra en la mayoría de los campos y es obtenida por los mismos productores en sus campos.

Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con sacos de semilla registrada para las variedades INIAP 14, 15, 17 y GO39839, donadas por esta entidad, las mismas que fueron sembradas y cosechadas en la Estación Experimental Boliche. El almacenamiento de estas semillas se efectuaba en cámaras de refrigeración a una temperatura promedio de 16 °C, la misma que garantiza la frescura del grano.

3.2 Preparación de las muestras

Se trabajó en conjunto con la Bolsa de Productos de Guayaquil, este laboratorio consta en la actualidad de equipos modernos obtenidos con el auspicio del gobierno de Japón a través del Proyecto 2KR. Estos equipos están en capacidad de determinar resultados garantizados de acuerdo a la Norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) debido a su alta tecnología.

Los análisis que se realizan permiten especificar en los granos y cereales los porcentajes de humedad, impurezas, granos contrastes, semillas objetables, granos partidos, infestaciones, granos rojos, granos yesosos, granos dañados por el calor, por insectos, por hongos y por otras causas, así como también determinar rendimientos de pilado e índice de pilado para el caso de arroz paddy y ensayo de germinación de semillas de granos y cereales.

Se obtuvo aproximadamente 45 Kg de semillas de arroz de cada variedad descrita anteriormente, se procedió a cuartear la muestra inicial y tomar aproximadamente 6 Kg, para llegar a la cantidad de salvado de arroz necesaria para empezar con la experimentación.

La primera etapa fue pasar las muestras de arroz por una máquina limpiadora a nivel de laboratorio, el objetivo de este equipo es separar todas las impurezas o cuerpos extraños del arroz en cáscara.

En esta etapa, las muestras fueron identificadas para posteriormente realizar la caracterización física-química, siendo:

TABLA 10

CODIFICACIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
B	Lugar de procedencia dela materia prima, Boliche.
A	Salvado de arroz
N4	INIAP 14
N5	INIAP 15
N7	INIAP 17
N8	GO39839
P	Fecha de pulido
U	Pulido 1
Z	Pulido 2
Y	Arroz en cáscara (Paddy)

La determinación de humedad se realizó una vez homogenizado el arroz en cáscara (Paddy), se tomó una muestra representativa para la medición en el equipo GAC2100.

Posterior a esto, se realizó el proceso de descascarillado; mediante el equipo descascarillador de arroz FC2K, el mismo que puede trabajar con muestras secas o con humedades hasta de 16%. El tiempo empleado para este proceso fue de aproximadamente 4 minutos.

En la etapa anterior se obtuvo arroz integral, el mismo que fue pulido en el equipo pulidor continuo o temporizado RICEPAL VP-32, este trabaja con muestras de 1000 gramos de arroz integral. Las características para su uso son: Pulimento: #3 y Abertura: #4.

Para este estudio se lo pulió 2 veces, debido a que no es necesario realizar un tercer pulido ya que el arroz cumplió con los grados de blancura para el consumo del país (37-38 Grados de Blancura).

El salvado obtenido fue colocado en fundas ziploc de congelación, cubierto con plástico y papel aluminio, fue transportado en una hielera a una

temperatura aproximada de 10 °C hasta el laboratorio donde se procedería a estabilizarlo.

3.3 Descascarillado y pulido

Para el proceso de descascarillado se usó el equipo FC2K, el mismo que trabaja con muestras secas o húmedas hasta 16% de humedad. Es un rápido descascarillador de pequeñas cantidades cuyo trabajo simula a las grandes descascarilladoras de las industrias de pilado.

FIGURA 3.1 DESCASCARILLADOR FC2K

Para el proceso de pulido, el equipo usado fue el Pulidor Continuo o Temporizado RICEPAL UP32, los resultados obtenidos con este equipo semejan a los de un pulidor comercial utilizado comúnmente en piladoras. Este equipo simula también el grado de pulimento con el que se desea trabajar, el salvado de arroz es recolectado automáticamente en la parte posterior del equipo mediante un ducto.

FIGURA 3.2 PULIDOR RICEPAL U32

Para determinar la blancura del arroz se utiliza un medidor de Blancura de arroz marca KETT C-300. Este equipo mide la blancura del arroz con el principio del índice de reflectividad de la superficie, la luz de una fuente es reflejada por la

superficie de la muestra y pasada a través de lentes y filtros para generar una corriente eléctrica. La cantidad de luz reflejada por la muestra creará una corriente eléctrica que podrá ser leída en el equipo.

FIGURA 3.3 MEDIDOR DE BLANCURA KETT C-300

3.3.1 Rendimientos del proceso

TABLA 11

RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE PULIDO

VARIEDAD	HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (Kg/hl)	TAMO (%)	ARROZ INTEGRAL (%)	ARROZ BLANCO (%)	SALVADO (%)	GRADOS DE BLANCURA
Iniap 14	14,63	27,1	54,4	20,6	79,12	71,64	6,91	37,4
Iniap 15	12,83	26,9	54	17,9	80,01	73,34	6,12	37,2
Iniap17	13,5	27,3	57,8	18,9	80,75	73,19	6,61	38,7
GO39839	14,8	26,1	47,56	22,8	76,5	64,31	10,97	35,7

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

3.4 Caracterización de fracciones de pulido de arroz

3.4.1 Análisis físico químico

El análisis físico químico se realizó de acuerdo a la normativa INEN de alimentos para animales, la misma que especifica parámetros a seguir en cuanto a análisis de Humedad, Cenizas, Proteína, Fibra cruda y Grasa.

Este análisis se realizó por métodos tradicionales usados por empresas que procesan alimentos balanceados, obteniendo así una caracterización del salvado de arroz.

3.5 Estabilización del salvado

3.5.1 Diseño Experimental

Inicialmente se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia de 0.05, para determinar si existen diferencias significativas entre los pulidos de las diferentes variedades con respecto a nuestra variable de interés que es el contenido de grasa, para así escoger las variedades que más contenido lipídico contengan y realizar el estudio de estabilización.

Se aplicó un diseño factorial general para consolidar el análisis de tratamientos aplicados y condiciones de almacenamiento descritas. Las variables que se tomarán en cuenta son las siguientes:

TABLA 12

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

		Descripción
Variables	Variedad de Arroz	Variedades utilizadas para el estudio: INIAP 15, INIAP 17
	Tratamiento Térmico	Calor Seco, Calor Húmedo, Sin tratamiento.
	T. y HR. de Almacenamiento	(32 °C, 67% HR.)-(16 °C, 43% HR.)
Variables de Respuesta	Porcentaje de Acidez	Especificación según Norma INEN, Máx. 3%
	Índice de peróxidos	Especificación según Norma INEN, Máx. 10 meq/kg de Oxígeno

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

Para fines de estudio, a las variables Tratamiento Térmico y Condiciones de Almacenamiento se las mencionará como sigue:

TABLA 13

CODIFICACIÓN DE VARIABLES PARA ESTADÍSTICA

Factores	Niveles	Código
Tratamientos térmicos	Calor seco	Tratamiento 1
	Vapor húmedo	Tratamiento 2
	Sin tratamiento	Tratamiento 3
Condiciones de almacenamiento	T. y HR. de Almacenamiento (32 °C, 67% HR.)	Almacenamiento 1(Costa)
	T. y HR. de Almacenamiento (16 °C, 43% HR.)	Almacenamiento 2 (Sierra)

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

3.5.2 Procedimiento

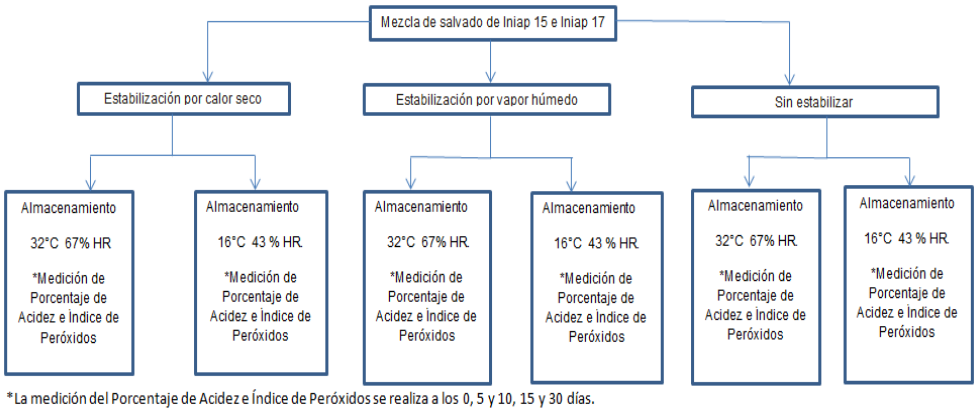


FIGURA 3.4 PROCEDIMIENTO DE EXPERIMENTACIÓN

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

Una vez listos los equipos para la estabilización, se colocó una fina capa de 0.5 cms. de la mezcla de salvado de arroz de las variedades INIAP 15 e INIAP 17, en un pirex y se expuso a vapor húmedo (Baño María) con una temperatura de 90°C por un tiempo de 3 minutos. Una vez terminado este proceso se colocaron muestras de 10 gramos en cajas Petri previamente rotuladas.

Así mismo, se colocaron 10 gramos de salvado en cajas Petri y se las expuso a calor seco generado por una estufa a 80°C por un tiempo de 2 horas. Terminado el proceso de estabilización, las muestras fueron almacenadas bajo 2 condiciones de temperatura y humedad relativa

simuladas con ayuda de una incubadora y una refrigeradora: 32°C 67% HR. y 16°C 43 % H.R respectivamente. Las humedades relativas se lograron con soluciones saturadas de sales. (VER ANEXO C).

Se propusieron estas temperaturas y humedades relativas para simular ambientes de la región costa y sierra de nuestro país, siendo almacenamiento 1 y 2 respectivamente. Se realizó un seguimiento cada 5 días mediante el análisis de acidez e índice de peróxidos, hasta completar 30 días de experimentación.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS

4.1 Resultados de la caracterización físico-química de las fracciones de salvado de arroz

Una vez realizada la caracterización físico-química de las variedades estudiadas (INIAP 14, 15, 17 y GO39839) mediante técnicas de laboratorio de acuerdo a la Norma INEN establecida para Salvado de Arroz, se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 14

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

	INIAP 14		INIAP 15		INIAP 17		GO39839	
	Pulido 1	Pulido 2	Pulido 1	Pulido 2	Pulido 1	Pulido 2	Pulido 1	Pulido 2
Grasa (%)	18,24	15,43	19,41	17,22	19,62	15,13	16,73	12,77
Proteína (%)	12,32	12,26	13,19	13,60	12,96	11,78	11,45	12,09
Humedad (%)	11,67	11,23	11,50	10,87	11,35	10,92	12,64	11,27
Cenizas (%)	11,04	9,10	10,48	9,51	9,41	8,97	6,65	5,43

*Los resultados mostrados son el promedio de los análisis realizados por triplicado detallados en los Anexos de esta investigación

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

En la siguiente figura se muestra el contenido graso para los pulidos de cada variedad estudiada, ya que se requiere seleccionar las variedades con mayor contenido lipídico.

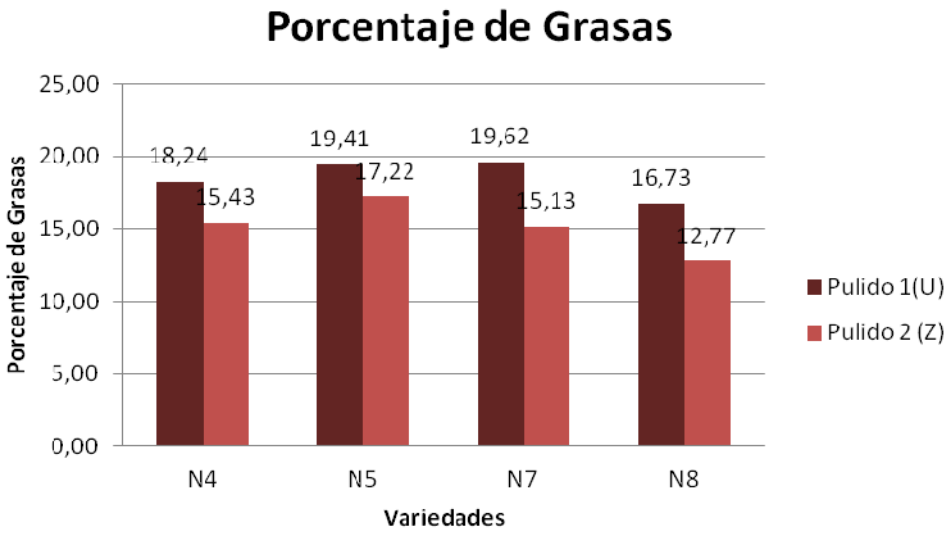


FIGURA 4.1 PORCENTAJE DE GRASA DE PULIDOS DE CUATRO VARIEDADES INIAP

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

TABLA 15

PORCENTAJE DE GRASA PROMEDIO PARA CADA VARIEDAD

VARIEDAD	CÓDIGO	PORCENTAJE DE GRASA PROMEDIO (%)
INIAP 14	N4	16.84
INIAP 15	N5	18.32
INIAP 17	N7	17.34
GO39039	N8	14.75

ELABORADO POR: SILVA y VIDAL, 2012

Se realizó un diagrama de cajas, el mismo que nos brinda una visualización gráfica del comportamiento de las medias aritméticas de las variedades de arroz con mayor contenido graso.

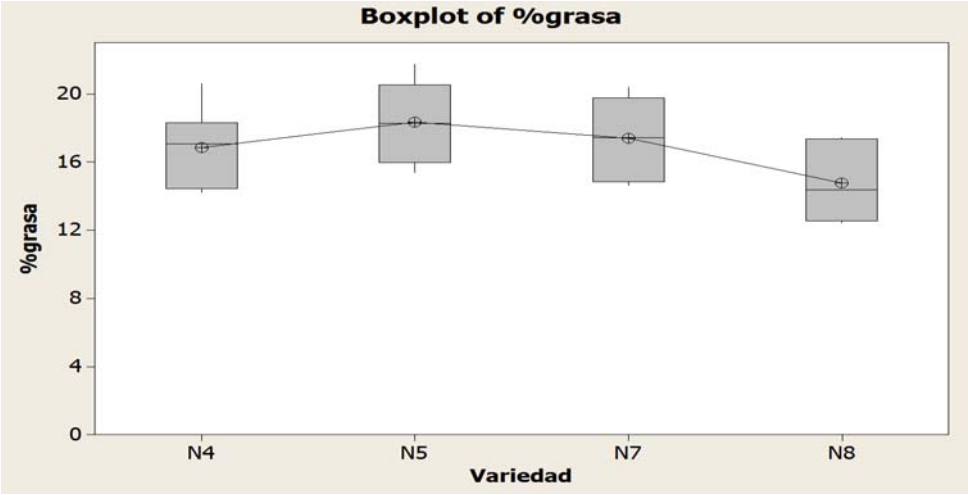


FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE CAJAS PARA EL PORCENTAJE DE GRASA

Con el fin de conocer que variedad de arroz escoger para el estudio y si es posible mezclar los pulidos, se realiza un análisis de varianza para los factores “Variedad” y “Pulido”.

Primero se analiza el factor Variedad, siendo:

Ho=No existe diferencia significativa en el contenido graso del salvado de las 4 variedades de arroz.

Hi=Existe diferencia significativa en el contenido graso del salvado de las 4 variedades de arroz.

General Linear Model: %grasa versus Variedad, Pulido

Factor	Type	Levels	Values
Variedad	fixed	4	N4, N5, N7, N8
Pulido	fixed	2	1, 2

Analysis of Variance for %grasa, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Variedad	3	41.063	41.063	13.688	5.68	0.006
Pulido	1	67.805	67.805	67.805	28.16	0.000
Error	19	45.748	45.748	2.408		
Total	23	154.616				

FIGURA 4.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FACTORES VARIEDAD Y PULIDO

Se obtuvo un valor p menor a 0.05, rechazo Ho, es decir que sí existe diferencia significativa entre el contenido graso de las 4 variedades.

Luego analizamos el factor Pulido, siendo:

Ho=No existe diferencia significativa en el contenido graso del salvado de ambos pulidos

Hi=Existe diferencia significativa en el contenido graso del salvado de ambos pulidos.

En la figura anterior se observa que para el factor “pulido” se tiene un valor p menor a 0.05, rechazo Ho, es decir que sí existe diferencia significativa entre pulidos, sin embargo para simular lo que ocurre en las piladoras, se mezclarán los pulidos para conformar la muestra.

Por último se desea saber cuáles son las variedades similares en su contenido graso, por esto mediante la prueba de tukey se concluyó que no existe diferencia significativa entre la variedades 15 y 17 que son las de mayor contenido graso, por lo cual se decide trabajar mezclando los pulidos de ambas variedades y conformar así una sola muestra.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Variedad	N	Mean	Grouping
N5	6	18.3	A
N7	6	17.4	A
N4	6	16.8	A B
N8	6	14.7	B

Means that do not share a letter are significantly different.

FIGURA 4.4 PRUEBA DE TUKEY PARA ANÁLISIS DE FACTOR VARIEDAD

4.2 Influencia del método de estabilización en el grado de deterioro del salvado de arroz.

Para evaluar la influencia del método de estabilización en el grado de deterioro del salvado de arroz, se realizó un diseño factorial general, trabajando con un 95% de confianza. El mismo que nos permite plantear hipótesis según el factor y la variable de respuesta, además se realizó un diagrama de cajas para observar la variabilidad del conjunto de datos, así como también la prueba de Tukey con el fin de comparar las medias aritméticas de los factores estudiados.

Empezamos con la variable de respuesta: ACIDEZ.

Siendo:

Ho: El método de estabilización no influye en el porcentaje de acidez de las muestras.

Hi: El método de estabilización influye en el porcentaje de acidez de las muestras.

General Linear Model: Acidez versus Tratamiento. Almacenamiento. Día

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	3	1. 2. 3
Almacenamiento	fixed	2	1. 2
Día	fixed	4	5. 10. 15. 30

Analysis of Variance for Acidez, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	2	28,195	28,195	14,097	100,67	0,000
Almacenamiento	1	145,579	145,579	145,579	1039,59	0,000
Día	3	36,284	36,284	12,095	86,37	0,000
Tratamiento*Almacenamiento	2	12,349	12,349	6,174	44,09	0,000
Tratamiento*Día	6	2,117	2,117	0,353	2,52	0,032
Almacenamiento*Día	3	2,030	2,030	0,677	4,83	0,005
Error	54	7,562	7,562	0,140		
Total	71	234,115				

S = 0,374212 R-Sq = 96,77% R-Sq(adj) = 95,75%

FIGURA 4.5 ANÁLISIS DE VARIABLE DE RESPUESTA "ACIDEZ" vs FACTORES "TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO, DÍA"

Con un p<0.05 rechazo Ho, es decir que el método de estabilización si influye en el porcentaje de acidez de las muestras analizadas.

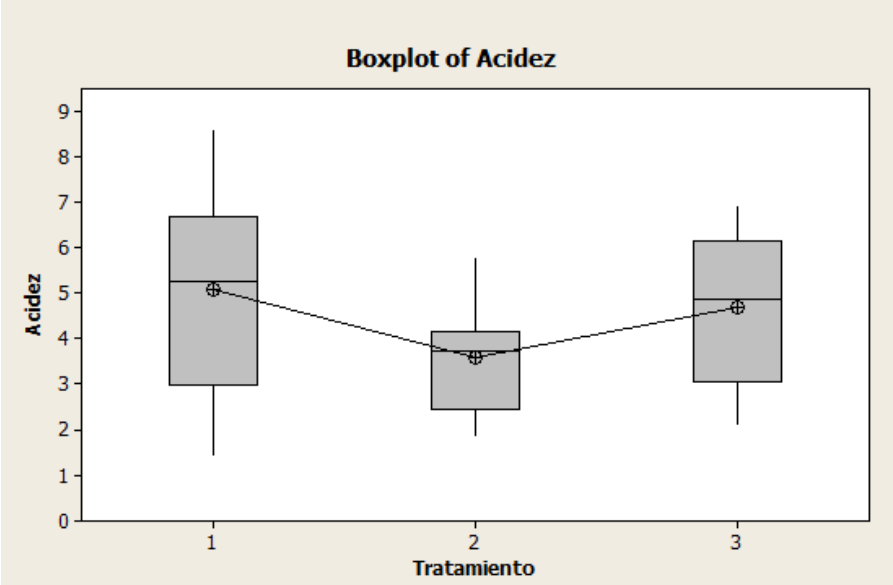


FIGURA 4.6 DIAGRAMA DE CAJAS "ACIDEZ vs TRATAMIENTO"

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	24	5,1	A
3	24	4,7	B
2	24	3,6	C

Means that do not share a letter are significantly different.

FIGURA 4.7 PRUEBA DE TUKEY PARA ANÁLISIS DE FACTOR "TRATAMIENTO" (ACIDEZ)

Ahora analizamos la variable de respuesta: ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

Ho: El método de estabilización no influye en el índice de peróxidos de las muestras.

Hi: El método de estabilización influye en el índice de peróxidos de las muestras.

Analysis of Variance for Peróxidos, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	2	43,2683	43,2683	21,6341	138,12	0,000
Almacenamiento	1	0,5366	0,5366	0,5366	3,43	0,070
Día	3	7,4522	7,4522	2,4841	15,86	0,000
Tratamiento*Almacenamiento	2	3,8646	3,8646	1,9323	12,34	0,000
Tratamiento*Día	6	18,1797	18,1797	3,0299	19,34	0,000
Almacenamiento*Día	3	3,1686	3,1686	1,0562	6,74	0,001
Error	54	8,4584	8,4584	0,1566		
Total	71	84,9283				

S = 0,395774 R-Sq = 90,04% R-Sq(adj) = 86,91%

FIGURA 4.8 ANÁLISIS DE VARIABLE DE RESPUESTA "PERÓXIDOS" vs FACTORES "TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO, DÍA"

Con un $p<0.05$ rechazo Ho, es decir que el método de estabilización si influye en el índice de peróxidos de las muestras analizadas.

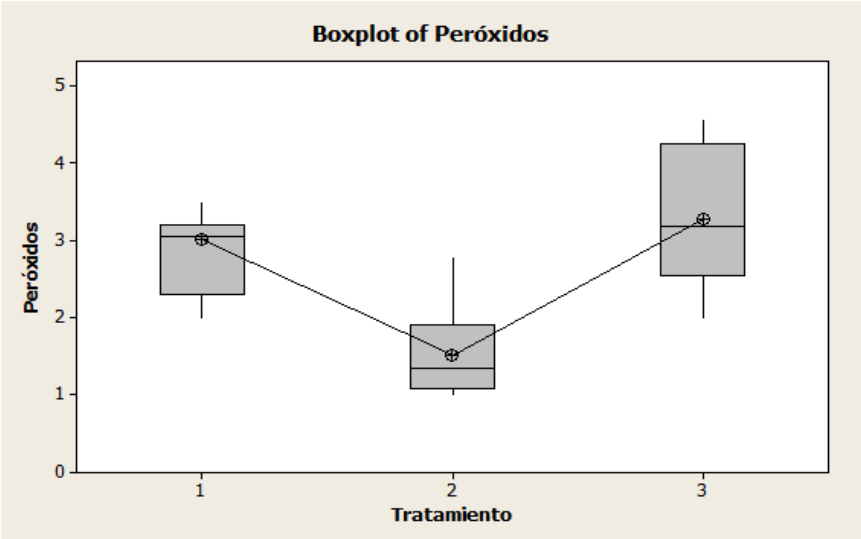


FIGURA 4.9 DIAGRAMA DE CAJAS "PERÓXIDOS vs TRATAMIENTO"

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
3	24	3,3	A
1	24	3,0	B
2	24	1,5	C

Means that do not share a letter are significantly different.

FIGURA 4.10 PRUEBA DE TUKEY PARA ANÁLISIS DE FACTOR "TRATAMIENTO" (PERÓXIDOS)

4.3 Influencia de las condiciones de almacenamiento en el grado de deterioro del salvado de arroz

Analizamos la variable de respuesta: ACIDEZ.

Siendo:

Ho: Las condiciones de almacenamiento no influyen en el porcentaje de acidez de las muestras.

Hi: Las condiciones de almacenamiento influyen en el porcentaje de acidez de las muestras.

En la figura 4.5 podemos observar que con un $p<0.05$ rechazo Ho, es decir que las condiciones de almacenamiento sí influyen en el porcentaje de acidez de las muestras.

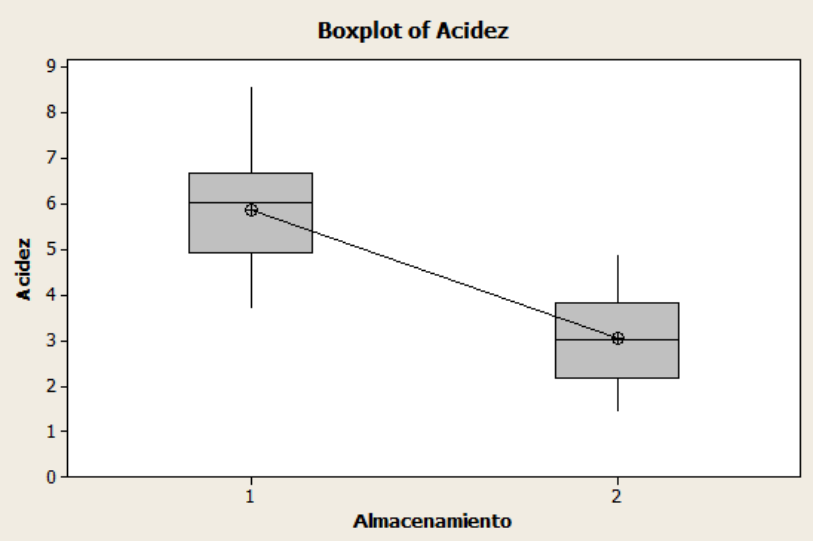


FIGURA 4.11 DIAGRAMA DE CAJAS "ACIDEZ vs ALMACENAMIENTO"

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Almacenamiento	N	Mean	Grouping
1	36	5,9	A
2	36	3,0	B

Means that do not share a letter are significantly different.

FIGURA 4.12 PRUEBA DE TUKEY PARA ANÁLISIS DE FACTOR "ALMACENAMIENTO" (ACIDEZ)

Ahora analizamos la variable de respuesta: ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Siendo:

Ho: Las condiciones de almacenamiento no influyen en el índice de peróxidos de las muestras.

Hi: Las condiciones de almacenamiento influyen índice de peróxidos de las muestras.

En la figura 4.8 se puede observar que con un p<0.05 rechazo Ho, es decir que las condiciones de almacenamiento sí influyen en el índice de peróxidos de las muestras.

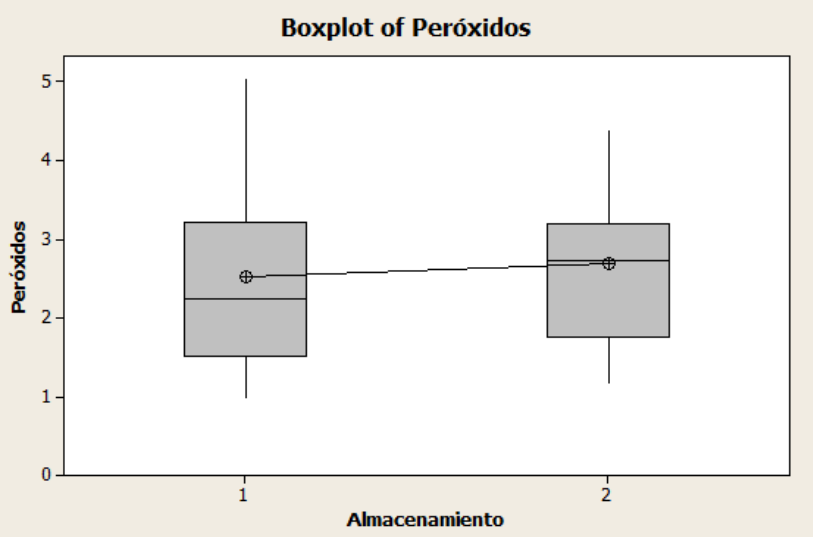


FIGURA 4.13 DIAGRAMA DE CAJAS "PERÓXIDOS vs ALMACENAMIENTO"

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Almacenamiento	N	Mean	Grouping
2	36	2,7	A
1	36	2,5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

FIGURA 4.14 PRUEBA DE TUKEY PARA ANÁLISIS DE FACTOR "ALMACENAMIENTO" (PERÓXIDOS)

A continuación se muestra de forma gráfica la interacción de los tres factores analizados para las dos variables de respuesta.

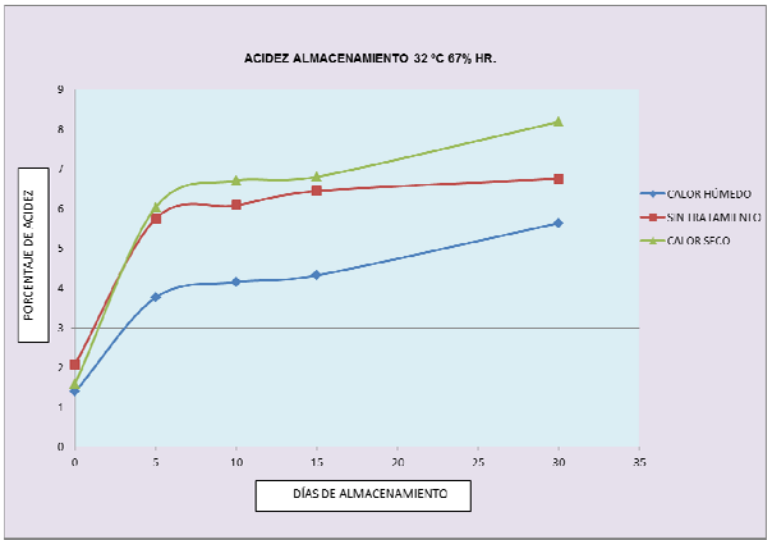


FIGURA 4.15 ACIDEZ vs DÍAS DE ALMACENAMIENTO 32 ºC 67% HR. (3 TRATAMIENTOS)

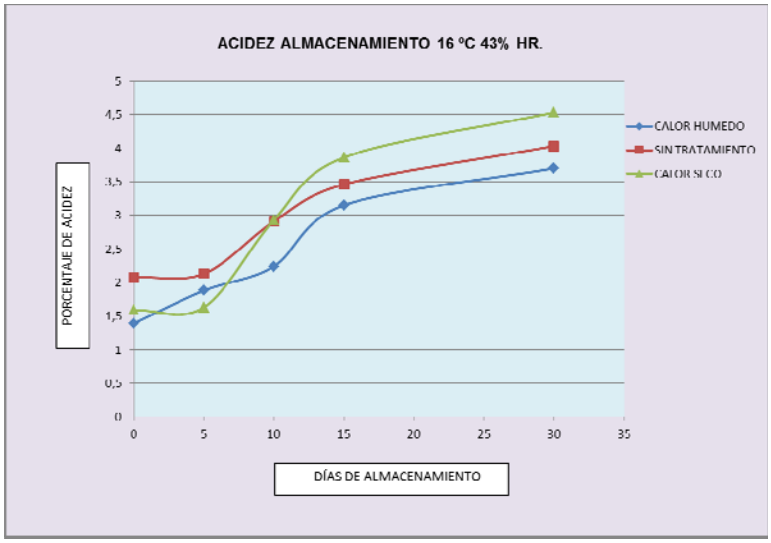


FIGURA 4.16 ACIDEZ vs DÍAS DE ALMACENAMIENTO 16ºC 43% HR. (3 TRATAMIENTOS)

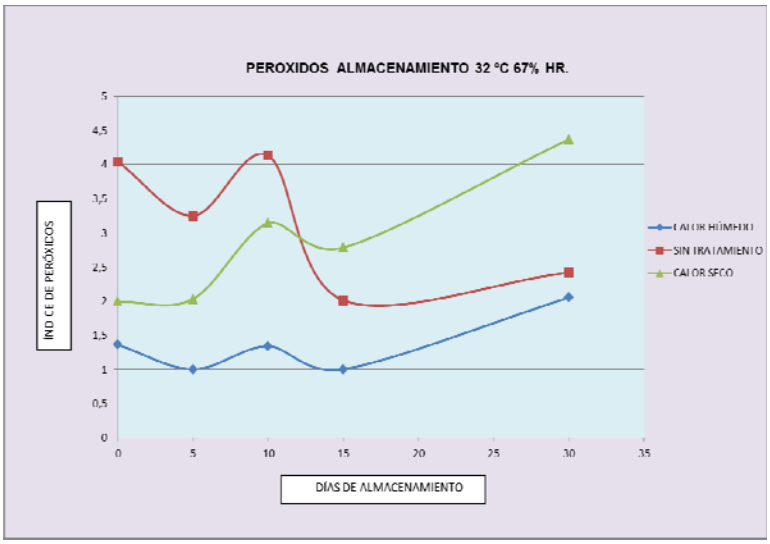


FIGURA 4.17 PERÓXIDOS vs DÍAS DE ALMACENAMIENTO 32° C 67% HR. (3 TRATAMIENTOS)

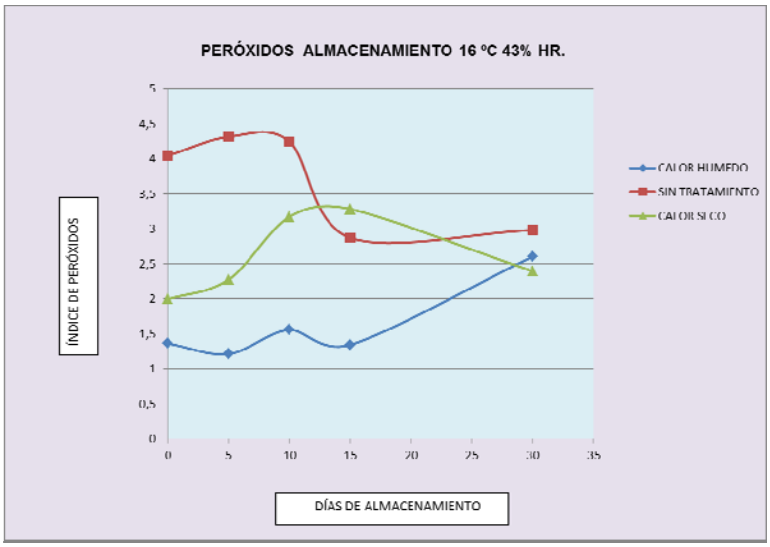


FIGURA 4.18 PERÓXIDOS vs DÍAS DE ALMACENAMIENTO 16° C 43% HR. (3 TRATAMIENTOS)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El salvado de arroz es un producto altamente inestable, se observó que una vez obtenido los pulidos la acidez era de un 2.08%, valor cercano a lo indicado en la norma (3% Máx).

El análisis estadístico de los valores de grasa indican que las variedades INIAP 15 e INIAP 17 no presentan diferencias significativas en este parámetro; sin embargo existe diferencia estadística entre las fracciones de pulido de ambas variedades. Por lo tanto, considerando aspectos de rendimientos y costos se decide trabajar mezclando las fracciones de pulido de las variedades escogidas.

De acuerdo con los análisis estadísticos realizados, con un valor $p < 0,05$ existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el tratamiento térmico y las condiciones de almacenamiento si influyen en el grado de deterioro del salvado de arroz.

El salvado de arroz estabilizado mediante el tratamiento (2) con vapor húmedo a 90ºC por 3 minutos y posterior almacenamiento a 16 º C y 43% HR, presentó menor grado de deterioro con un nivel de confianza del 95% en relación a su acidez por un periodo de 15 días; según lo establecido en la Norma Técnica INEN para polvillo de arroz.

Para el análisis de índice de peróxidos, de acuerdo a los tres tratamientos aplicados y las dos condiciones de almacenamiento establecidas, se obtuvo que todos los resultados se encuentran dentro de las especificaciones que manifiesta la Norma INEN (Max. 10 meq/Kg de Oxígeno) durante un periodo de 30 días. Sin embargo podemos concluir que los valores más satisfactorios se corresponden al tratamiento 2.

Según los resultados obtenidos en la experimentación, se podría retardar el deterioro del salvado de arroz si es almacenado a bajas temperaturas, condición que podría lograrse si se almacena en la región sierra.

Recomendaciones

Como se conoce la oxidación es responsable de la disminución en la calidad de los alimentos y del deterioro de macronutrientes y micronutrientes, asociados a los procesos de rancidez. Se recomienda analizar el uso de un antioxidante en polvo. La adición de un antioxidante bloquea la oxidación o peroxidación lipídica, suministrando un hidrógeno al primer radical libre formado y por lo tanto convierte nuevamente en el ácido graso original con su valor nutricional intacto; los más usados para alimentos balanceados susceptibles a la oxidación son: Ácido cítrico, ácido fosfórico, ethoxiquina, BHT, entre otros.

Se recomienda a futuro complementar este trabajo con un estudio en el cual se evalúe la factibilidad económica y logística para ser almacenado en un punto estratégico de la sierra ecuatoriana.

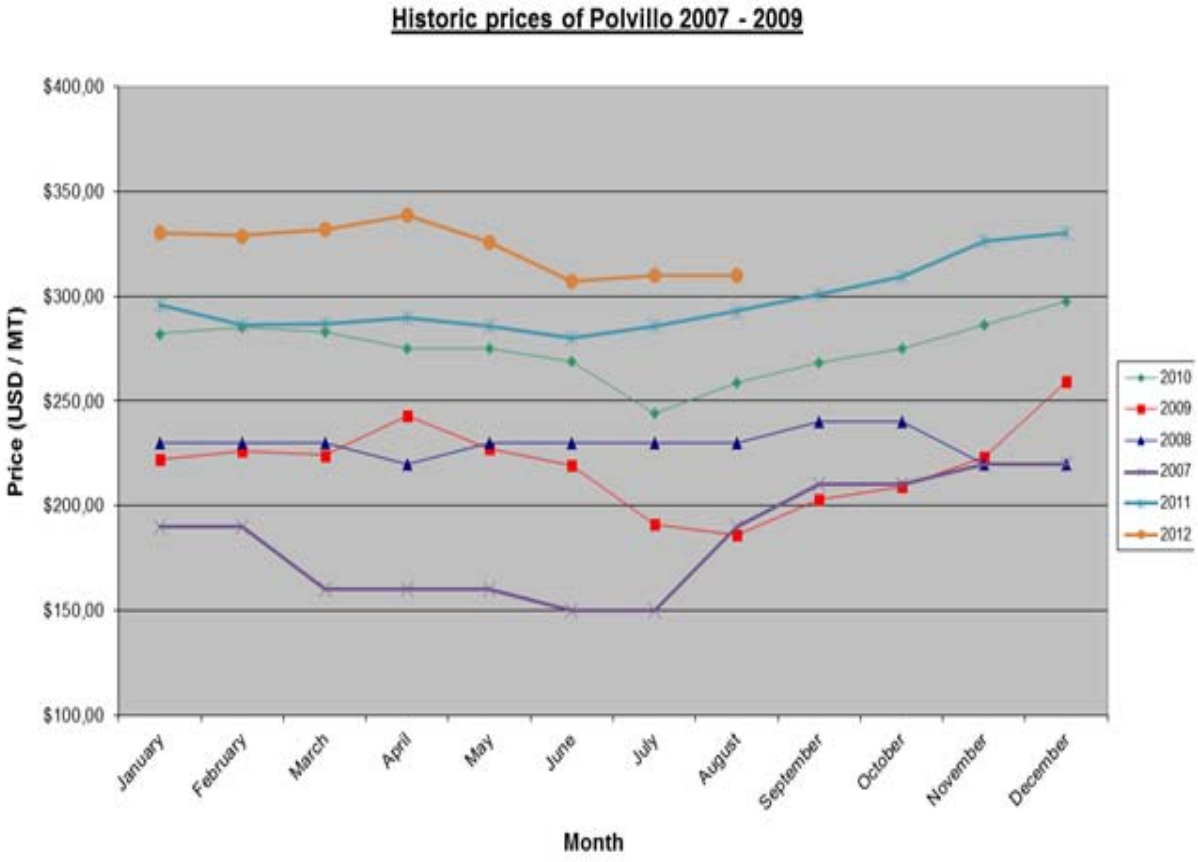
ANEXOS

ANEXO A

Price per Ton Polvillo						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007
January	$330,00	$295,54	$282,00	$222,00	$230,00	$190,00
February	$328,75	$286,36	$285,00	$226,00	$230,00	$190,00
March	$331,67	$286,74	$283,00	$224,00	$230,00	$160,00
April	$338,57	$289,81	$275,00	$243,00	$220,00	$160,00
May	$325,56	$285,49	$275,00	$227,00	$230,00	$160,00
June	$307,14	$280,09	$269,00	$219,00	$230,00	$150,00
July	$310,00	$285,72	$244,00	$191,00	$230,00	$150,00
August	$310,00	$292,71	$258,53	$186,00	$230,00	$190,00
September		$300,81	$268,13	$203,00	$240,00	$210,00
October		$309,45	$275,00	$209,00	$240,00	$210,00
November		$326,28	$286,00	$223,00	$220,00	$220,00
December		$330,00	$297,61	$259,00	$220,00	$220,00
Average	$215,14	$297,42	$274,86	$219,33	$229,17	$184,17

FUENTE: DPTO. DE COMPRAS AGRIPAC

ANEXO B



FUENTE: DPTO. DE COMPRAS AGRIPAC

RESULTADOS DÍA 0

MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	PROTEÍNA	%FIBRA	%GRASA	%CENIZA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
Sin Tratamiento - Día 0	MP29812STI	12,25%	0,6593	25,12	14,43%	6,88%	17,86% 18,59%	8,04%	2,06%	4,02
Calor Húmedo - Día 0	MP29812HI	14,65%	0,5588	25,13			18,30% 18,56%		1,37%	1,33
Calor Seco - Día 0	MP29812SI	3,60%	0,1617	25,07			17,96% 17,83%		1,59%	1,96

Duplicado

MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	PROTEÍNA	%FIBRA	%GRASA	%CENIZA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
Sin Tratamiento - Día 0	MP29812STI	12,29%	0,6593	25,12	14,41%	6,82%	17,77% 18,43%	8,01%	2,10%	4,06
Calor Húmedo - Día 0	MP29812HI	14,67%	0,5588	25,13			17,33% 18,44%		1,42%	1,38
Calor Seco - Día 0	MP29812SI	3,50%	0,1617	25,07			17,90% 17,93%		1,57%	2,01

Triplicado

MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	PROTEÍNA	%FIBRA	%GRASA	%CENIZA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
Sin Tratamiento - Día 0	MP29812STI	12,23%	0,6593	25,12	14,45%	6,85%	17,98% 18,32%	8,06%	2,08%	4,03
Calor Húmedo - Día 0	MP29812HI	14,66%	0,5588	25,13			18,46% 18,47%		1,37%	1,37
Calor Seco - Día 0	MP29812SI	3,46%	0,1617	25,07			17,79% 17,86%		1,60%	1,99

Promedio 3 mediciones anteriores

MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	PROTEÍNA	%FIBRA	%GRASA	%CENIZA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
Sin Tratamiento - Día 0	MP29812STI	12,26%	0,6593	25,12	14,45%	6,85%	17,87% 18,45%	8,04%	2,08%	4,04
Calor Húmedo - Día 0	MP29812HI	14,66%	0,5588	25,13			18,03% 18,49%		1,39%	1,36
Calor Seco - Día 0	MP29812SI	3,52%	0,1617	25,07			17,88% 17,87%		1,59%	1,99

RESULTADOS DÍA 5, 32ºC, 67% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR.	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIA	11,35%	0,5911	25,09 °C	17,42% 17,55%	5,88%	3,22
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIA	14,82%	0,5913	25,09 °C	18,02% 17,97%	3,75%	0,99
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIA	10,03%	0,6039	25,10 °C	18,00% 17,66%	6,02%	2,01

DUPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR.	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIA	11,21%	0,5911	25,09 °C	17,20% 17,55%	5,75%	3,25
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIA	14,87%	0,5913	25,09 °C	18,35% 18,29%	3,72%	0,99
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIA	9,66%	0,6039	25,10 °C	17,99% 17,98%	6,10%	2

TRIPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR.	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIA	11,18%	0,5911	25,09 °C	17,67% 17,55%	5,60%	3,29
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIA	14,79%	0,5913	25,09 °C	18,04% 18,12%	3,80%	1,03
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIA	10,05%	0,6039	25,10 °C	17,88% 17,94%	5,98%	2,07

Promedio 3 mediciones anteriores

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR.	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIA	11,25%	0,5911	25,09 °C	17,43% 17,55%	5,74%	3,25
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIA	14,83%	0,5913	25,09 °C	18,14% 18,13%	3,76%	1,00
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIA	9,91%	0,6039	25,10 °C	17,96% 17,86%	6,03%	2,03

RESULTADOS DÍA 5, 16ºC, 43% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIR	10,65%	0,5905	25,04° C	17,05% 17,06%	2,15%	4,25
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIR	13,33%	0,5576	25,08 °C	17,85% 18,09%	1,87%	1,18
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIR	11,20%	0,6827	25,01 °C	17,96% 17,98%	1,47%	2,25

DUPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIR	10,69%	0,5905	25,09 °C	17,03% 17,15%	2,12%	4,36
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIR	13,29%	0,5576	25,09 °C	17,95% 18,12%	1,90%	1,22
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIR	11,02%	0,6827	25,10 °C	17,96% 17,82%	1,52%	2,26

TRIPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIR	10,57%	0,5905	25,04° C	17,04% 17,06%	2,12%	4,32
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIR	13,20%	0,5576	25,08 °C	18,20% 17,95%	1,88%	1,23
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIR	10,98%	0,6827	25,01 °C	17,84% 17,86%	1,90%	2,29

Promedio 3 mediciones anteriores

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 5	MSTP29812STIIR	10,64%	0,5905	25,04° C	17,04% 17,09%	2,13%	4,31
	Calor Húmedo - Día 5	MP29812HIIR	13,27%	0,5576	25,08 °C	18,00% 18,05%	1,88%	1,21
	Calor Seco - Día 5	MP29812SIIR	11,07%	0,6827	25,01 °C	17,92% 17,89%	1,63%	2,27

RESULTADOS DÍA 10, 32ºC 67% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIA	11,60%	0,5982	25,02	17,08% 17,12%	6,07%	4,55
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIA	14,85%	0,5931	25,06	17,66% 17,69%	4,14%	1,33
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIA	10,80%	0,6058	25,11	18,00% 17,66%	6,69%	3,15

DUPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIA	11,52%	0,5982	25,02	17,12% 17,20%	6,06%	4,55
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIA	14,98%	0,5931	25,06	17,72% 17,75%	4,16%	1,36
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIA	10,82%	0,6058	25,11	17,98% 17,75%	6,72%	3,11

TRIPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIA	11,50%	0,5982	25,02	17,16% 17,21%	6,10%	3,29
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIA	14,87%	0,5931	25,06	17,73% 17,85%	4,15%	1,33
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIA	10,90%	0,6058	25,11	17,89% 17,94%	6,69%	3,15

			Promedio 3 mediciones anteriores					
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PEROXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIA	11,54%	0,5982	25,02	17,12% 17,18%	6,08%	4,13
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIA	14,90%	0,5931	25,06	17,70% 17,76%	4,15%	1,34
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIA	10,84%	0,6058	25,11	17,96% 17,78%	6,70%	3,14

RESULTADOS DÍA 10, 16ºC 43% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIR	10,82%	0,5902	25,06	17,71% 17,16%	2,93%	4,25
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIR	13,11%	0,6014	25,08	17,52% 17,72%	2,24%	1,53
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIR	10,77%	0,6514	25,04	17,18% 17,19%	2,94%	3,14

DUPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIR	10,77%	0,5902	25,06	17,73% 17,15%	2,95%	4,26
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIR	13,15%	0,6014	25,08	17,42% 17,54%	2,26%	1,55
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIR	10,74%	0,6514	25,04	17,22% 17,30%	2,96%	3,2

TRIPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIR	10,58%	0,5902	25,06	17,76% 17,52%	2,85%	4,22
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIR	13,22%	0,6014	25,08	17,52% 17,60%	2,22%	1,59
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIR	10,68%	0,6514	25,04	17,36% 17,38%	2,89%	3,16

Promedio 3 mediciones anteriores

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 10	MSTP29812STIIIR	10,72%	0,5902	25,06	17,73% 17,28%	2,91%	4,24
	Calor Húmedo - Día 10	MP29812HIIIR	13,16%	0,6014	25,08	17,49% 17,62%	2,24%	1,56
	Calor Seco - Día 10	MP29812SIIIR	10,73%	0,6514	25,04	17,25% 17,29%	2,93%	3,17

RESULTADOS DÍA 15, 32 ºC, 67% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PEROXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVA	11,26%	0,5911	25,09 °C	17,76% 17,54%	6,18%	1,99
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVA	10,70%	0,5913	25,09 °C	17,73% 18,37%	3,98%	0,988
	Calor Seco - Día 15	MP29812SIVA	10,11%	0,6039	25,10 °C	18,19% 18,31%	5,65%	2,49

DUPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVA	11,72%	0,5911	25,09 °C	17,39% 17,99%	6,73%	1,99
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVA	10,33%	0,5913	25,09 °C	19,13% 18,20%	4,25%	0,996
	Calor Seco - Día 15	MP23712SIVA	9,85%	0,6039	25,10 °C	17,40% 17,55%	6,19%	2,99

TRIPLICADO

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP23712STIVA	10,96%	0,5911	25,09 °C	17,58% 17,95%	6,41%	2,06
	Calor Húmedo - Día 15	MP23712HIVA	10,38%	0,5913	25,09 °C	18,06% 18,45%	4,73%	1,03
	Calor Seco - Día 15	MP23712SIVA	10,11%	0,6039	25,10 °C	17,89% 18,41%	8,56%	2,87

Promedio 3 mediciones anteriores

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP23712STIVA	11,31%	0,5911	25,09 °C	17,58% 17,83%	6,44%	2,01
	Calor Húmedo - Día 15	MP23712HIVA	10,47%	0,5913	25,09 °C	18,31% 18,34%	4,32%	1,00
	Calor Seco - Día 15	MP23712SIVA	10,02%	0,6039	25,10 °C	17,83% 18,09%	6,80%	2,78

RESULTADOS DÍA 15, 16 ºC 43% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVR	10,82%	0,5905	25,04° C	16,99% 17,05%	3,40%	2,98
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVR	14,87%	0,6688	25,08 °C	18,06% 18,03%	3,16%	1,49
	Calor Seco - Día 15	MP29812SIVR	11,34%	0,6827	25,01 °C	17,50% 18,49%	4,11%	3,47

	DUPLICADO							
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVR	10,54%	0,5911	25,09 °C	17,04% 17,12%	3,57%	2,67
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVR	14,88%	0,5913	25,09 °C	17,98% 18,12%	3,23%	1,26
	Calor Seco - Día 15	MP29812SIVR	10,03%	0,6039	25,10 °C	17,87% 17,99%	4,32%	3,21

	TRIPLICADO							
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVR	10,58%	0,5905	25,04° C	17,69% 18,02%	3,41%	2,97
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVR	14.90%	0,6688	25,08 °C	18,01% 17,69%	3,05%	1,26
	Calor Seco - Día 15	MP29812SIVR	10,40%	0,6827	25,01 °C	17,83% 17,55%	3,14%	3,15

			Promedio 3 mediciones anteriores					
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	EMPERATUR	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO (mEq/Kg)
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 15	MSTP29812STIVR	10,65%	0,5905	25,04° C	17,24% 17,40%	3,46%	2,87
	Calor Húmedo - Día 15	MP29812HIVR	14,88%	0,6688	25,08 °C	18,02% 17,95%	3,15%	1,34
	Calor Seco - Día 15	MP29812SIVR	10,59%	0,6827	25,01 °C	17,73% 18,01%	3,86%	3,28

RESULTADOS DÍA 30, 32 ºC 67% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIA	10,59%	0,5473	25,04 °C	17,44% 17.84%	6,89%	2,49
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIA	10,21%	0,5632	25,08	17,09% 17,84%	5,65%	1,99
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIA	9,48%	0,5475	25,10 °C	17,40% 17,91%	8,39%	4,92

DUPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE PERÓXIDO
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIA	10,34%	0,5473	25,04 °C	17,09% 17,56%	6,50%	2,45
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIA	10,09%	0,5632	25,08	17,06% 17,15%	5,46%	2,01
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIA	10,02%	0,5475	25,10 °C	18,01% 17,96%	7,91%	5,02

TRIPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIA	10,75%	0,5473	25,04 °C	17,37% 17,54%	6,87%	2,33
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIA	10,54%	0,5632	25,08	17,65% 17,66%	5,77%	2,16
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIA	9,87%	0,5475	25,10 °C	17,76% 17,90%	8,23%	4,98

Promedio 3 mediciones anteriores								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
INCUBADORA	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIA	10,56%	0,5473	25,04 °C	17,30% 17,55%	6,75%	2,42
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIA	10,28%	0,5632	25,08	17,27% 17,55%	5,63%	2,05
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIA	9,79%	0,5475	25,10 °C	17,72% 17,92%	8,18%	4,97

RESULTADOS DÍA 30, 16ºC 43% HR.

	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIR	10,99%	0,6222	25,08	17,98% 18,01%	3,99%	2,96
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIR	11,31%	0,6065	25,08 °C	17,50% 17,69%	3,59%	2,49
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIR	11,65%	0,6659	25.04	17,33% 16,97%	4,26%	2,48

DUPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIR	10,54%	0,6222	25,08	18,07% 18,13%	4,12%	3,14
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIR	10,98%	0,6065	25,08 °C	17,65% 17,88%	3,86%	2,55
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIR	11,23%	0,6659	25.04	18,04% 17,44%	4,45%	2,32

TRIPLICADO								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIR	10,76%	0,6222	25,08	17,88% 18,02%	3,99%	2,85
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIR	11,44%	0,6065	25,08 °C	17,84% 17,71%	3,66%	2,77
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIR	11,22%	0,6659	25.04	18,09% 17,66%	4,87%	2,36

Promedio mediciones anteriores								
	MUESTRA	CÓDIGO	%HUMEDAD	Aw	TEMPERATURA	%GRASA	ACIDEZ	INDICE DE
REFRIGERACIÓN	Sin Tratamiento - Día 30	MSTP23712STIIIR	10,76%	0,6222	25,08	17,98% 18,05%	4,03%	2,98
	Calor Húmedo - Día 30	MP23712HIIIR	11,24%	0,6065	25,08 °C	17,66% 17,76%	3,70%	2,60
	Calor Seco - Día 30	MP23712SIIIR	11,37%	0,6659	25.04	17,82% 17,36%	4,53%	2,39

ANEXO C

Relación entre temperatura y actividad de agua de soluciones de sales saturadas

°C	Water Activity						
	Cesium Fluoride	Lithium Bromide	Zinc Bromide	Potassium Hydroxide	Sodium Hydroxide	Lithium Chloride	Calcium Bromide
10	0.049 ± 0.016	0.071 ± 0.007	0.085 ± 0.007	0.123 ± 0.014	--	0.113 ± 0.004	0.216 ± 0.005
15	0.043 ± 0.014	0.069 ± 0.006	0.082 ± 0.006	0.107 ± 0.011	0.096 ± 0.028	0.113 ± 0.004	0.202 ± 0.005
20	0.038 ± 0.011	0.066 ± 0.006	0.079 ± 0.005	0.093 ± 0.009	0.089 ± 0.024	0.113 ± 0.003	0.185 ± 0.005
25	0.034 ± 0.009	0.064 ± 0.005	0.078 ± 0.004	0.082 ± 0.007	0.082 ± 0.021	0.113 ± 0.003	0.165 ± 0.002
30	0.030 ± 0.008	0.062 ± 0.005	0.076 ± 0.003	0.074 ± 0.006	0.076 ± 0.017	0.113 ± 0.002	--
35	0.027 ± 0.006	0.060 ± 0.004	0.075 ± 0.003	0.067 ± 0.004	0.069 ± 0.015	0.113 ± 0.002	--
40	0.024 ± 0.005	0.058 ± 0.004	0.075 ± 0.002	0.063 ± 0.004	0.063 ± 0.012	0.112 ± 0.002	--
	Lithium Iodide	Potassium Acetate	Potassium Fluoride	Magnesium Chloride	Sodium Iodide	Potassium Carbonate	Magnesium Nitrate
10	0.206 ± 0.003	0.234 ± 0.005	--	0.335 ± 0.002	0.418 ± 0.008	0.431 ± 0.004	0.574 ± 0.003
15	0.196 ± 0.002	0.234 ± 0.003	--	0.333 ± 0.002	0.409 ± 0.007	0.432 ± 0.003	0.559 ± 0.003
20	0.186 ± 0.002	0.231 ± 0.003	--	0.331 ± 0.002	0.397 ± 0.006	0.432 ± 0.003	0.544 ± 0.002
25	0.176 ± 0.001	0.225 ± 0.003	0.308 ± 0.013	0.328 ± 0.002	0.382 ± 0.005	0.432 ± 0.004	0.529 ± 0.002
30	0.166 ± 0.001	0.216 ± 0.005	0.273 ± 0.011	0.324 ± 0.001	0.362 ± 0.004	0.432 ± 0.005	0.514 ± 0.002
35	0.156 ± 0.001	--	0.246 ± 0.009	0.321 ± 0.001	0.347 ± 0.004	--	0.499 ± 0.003
40	0.146 ± 0.001	--	0.227 ± 0.008	0.316 ± 0.001	0.329 ± 0.004	--	0.484 ± 0.004
	Sodium Bromide	Cobalt Chloride	Potassium Iodide	Strontium Chloride	Sodium Nitrate	Sodium Chloride	Ammonium Chloride
10	0.622 ± 0.006	--	0.721 ± 0.003	0.757 ± 0.001	0.775 ± 0.005	0.757 ± 0.002	0.806 ± 0.010
15	0.607 ± 0.005	--	0.710 ± 0.003	0.741 ± 0.001	0.765 ± 0.004	0.756 ± 0.002	0.799 ± 0.006
20	0.591 ± 0.004	--	0.699 ± 0.003	0.725 ± 0.001	0.754 ± 0.004	0.755 ± 0.001	0.792 ± 0.004
25	0.576 ± 0.004	0.649 ± 0.035	0.689 ± 0.002	0.709 ± 0.001	0.743 ± 0.003	0.753 ± 0.001	0.786 ± 0.004
30	0.560 ± 0.004	0.618 ± 0.028	0.679 ± 0.002	0.691 ± 0.001	0.731 ± 0.003	0.751 ± 0.001	0.779 ± 0.006
35	0.546 ± 0.004	0.586 ± 0.022	0.670 ± 0.002	--	0.721 ± 0.003	0.749 ± 0.001	--
40	0.532 ± 0.004	0.555 ± 0.018	0.661 ± 0.002	--	0.710 ± 0.003	0.747 ± 0.001	--
	Potassium Bromide	Ammonium Sulfate	Potassium Chloride	Strontium Nitrate	Potassium Nitrate	Potassium Sulfate	Potassium Chromate
10	0.838 ± 0.002	0.821 ± 0.005	0.868 ± 0.004	0.906 ± 0.004	0.960 ± 0.014	0.982 ± 0.008	--
15	0.826 ± 0.002	0.817 ± 0.004	0.859 ± 0.003	0.887 ± 0.003	0.954 ± 0.010	0.979 ± 0.006	--
20	0.817 ± 0.002	0.813 ± 0.003	0.851 ± 0.003	0.869 ± 0.003	0.946 ± 0.007	0.976 ± 0.005	--
25	0.809 ± 0.002	0.810 ± 0.003	0.843 ± 0.003	0.851 ± 0.004	0.936 ± 0.006	0.973 ± 0.005	0.979 ± 0.005
30	0.803 ± 0.002	0.806 ± 0.003	0.836 ± 0.003	--	0.923 ± 0.006	0.970 ± 0.004	0.971 ± 0.004
35	0.798 ± 0.002	0.803 ± 0.004	0.830 ± 0.003	--	0.908 ± 0.008	0.967 ± 0.004	0.964 ± 0.004
40	0.794 ± 0.002	0.799 ± 0.005	0.823 ± 0.003	--	0.890 ± 0.012	0.964 ± 0.004	0.959 ± 0.004

adapted from Greenspan L. 1977. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. J Res Nat Bur Stand - A Phys Chem 81A:89-96.

ANEXO D

GRASAS						
MUESTRA	CÓDIGO	BALANFARINA		BALROSARIO	Promedio Mezcla de Pulidos	Desviación Estándar
Iniap14pulido1	N4UA	17,20%	16,93%	20,59%	16,84%	2,04
Iniap14pulido2	N4ZA	14,52%	14,23%	17,55%		1,84
Iniap15pulido1	N5UA	18,01%	18,51%	21,72%	18,32%	2,01
Iniap15pulido2	N5ZA	16,17%	15,39%	20,10%		2,52
Iniap17pulido1	N7UA	19,57%	18,94%	20,36%	17,38%	0,71
Iniap17pulido2	N7ZA	14,88%	14,63%	15,89%		0,67
IniapPromipuli1	N8UA	17,32%	17,43%	15,43%	14,75%	1,12
IniapPromipuli2	N8ZA	12,43%	12,58%	13,30%		0,47

PROTEÍNAS						
MUESTRA	CÓDIGO	BALANFARINA		BALROSARIO	Promedio Mezcla de Pulidos	Desviación Estándar
Iniap14pulido1	N4UA	12,55%	12,06%	12,35%	12,29%	0,25
Iniap14pulido2	N4ZA	12,42%	12,31%	12,05%		0,19
Iniap15pulido1	N5UA	13,57%	12,70%	13,31%	13,40%	0,45
Iniap15pulido2	N5ZA	14,25%	13,91%	12,64%		0,85
Iniap17pulido1	N7UA	13,21%	13,93%	11,75%	12,37%	1,11
Iniap17pulido2	N7ZA	12,04%	12,44%	10,85%		0,83
IniapPromipuli1	N8UA	11,25%	11,96%	11,13%	11,77%	0,45
IniapPromipuli2	N8ZA	12,37%	12,59%	11,31%		0,68

HUMEDAD						
MUESTRA	CÓDIGO	BALANFARINA		BALROSARIO	Promedio Mezcla de Pulidos	Desviación Estándar
Iniap14pulido1	N4UA	10,92%	10,98%	13,10%	11,45%	1,24
Iniap14pulido2	N4ZA	11,03%	10,76%	11,91%		0,60
Iniap15pulido1	N5UA	10,56%	10,77%	13,17%	11,18%	1,45
Iniap15pulido2	N5ZA	10,52%	10,27%	11,81%		0,83
Iniap17pulido1	N7UA	11,05%	11,14%	11,85%	11,13%	0,44
Iniap17pulido2	N7ZA	10,47%	10,78%	11,50%		0,53
IniapPromipuli1	N8UA	12,30%	11,93%	13,70%	11,96%	0,93
IniapPromipuli2	N8ZA	10,83%	11,18%	11,79%		0,49

BIBLIOGRAFÍA

- Abdul, A., Luan Y.S. Funtional properties of dietary fiber prepared form defatted rice bran. In: food Chemistry. 2000. p. 15-19.

- Aizono, Y., Funatsu, M., Hayashi, K., Inmasu, M., and Yamaguchi, M. Biochemical studies of rice bran lipase. Part II. Chemical properties. In: Agricultural Biological Chemistry. 1971. p. 1973-1979.

- Anil Kumar, H.G.; Khatoon, S.; Prabhakar, D.S., Effect of cooking of rice bran on the quality of extracted oil. In: Journal Food Lipids. 2006. p. 341-353.

- Badui, S., "Química de los alimentos." Editorial Pearson. Cuarta Edición. México: 2006. p. 283-287.

- Champagne, E.T., Hron, R.S. Stabilizing brown rice to lipolytic hydrolysis by ethanol vapors. In: Cereal Chemistry. 1992. p. 152-156.

- Cifuentes, A., Rojas, D., Movilización de lipasa Cándida rugosa en soporte de quitosano. Manizales. Trabajo de grado Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia. 2005.

- Escamilla, C.B., Varela, M.R., Sánchez, T.S., Solis, F.J., y Duran, B. Extrusion deactivation of rice bran enzymes by pH modification. In: Lipid science Technology. 2006. p. 871-876.

- Guy R., Extrusión de alimentos. Cuarta edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España: 2001. p. 50- 56.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 540 ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 544 ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 543 ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA CRUDA.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 542 ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 541 ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA MATERIA GRASA.

- INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÒN, NORMA TÈCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1690 ALIMENTOS ZOOTÉCNICOS. SUBPRODUCTOS DEL ARROZ. REQUISITOS.

- Orthorfer, F.T., “Rice bran oil: Processing considerations”. Paper presentado en: Oil Chemists Society`s Annual Meeting. Atlanta, USA. 1994.

- Orthoefer, F.T. Rice BranOil: Composition, production, nutrition and utilization. 2001. p. 151-158.

- Randall, J.M., Sayre, R. N., Schultz, W. G., Fong R.Y., Mossman, A.P., Tribelhorn, R. E., y Saunders, R.M. Rice Bran sensibilization by extrusion cooking for extraction of edible oil. Joural food science. 1985. p. 361-364,368.

- Shin, T.S., Godber, J.S., Martin, D.S., y Wells, J.H. Hydrolitic stability and changes in E vitamers and orizanol of extruded rice bran during storage. In: journal of food science. 1997. p. 707-708.

- Takano, K. Mechanism of lipid hydrolisis in rice bran. In Cereal Foods. 1993. p. 695-698.

FUENTES ELECTRÓNICAS

- Antioxidantes usados para alimentos balanceados. Consultado en línea 15 de Noviembre de 2012: http://www.dimune.com/web2/datos/ADITIVOS/BIOMIX/FT-BIONOX.pdf

- Chaparro, M., 2009, "Evaluación de la estabilización del salvado de arroz y extracción de su aceite por métodos convencionales y el uso de tecnologías.", Tesis de grado, Chía-Colombia, Universidad de La Sabana, pp. 8-21. Consultado en línea 14 de Noviembre de 2012:

  http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/2250/1/121841.pdf

- MAGAP, Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, "Rendimientos de cultivos transitorios". Consultado en línea 15 de Noviembre de 2012:
  http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/superficie-produccion-y-rendimiento/transitorios/transitorios

- Pacheco de Delahaye, E., Peña J., Jiménez P., Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela. 2009, "Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo" pp. 586. Consultado en línea 15 de Noviembre de 2012:
  http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2009/v26n4a2009583--598.pdf

- Pestana, Vanesa, Zambiazi, R., 2009, “Influencia del procesado industrial sobre las características químico-físicas y contenido en lípidos y antioxidantes del salvado de arroz”. Consultado en línea 28 de Octubre de 2012: http://.source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fgrasasyaceites.revistas.csic.es%2Findex.php%2Fgrasasyaceites%2Farticle%2Fdownload%2F565%2F579&ei=Vwu8UMZxiqLwBLOOgJgB&usg=AFQ

- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2010, “Estabilización y usos potenciales del salvado de arroz colombiano para su aprovechamiento Industrial sin afectar su calidad nutricional y funcional”, pp. 1-19. Consultado en línea 5 de Septiembre de 2012: http://201.234.78.28:8080/jspui/handle/123456789/1826

- Vargas, E., Aguirre, M., 2010, “Estabilización y usos potenciales del salvado de arroz Colombiano para su aprovechamiento industrial sin afectar su calidad nutricional y funcional”. Consultado en línea 11 de Noviembre de 2012: http://201.234.78.28:8080/jspui/handle/123456789/1826