



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Influencia del Proceso de Germinado del Arroz en Cáscara (*Oryza Sativa*) F50 sobre el Contenido Proteico y las Características Sensoriales”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentada por:

María Fernanda Romero Peña

Consuelo Isabel Robles Ureña

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2012

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, hermanos, familiares y amigos que siempre confiaron en mí y a todas las personas que ayudaron de alguna manera en el término de esta tesis.

María Fernanda Romero Peña

AGRADECIMIENTO

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

Consuelo Isabel Robles Ureña

DEDICATORIA

A mí querida familia, en especial a mis padres que son mi guía continua y amigos.

María Fernanda Romero Peña

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y amigos por su constante apoyo en los buenos y malos momentos durante esta investigación.

Consuelo Isabel Robles Ureña

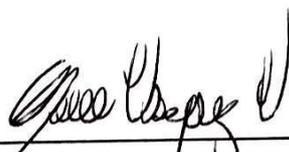
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Patricio Cáceres C.
DIRECTOR DE TESIS

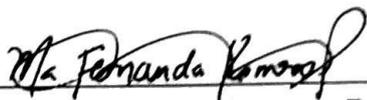


Ing. Grace Vasquez V.
VOCAL

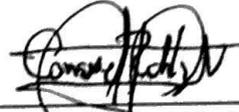
DECLARACIÓN EXPRESA

“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 Fernanda Romero Peña



Consuelo Isabel Robles Ureña

RESUMEN

El incremento de la población mundial ha influido en problemas alimenticios. En el Ecuador los alimentos especialmente proteicos han disminuido según el último perfil nutricional realizado por la FAO (2001) se registró una disminución en el suministro de proteínas a nivel nacional de 9,9% a 8,7%. Por esta razón hoy en día, es importante el estudio del aprovechamiento de fuentes proteicas y de tecnologías aplicadas que permitan dar valor agregado a materias primas como el arroz, variedad F50 cultivada por su mayor rendimiento productivo. Mediante el proceso germinativo la semilla desencadena una serie de cambios metabólicos como: síntesis proteica y la movilización de reservas que permite obtener productos con mayor valor nutricional para el consumo de la población.

El objetivo de este trabajo es obtener un arroz germinado con alto valor proteico, establecer un método del proceso óptimo de germinación, caracterizar el arroz germinado obtenido, describiendo las pruebas físico-químicas, pruebas microbiológicas, recomendar el empaque y las condiciones de almacenamiento.

Para este estudio se trabajó con arroz en cáscara F50, el proceso inició con la desinfección de la muestra utilizando hipoclorito de sodio concentración

5ppm en agua destilada. Las temperaturas a las que se trabajó son: 26 °C, 31 °C y 36 °C (± 1 °C). Se experimentó dos métodos de germinación: en placa y en remojo con una relación 1:1 (agua destilada: arroz en cáscara). Después de la experimentación se concluyó que con el método en placa la muestra germinaba de manera homogénea y se mantuvo fijo el proceso posterior hasta la obtención del producto final.

Para determinar el mejor tratamiento térmico de germinación, se realizaron dos pruebas para cada temperatura: 1.) El contenido proteico (%) mediante el método Kjeldahl, esta prueba se realizó por triplicado. 2.) La evaluación sensorial del arroz germinado cocido, el cual se valoró a través de pruebas afectivas donde se escogió a 30 panelistas no entrenados; siendo los datos analizados estadísticamente con el programa Minitab 16.

Al finalizar el estudio se obtuvo el detalle del proceso de germinación, equipos y estimación de la inversión para la línea de germinado para la variedad en estudio. Se espera con este trabajo dar una alternativa para la utilización de materias primas como es el caso del arroz, demostrando que es una opción viable y aportar valor agregado desde el punto de vista nutricional a un producto de consumo masivo en la población ecuatoriana.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Materia Prima.....	4
1.2 Alimentos Germinados.....	11
1.3 Proceso de Germinación.....	15
1.3.1 Metabolización de las Principales Reservas Durante el Proceso Germinativo.....	25
CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35

2.1	Diseño Experimental.....	35
2.1.1	Variables a Manipular.....	36
2.1.2	Variables Fijas.....	36
2.1.3	Variables de Respuesta.....	37
2.2.	Materiales.....	37
2.3	Metodología de Germinación.....	39
2.4	Métodos Analíticos del Arroz Germinado.....	43
2.5	Análisis Sensorial del Arroz Germinado.....	51
2.5.1	Pruebas Afectivas.....	51

CAPÍTULO 3

3.	RESULTADOS.....	56
3.1	Efecto de la Temperatura y Tiempo en el Contenido Proteico del Arroz Germinado.....	56
3.2	Análisis de Características Sensoriales del Arroz Germinado.....	65
3.3	Rendimientos del Proceso.....	70
3.3.1	Etapa de Germinación.....	71
3.3.2	Etapa de Aireado.....	71
3.3.3	Etapa de Descascarillado.....	72

3.4	Caracterización del Arroz Germinado.....	72
3.4.1	Pruebas Físico-Químicas.....	72
3.4.2	Pruebas Microbiológicas.....	74
3.5	Requerimiento de Empaque y Almacenamiento.....	75

CAPÍTULO 4

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GERMINADO

4.1	Detalle del Proceso.....	77
4.1.1	Diagrama de Flujo.....	81
4.2	Equipos.....	82
4.2.1	Escalado.....	101
4.2.2	Lay Out de la Línea de Germinación.....	110
4.3	Estimación de la Inversión.....	113

CAPÍTULO 5

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
----	-------------------------------------	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Tm	Tonelada métrica
Ha.	Hectárea
Ton.	Tonelada
mm.	Milímetro
AG	Ácidos grasos
MPa	Megapascal
ml.	Mililitro
pH	Potencial del hidrógeno
h.	Hora
°C	Grados centígrados
ppm	Parte por millón
Kg.	Kilogramo
l.	Litro
g	gramo
cc.	centímetros cúbicos

SIMBOLOGÍA

PIB	Producto interno bruto
CAN	Comunidad Andina de Naciones
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
CORPCOM	Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador
ATP	Adenosin Trifosfato
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ARN	Ácido ribonucleico
LEA	Proteínas Late Embryogenesis Abundant
PCA	Plate Count Agar PDA PatataDextros Agar
NPM	Número más probables
EMB	Eosina azul de metilo
AIA	Ácido indol-acético

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Arroz..... 4
Figura 1.2	Ecuador. Estacionalidad de la producción de arroz..... 8
Figura 1.3	Diferentes Tipos de Envases Germinadores Caseros..... 12
Figura 1.4	Curva de Absorción de Agua de las Semillas y las Actividades Metabólicas Asociadas con las Diferentes Fases. 17
Figura 1.5	Influencia de la Inducción de la Síntesis de Giberelina (AG)..... 24
Figura 1.6	Cariopside de Arroz y su Estructura..... 26
Figura 1.7	Formación de Carbohidratos a partir de Ácidos Grasos Mediante El Ciclo de Glioxilato..... 32
Figura 2.1	Método de germinación en Remojo..... 41
Figura 2.2	Método de germinación en placa..... 42
Figura 2.3	Descascarador THP-3.43
Figura 2.4	Medidor de humedad en granos AG-QMT..... 46
Figura 2.5	Ficha Técnica – Escala Hedónicas..... 52
Figura 2.6	Condiciones de Evaluación Sensorial..... 55
Figura 3.1	Diagrama de barras cilíndricas de los resultados de % de proteína a 26°C..... 57
Figura 3.2	Diagrama de barras cilíndricas de los resultados de % de proteína a 31°C.....58
Figura 3.3	Diagrama de barras cilíndricas de los resultados de % de proteína a 36°C..... 59
Figura 3.4	Diagrama de barras cilíndricas con datos agrupados del porcentaje proteico de germinación de las muestras..... 59
Figura 3.5	Resultados de anova, observaciones vs. Temperatura..... 61
Figura 3.6	Gráfica de caja de observaciones.....62
Figura 3.7	Grafica de la prueba de normalidad.....63
Figura 3.8	Gráfica de dispersión de residuos vs. Ajustes.....63
Figura 3.9	Prueba de igualdad de varianzas.....64
Figura 3.10	Prueba de igualdad de varianzas para panelistas..... 67
Figura 3.11	Gráfica de dispersión de panelista vs. 492.....68
Figura 3.12	Gráfica de dispersión de panelista vs. 873.....68

Figura 3.13	Gráfica de dispersión de panelista vs. 105.....	69
Figura 3.14	Histograma de 492; 873; 105.....	69
Figura 4.1	Método de Germinación en Placa a Temperatura Ambiente de 26°C.....	79
Figura 4.2	Método de Germinación en Placa a Temperatura Controlada 36°C.....	79
Figura 4.3	Arroz Germinado Descascarado.....	80
Figura 4.4	Diagrama de flujo de la experimentación.....	81
Figura 4.5	Tecmaq. Zarandas vibratorias ZL363.....	82
Figura 4.6	Satake Corporation. Despedregadora SGA5B-T.....	84
Figura 4.7	Rumed. Mesa germinadora JACOBSE 5301.....	86
Figura 4.8	SNack MACHINERY. Secador lecho fluidizado DRH-6S.....	88
Figura 4.9	Descascaradora HR IO55-2.....	90
Figura 4.10	Separador de paddy PS400D-L.....	93
Figura 4.11	Separadora de granos verdes RMGS N280.....	95
Figura 4.12	Plan sifter. ST-1034R-T.....	96
Figura 4.13	Tolva de envasado SFI100GA-T.....	98
Figura 4.14	Satake Corporation. Envasadora y etiquetadora.....	100
Figura 4.15	LAY OUT de la Línea de Arroz Germinao.....	111
Figura 4.16	LAY OUT de la Línea de Arroz Germinado Identificación de las Áreas por Colores.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Producción Arroceras en el Ecuador.....	6
Tabla 2	Costos de producción.....	7
Tabla 3	Provisión de semillas de arroz.....	10
Tabla 4	Variedades de semillas en el Ecuador.....	11
Tabla 5	Variedad de semillas- no romojo.....	12
Tabla 6	Variedad semillas - medio día en remojo.....	13
Tabla 7	Variedad semillas – noche entera en remojo.....	13
Tabla 8	Variedad semillas - una noche y medio día.....	14
Tabla 9	Número de Genes Implicados en la Elongación Celular Durante La Germinación de Semillas de Arabidopsis.....	22
Tabla 10	Características de los Compuestos de Reserva en Varias Especies que Acumulan Principalmente Aceite.....	30
Tabla 11	Condiciones de granos con defectos.....	45
Tabla 12	Condiciones de operación del medidor de humedad AG-QMT....	47
Tabla 13	Condiciones de operación del medidor de humedad AG-QMT...	47
Tabla 14	Relación tiempo-temperaturas de germinación.....	56
Tabla 15	Porcentaje proteico a 26 °C.....	57
Tabla 16	Porcentaje proteico a 31 °C.....	58
Tabla 17	Porcentaje proteico a 36 °C.....	58
Tabla 18	Resultados estadísticos de las muestras germinadas.....	60
Tabla 19	Datos arrojados por anova en la prueba de contraste.....	61
Tabla 20	Evaluación sensorial del arroz germinado.....	65
Tabla 21	Resultados estadísticos.....	70
Tabla 22	Rendimientos de operación.....	73
Tabla 23	Rangos para determinación de clase.....	73
Tabla 24	Resultados Físicos-Químicos.....	73
Tabla 25	Prueba del Pilado.....	74
Tabla 26	Resultados de las Pruebas Microbiológicos.....	75
Tabla 27	Condiciones de Operación de las Zarandas Vibratorias ZL363.....	83

Tabla 28	Condiciones de operación de la despedregadora SGA10B-T.....	85
Tabla 29	Condiciones de operación de la mesa germinadora JOCOBSE 5301.....	86
Tabla 30	Condiciones de operación del secador lecho fluidizado DRH-6S.....	88
Tabla 31	Condiciones de operación de la descascaradora HR IO55-2.....	91
Tabla 32	Condiciones de operación del separador de paddy PS400D-L....	93
Tabla 33	Condiciones de operación de la separadora de granos verdes RMGS 280	95
Tabla 34	Condiciones de operación del plan sifter ST-1034R-T.....	97
Tabla 35	Condiciones de Operación de Tolva de Envasado SF1100GA-T...	98
Tabla 36	Condiciones de Operación de Envasadora y Etiquetadora.....	100
Tabla 37	Proyección y Demanda.....	101
Tabla 38	Costo de Mano de Obra.....	102
Tabla 39	Costo de Maquinaria.....	103
Tabla 40	Servicios Básicos.....	104
Tabla 41	Valor Unitario de la Materia Prima.....	104
Tabla 42	Costos de Embalaje.....	104
Tabla 43	Cantidad de Materia Prima	105
Tabla 44	Costos fijos.....	105
Tabla 45	Costos Variables.....	106
Tabla 46	Precio del producto en mercado.....	106
Tabla 47	Proyección de ingresos.....	107
Tabla 48	Flujo de caja.....	108
Tabla 49	Tir Y Van.....	109
Tabla 50	Estimación de la Inversión Inicial.....	112

INTRODUCCIÓN

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

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

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

Los germinados representan el punto de mayor vitalidad en la vida de la planta. Durante el germinado, la cantidad de vitaminas y de enzimas aumenta drásticamente, al mismo tiempo los almidones se convierten en azúcares simples, las proteínas se convierten en aminoácidos y peptonas y las grasas se separan en ácidos grasos libre [2]. Por lo tanto, el proceso del germinado pre-digiere los nutrientes de la semilla, haciéndola más fácil de asimilar y metabolizar. Además se lleva a cabo la síntesis de nuevas sustancias como la vitamina C y la clorofila. Asimismo la eliminación de los factores antinutritivos que se encuentra en las semillas, especialmente en las leguminosas como: las hemaglutininas, el ácido fítico y los inhibidores de las proteasas. Esto explica por qué los granos y las leguminosas, los cuales son alergénicos comunes, generalmente no

causan alergias cuando se han germinado.

Los germinados se pueden consumir crudos, semicrudos y cocidos como en el caso del arroz que poseen propiedades curativas por ejemplo: estimulan los procesos digestivos, regeneran la flora intestinal, actúan como antioxidantes, son depurativos y remineralizantes [3].

El arroz en el Ecuador es importante para el sector agropecuario ya que es un factor en el desarrollo económico del país. Según cifras oficiales al 2009, representó el 9% (USD 2'076,144 millones) del PIB en términos reales. A su vez, el arroz ha sido un componente clave, debido a que es uno de los cultivos más extensos a nivel nacional con alrededor de 382,880 hectáreas sembradas. La producción de esta materia prima depende: de la estación climática, las zonas de cultivo y los grados de tecnificación. Además, debido a las características climatológicas la producción se suele dividir en dos ciclos: invierno y verano [4].

En la industria alimentaria el arroz se ha usado de manera habitual por su contenido nutricional y además por la frecuencia de consumo diario de los habitantes.

1.1 Materia prima



FIGURA 1. 1 ARROZ

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, existieron rutas por las cuales se introdujo este producto de Asia al mundo. Existen 2 especies cultivadas la variedad asiática y la africana. Ambas han sufrido su propio camino de domesticación.

En la variedad asiática se han seleccionado y buscado granos de mayor tamaño hasta obtener la especie *Oryza sativa*, que dio origen a tres razas diferentes: Índica, Japónica y Javánica. Los actuales cultivos de *Oryza sativa* se obtienen a través de cruzamientos y combinaciones interraciales y se distribuyen por todo el mundo. La variedad africana,

Oryza glaberrina, que presenta una menor diversidad, se obtuvo a partir de dos especies silvestres [5].

La producción arrocerá en Ecuador se desarrolló como resultado de la crisis cacaotera de los años veinte del siglo pasado. La producción se expande aun 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 [6].

El III Censo Nacional Agropecuario reveló que existen 63.652 fincas dedicadas a la actividad agropecuaria con extensiones menores a 20 hectáreas, es decir el 80% de fincas dedicadas a esta actividad pertenecen a pequeños productores que abarcan el 50% de la superficie total ocupada en la producción de arroz y generan el 49% de la producción total a nivel nacional.

En la siguiente tabla 1 se presenta la producción arrocerá en el Ecuador.

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, 2010.

En cuanto a la producción arrocera en el país, la provincia con mayor producción es Guayas seguida de Los Ríos, se presenta en (Anexo Tabla A) el detalle numérico de las áreas cosechadas y la producción respectiva de los años 2008 y 2009.

Sistemas de producción

En el Ecuador hay distintos métodos para cultivar arroz por lo que los rendimientos son diversos:

Tecnificados.- que por lo general son puestos en práctica por los grandes productores que aplican todas las técnicas adecuadas de producción. Los rendimientos en este sistema llegan hasta las 7 Tm. por ha.

Semitecnificadas.- son producciones promedias entre 3 a 4 Tm. por ha.

No tecnificadas.- llegan a producciones de 3 y hasta menos T. por ha.

Los costos de producción varían dependiendo del sistema de producción aplicado, en la siguiente tabla 2 se presentan la relación.

TABLA 2
COSTOS DE PRODUCCIÓN

Sistema de Producción	Costo US\$.
Tecnificado	1,207.07
Semi Tecnificado	1,169.49
No Tecnificado, Tradicional (secano)	872.08
No Tecnificado o Tradicional (poza)	779.17

Fuente: MAGAP. Dirección Provincial Agropecuaria del Guayas, 2010.

Estacionalidad de la Producción

Hay dos ciclos muy marcados en la producción arroceras Ecuatoriana.

El más importante de los ciclos es el de invierno el que origina picos de

producción en los meses de Abril y Mayo, periodo en el que se genera el 46% de la producción y los excedentes exportables.

El segundo ciclo en importancia se registra en los meses de Octubre a Noviembre en que se produce un 32% del total anual. El restante 22% corresponde a las cosechas de Enero a Marzo y Junio a Septiembre. En la (Fig. 1.2) se muestra la estacionalidad de la producción del arroz.

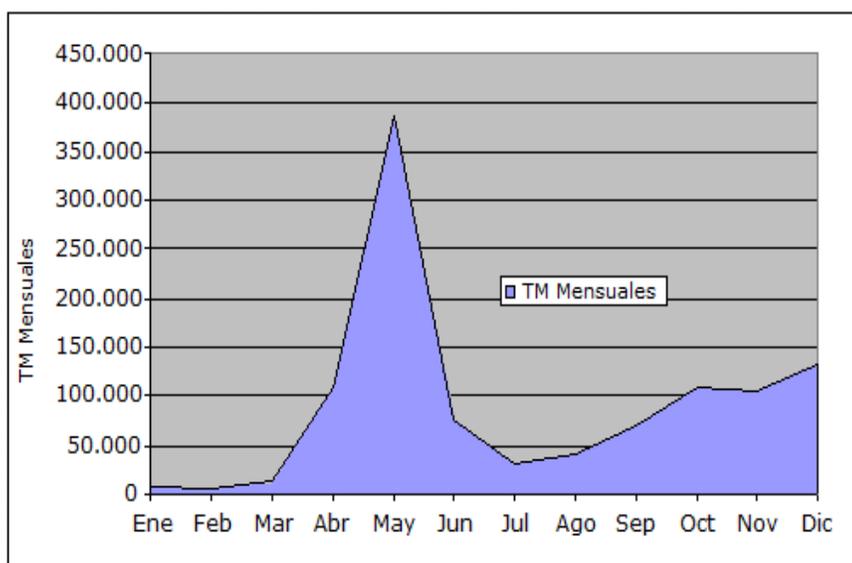


FIGURA 1.2 ECUADOR. ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ, PROYECTO SICA-MAGAP.

Tipo de semilla utilizada

En el Ecuador el Estado a través del Instituto de Investigaciones (INIAP), obtiene semilla registrada y entrega a las empresas privada, luego estas se multiplican y venden a los productores.

Los productores medianos y grandes comparten el uso de semilla certificadas y seleccionadas; los pequeños productores que son aquellos que siembran de 1 a 20 has. Utilizan semillas recicladas constituyendo el 75% de la producción nacional.

Es importante la producción de arroz para determinar el uso de las semillas certificada; con la cual los pequeños productores siembran hasta el 12% del total de la superficie, en medianos productores el uso de este tipo de semilla es del 20% de toda la superficie sembrada y en extensiones mayores a 100 has. es un considerable 48%.

Semillas

Los productores utilizan los siguientes tipos de semillas:

Registrada.- Es la que provee el Gobierno Ecuatoriano a través del INIAP para que la empresa privada lo multiplique.

Certificada.- Las producen las empresas privadas.

Seleccionada.- Algunos agricultores seleccionan las semillas en sus mismos campos.

Reciclada.- Es la que se siembra en la mayoría de los campos y es obtenida por los mismos productores [7].

A continuación la tabla 3 muestra la provisión de semillas de arroz

TABLA 3
PROVISIÓN DE SEMILLAS DE ARROZ

CALIDAD	PROVEEDOR
Registrada	INIAP
Certificada	EMPRESAS
Seleccionada	Empresas/agricultor
Reciclada	Agricultores

Fuente: CORPCOM, 2010.

A continuación la tabla 4 muestra las variedades de semillas en el Ecuador

TABLA 4
VARIEDADES DE SEMILLAS EN EL ECUADOR

VARIEDADES	PROVEEDOR
INIAP 415, INIAP 14,15,16	ESTADO-INIAP
F-50,F-21, SGO-667,S-FL09	PRONACA
VARIEDADES DE INIAP	AGRIPAC
CAPIRONA	AGRICULTORES

Fuente: CORPCOM, 2010.

Las características del arroz F50 es: posee grano largo y fino; es más resistente y productivo, de esta manera se producen granos de mayor calidad y con ciclos de producción más cortos [8].

1.2 Alimentos germinados

Las personas que acostumbrar comer alimentos germinados generalmente los obtienen mediante métodos caseros. Habitualmente escogen un tarro de cristal grande de boca ancha la cual está cubierta con gasa o trozo de tul que se encuentra sujeta por una goma elástica como se presenta en la Fig. 1.3.



FIGURA 1.3 DIFERENTES TIPOS DE ENVASES GERMINADORES CASEROS

La primera noche las semillas quedan cubiertas con agua, el tiempo de remojo depende de la variedad para tener una referencia, a continuación se presenta en las tablas 5, 6, 7 y 8 la relación del tiempo de remojo y la variedad.

**TABLA 5
VARIEDAD DE SEMILLAS-NO REMOJO**

No se pone en remojo	
Albahaca	Berros
Lino	Mostaza
Verdolaga	Rúcula

Fuente: Cupillard, V., 2011.

TABLA 6
VARIEDAD SEMILLAS - MEDIO DÍA EN REMOJO

Medio día en remojo	
Alfalfa	Brócoli
Apio	Col
Espinaca	Lenteja coral
Nabo	Rábanos
Trigo	Sésamo
Girasol pelado	Quínoa

Fuente: Cupillard, V., 2011.

TABLA 7
VARIEDAD SEMILLAS – NOCHE ENTERA EN REMOJO

Noche entera en remojo	
Eneldo	Ajo
Avena	Los trigos (espelta, kamut)
Zanahoria	Perillobo
Cilantro	Calabaza
Hinojo	Fenogreso
Lentejas verdes	Cebolla
Perejil	Puerro

Fuente: Cupillard, V., 2011.

TABLA 8
VARIEDAD SEMILLAS - UNA NOCHE Y MEDIO DÍA

Una noche y medio día	
Azuki	Garbanzos
Arroz	Soja verde

Fuente: Cupillard, V., 2011.

A la mañana siguiente se enjuaga cuidadosamente con agua varias veces, a través de la tela de gasa, con agua mineral o agua filtrada.

Ecurrir las semillas y dejarlas solo con una pequeñísima película de agua en su recipiente. Colocan el recipiente un poco inclinado para evitar el estancamiento del agua y para que circule mejor el aire; enjuagan las semillas por lo menos un par de veces al día, en la mañana o en la noche, más si hace mucho calor o si tenemos la impresión de que el recipiente esta reseco.

Generalmente, el tiempo de germinación es variable depende de la dureza de cada semilla ya que es complicada hacer la perforación por el embrión, esto puede ocurrir de 2 y 6 días a la temperatura de 20 °C.

Obtenidos los brotes se los consumen lo más pronto, se cocinan muy suavemente para hacer ensaladas o acompañar un arroz y la cocción dura menos de 15 minutos. Si desean solo los brotes, simplemente los blanquean unos segundos en agua hirviendo [9].

Se pueden germinar la mayoría de las semillas salvo el tomate y la berenjena, así como a todas las procedentes de plantas tóxicas. Se aconseja siempre, pero especialmente en caso de desmineralización, estreñimiento, anemia, astenia, hipertensión, diabetes, problemas cardiacos y arteriosclerosis [10].

1.3 Proceso de Germinación

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10°C., considerándose su óptimo entre 30°C. y 35°C. Por encima de 40°C. no se produce la germinación [11].

La germinación incorpora aquellos eventos que se inician con la adsorción de agua por la semilla seca y terminan con la elongación del eje embrionario.

El proceso concluye cuando la radícula penetra y atraviesa las estructuras que rodean el embrión, lo que frecuentemente se conoce como “germinación visible.”

Se dividió el proceso de germinación en tres fases como se aprecia en la Fig. 1.4.

A) En la fase I ocurre la imbibición, que consiste en la absorción del agua necesaria para la rehidratación de proteínas y organelas celulares, así como para el transporte y para que ocurran las reacciones hidrolíticas. B) En la fase II se produce la activación del metabolismo, donde ocurre la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. También se incrementan las actividades enzimáticas, así como la degradación inicial de las reservas. C) Finalmente, en la fase III tiene lugar la emergencia de la radícula (crecimiento visible), concluyendo el proceso germinativo, ya que el crecimiento subsecuente se considera un proceso separado. Dentro de los requerimientos ambientales necesarios para la germinación se consideran esenciales el agua, el oxígeno y la temperatura. En ausencia de alguno de estos factores, la mayoría de las semillas se mantendrían en un estado quiescente, aún sin reposo.

En el caso de las semillas recalcitrantes, (semillas que no se deshidratan en la planta madre y que mueren si su contenido de humedad disminuye debajo de un valor crítico), se producirían una rápida disminución de la longevidad de la semilla.

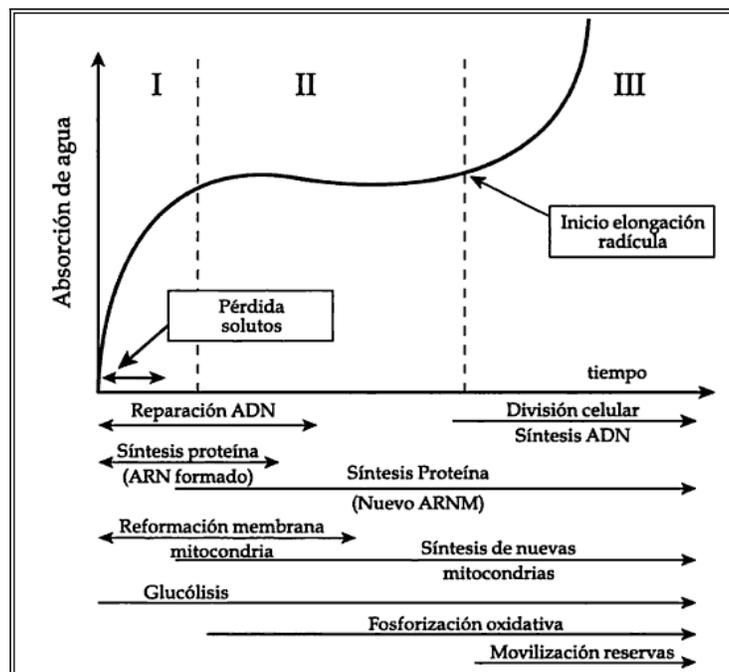


FIGURA 1.4 CURVA DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LAS SEMILLAS Y LAS ACTIVIDADES METABÓLICAS ASOCIADAS CON LAS DIFERENTES FASES

Fase I: imbibición

Con el ingreso de agua a la semilla durante la fase I, se producen en forma temporal, alteraciones estructurales importantes, en particular en

las membranas. En la semilla seca, los componentes fosfolipídicos de la membrana se encuentran en la fase de gel, por lo que no están en condición normal, lo que provoca una salida inicial mayor de solutos y de metabolitos de bajo peso molecular hacia la solución que rodea a la semilla. No obstante, con la rehidratación las membranas retornan rápidamente a un estado cristalino hidratado, condición más estable, por lo que prácticamente cesa la pérdida de solutos. La rehidratación permite que las enzimas y estructuras presentes en la semilla deshidratada, necesarias para el reinicio del metabolismo, se reactiven.

En general, se requieren varias horas antes de que el metabolismo alcance su pleno rendimiento. Durante ese período se observa la degradación o reemplazo de componentes dañados. En forma simultánea se observa la síntesis de ADN para reparar aquel que hubiese sido dañado durante la fase de maduración y deshidratación.

Uno de los aspectos más importantes durante las primeras horas de la germinación es la reconstitución de las membranas. La organela que sufre mayores perturbaciones es la mitocondria. Esta, presente en la semilla seca, no es funcional al inicio de la imbibición, ya que sus

membranas no están completamente reformadas. Aún así, la curva de absorción de agua (Fig. 1.4) coincide con la del proceso respiratorio. Esto se debe a que en esta primera fase predomina el proceso glicolítico, que ocurre en el citoplasma. Aunque la mitocondria no es funcional, muchas enzimas del ciclo de Krebs y oxidasas terminales están activas, lo que permite suministrar suficiente ATP para mantener el metabolismo en esta fase inicial.

En general, en aquellas semillas que almacenan almidón la actividad metabólica se reinicia a partir de las mitocondrias preexistentes que fueron reparadas. Con excepción de los polisomas, los embriones disponen, al momento de la imbibición, de todos los componentes necesarios para iniciar la síntesis de proteínas. Por ejemplo, ribosomas y ARN mensajeros se encuentran preformados en la semilla seca.

La falta inicial de polisomas es rápidamente solventada en los primeros minutos de la rehidratación, cuando el número de ribosomas simples disminuyen, para ser ensamblados en complejos para la síntesis de proteínas polisomales. Paralelamente a la síntesis de nuevas proteínas LEA (Late Embriogenesis Abundant), ya existentes en la semilla seca.

El metabolismo cambia de uno de reserva a uno de germinación. En estos momentos ocurre la transcripción de nuevo ARNm para la síntesis de proteínas necesarias al mantenimiento del metabolismo celular.

Fase II: activación metabólica.

Esta fase se caracteriza por un cese en la absorción de agua y una actividad respiratoria más reducida. Predomina el ciclo de las pentosas fosfato. Esta activación puede ser debida también al hecho de que, durante la fase de imbibición, las estructuras externas que rodean la semilla, así como la densa estructura interna que rodea al embrión, restringen la difusión del oxígeno gaseoso, lo que produce una deficiencia de este elemento.

Esto resulta en una mayor producción de piruvato de la que puede ser utilizada por el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones, reorientando el metabolismo hacia el ciclo de las pentosas fosfato.

Durante esta fase ocurre la síntesis, a partir de: las reservas disponibles, de nuevas estructuras y compuestos necesarios para las

fases siguientes del desarrollo. En ese sentido, y contrario a la fase III, la germinación II fase es principalmente anabólica y por lo tanto endergónica, consumiendo la energía disponible.

Previo a la aparición de la radícula, se producen cambios transcripcionales en la elongación y división celulares. Generalmente, los genes que codifican para el proceso de elongación tienden a ser activados en forma temprana, en relación con la división celular. Dentro de los genes implicados en la elongación celular, algunos son activados por las giberelinas tales como (Tabla 9):

- Acuaporinas: proteínas de las membranas implicadas en la absorción de agua.
- Xiloglucano endotransglicosilasa endotransferasa (XTH), que mediante la hidrólisis de los componentes de la pared celular afloja su trama
- Expansinas, que rompen los enlaces hidrógeno de las paredes celulares
- Pectina metilesterasa (PME), que modifica la pectina de las paredes celulares.

TABLA 9
NÚMERO DE GENES IMPLICADOS EN LA ELONGACIÓN
CELULAR DURANTE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE
ARABIDOPSIS

Nombre proteína	N° total Genes*	Micro-arreglos	Germinación	Acción AG	
				Estímulo	Inhibición
Expansina	26	12	10	7	0
XTH	35	24	12	5	1
PME	67	32	9	7	0
Acuaporina	38	24	18	5	1

Fuente: Ogawa et al., 2003

Fase III: crecimiento de la radícula

Con la penetración de las envolturas de la semilla por parte de la radícula, se marca el final del proceso de germinación y el inicio del crecimiento de la plántula. Para que emerja la radícula, esta debe atravesar varias barreras internas, principalmente la testa y el endosperma (Fig. 1.5). En el caso de las semillas imbibidas, el potencial de presión del embrión presenta valores relativamente negativos (-1 a -2 MPa), por lo que el potencial hídrico es sí mismo rara vez constituye un factor limitante para la germinación. En general, en

una semilla entera, son los tejidos externos al embrión los que contienen la presión hidráulica ejercida por el embrión, limitando su absorción de agua y su expansión.

La emergencia de la radícula requiere del debilitamiento de las estructuras que rodean la punta de la raíz. En las horas previas a que la radícula emerja, la fuerza necesaria para penetrar los tejidos que rodean la radícula disminuye rápidamente.

Este debilitamiento en las estructuras es producido, por la degradación o separación de las paredes celulares del endosperma, compuestas primariamente por polímeros o de galactomanos, los cuales son degradados por las enzimas endo- β -mananasa, α -galactosidasa y β -manosidasa, producidas y secretadas por el mismo endosperma.

La actividad de estas tres enzimas se incrementa durante la imbibición, y en el caso de la β -mananasa, existe una correlación lineal entre el incremento de su actividad y la disminución de la resistencia del endospermo a la penetración. Las giberelinas tienen un rol

indispensable en la activación de las enzimas hidrolasas que permiten la emergencia de la radícula (Fig. 1.5).

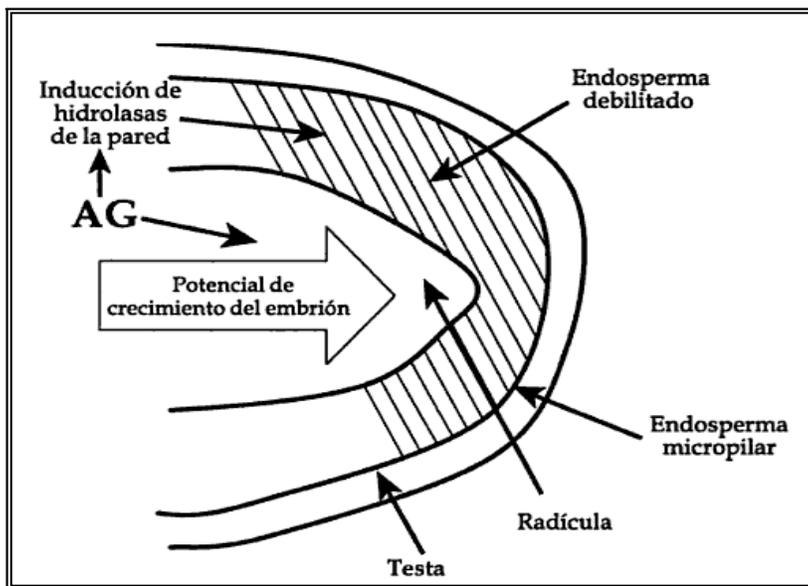


FIGURA 1.5 INFLUENCIA DE LA INDUCCIÓN DE LA SÍNTESIS DE GIBERELINA (AG)

Durante esta fase, la expansión de las células del embrión requiere de auxinas. El suministro de las formas activas de esta hormona proviene de conjugados del ácido indol-acético (AIA) almacenados en la semilla seca, los cuales son hidrolizados por amidohidrolasas cuya actividad está regulada por las giberelinas. Una vez que el embrión ha iniciado su crecimiento ésta realiza la *síntesis de novo* (nueva síntesis) de AIA en el ápice.

Las giberelinas, además de su rol en la penetración de la radícula, también activan la síntesis y respuesta del etileno, que influye positivamente en la germinación [12].

1.3.1 Metabolización de las Principales Reservas Durante el Proceso Germinativo

Metabolismo de carbohidratos

La mayoría de las semillas almacenan carbohidratos, principalmente almidón. Estas reservas se encuentran localizadas en la capa de aleurona y en el endosperma amiláceo. El almidón se encuentra bajo la forma de gránulos embebidos en una matriz proteínica. Existen dos tipos principales de almidón: uno de cadena lineal, la amilosa y la amilopectina, con ramificaciones. Durante el proceso germinativo, este almidón es degradado por una serie de enzimas hidrolíticas, que son *sintetizadas de novo* en la capa de aleurona y del escutelo (Fig. 1.6). Las principales enzimas hidrolíticas son sintetizadas inicialmente en el escutelo.

Conforme avanza el proceso germinativo, la mayor actividad enzimática se desplaza hacia la capa aleurona.

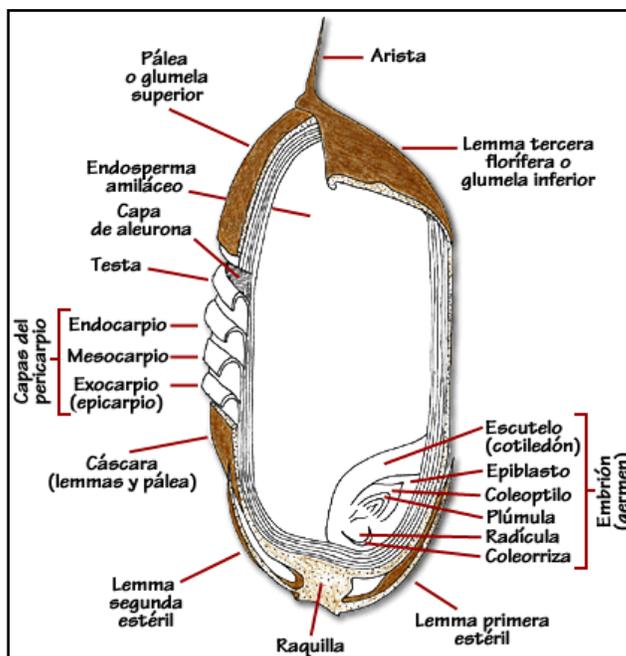


FIGURA 1.6 CARIÒPSIDE DE ARROZ Y SU ESTRUCTURA

La inducción de estas enzimas provocada por las giberelinas, sintetizadas por el embrión. La hidrólisis del almidón se realiza mediante cuatro enzimas principales.

Las dos primeras enzimas: la α -amilasa (endohidrolasa), y la α -glucosidasa (exohidrolasa), son las más importantes. Pueden atacar los gránulos de almidón y descomponer estos polímeros en cadenas más pequeñas (Fig. 1.7).

Las otras dos enzimas son la β -amilasa y la dextrinasa. La primera ya se encuentra presente en la semilla deshidratada, en forma inactiva unida a cuerpos proteicos. La giberelina induce la reactivación de la misma mediante una endopeptidasa (sintetizada de novo en la capa de aleurona) que separa la enzima de la proteína a la cual está unida. Su función es reducir en tamaño los productos resultantes de la hidrólisis por parte de la α -amilasa y la α -glucosidasa. La dextrinasa límite funciona como enzima desramificadora al hidrolizar las uniones α -(1-6) de la amilopectina. Aunque también es *sintetizada de novo*, está igualmente presente en el endosperma amiláceo, pero requiere de proteólisis (inducida por giberelinas) para ser liberada.

La degradación de las reservas amiláceas es un proceso complejo y requiere la digestión de la capa de aleurona y del endosperma. La progresión del proceso hidrolítico se inicia con la vacuolización de las células y posteriormente la digestión de las paredes celulares. La liberación eficiente de las amilasas en el endosperma amiláceo requiere la degradación. Su permanencia crea entonces una estructura particular, que

conecta todas las células de aleurona, y contribuye así a mantener la estabilidad mecánica de la capa mientras progresa el proceso de digestión celular, sirviendo a la vez de conexión con el endosperma para las enzimas que la atraviesan. Los principales polisacáridos de las paredes celulares están constituidos por arabinoxilanos (80%) y (1-3)- β -glucanos y de endo-(1-4)- β -glucanasas, liberadas de la capa de aleurona en respuesta a la inducción por las giberelinas.

Durante las etapas iniciales, las hidrolasas están muy activas en la hidrólisis del endosperma. No obstante, a medida que la plántula crece y se acumulan los productos de la hidrólisis, la concentración de estos últimos puede alcanzar hasta 570 miliosmoles, suficiente para inhibir la síntesis de las hidrolasas. Ello sugiere que a partir de un cierto momento, el proceso pasa a ser controlado por las condiciones osmóticas.

Metabolismo de lípidos.

En muchas semillas las principales reservas están en forma de lípidos (Tabla 10) sobretodo triacilgliceroles, (TAG), que se almacenan en cuerpos aceitosos de una única capa de

fosfolípidos con proteínas embebidas, conocidas como oleosinas.

Durante el proceso germinativo estos cuerpos están fusionados a las vacuolas, y por acción de las lipasas se libera su contenido, que es hidrolizado en glicerol y ácidos grasos (Fig. 1.6). Para que estos lípidos puedan ser utilizados por el metabolismo general del embrión, deben ser transformados en carbohidratos solubles. La primera fase de este proceso ocurre en una estructura especializada, el glioxisoma, en donde por β -oxidación los ácidos grasos son convertidos en acetil-CoA. En esta organela tiene lugar el ciclo de glioxilato, forma modificada del ciclo de Krebs (CAT), evitando los pasos descarboxilativos de este último, que produce la pérdida de carbono en forma de CO_2 (Fig. 1.6). Por lo tanto, en esta organela, a partir de la acetil-CoA se forma succinato, el cual es transferido del glioxisoma a la mitocondria y así entra CAT, en donde es convertido en malato y translocado al citoplasma a cambio de succinato. Allí, mediante una serie de pasos metabólicos, es transformado en fosfoenolpiruvato (PEP) y por el proceso de

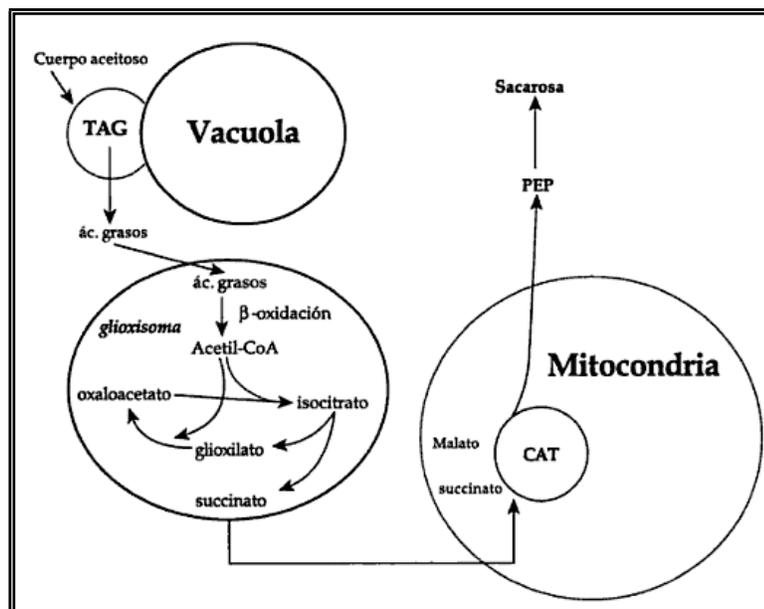
gluconeogénesis, en carbohidrato soluble (Fig. 1.6). Cuando el ciclo del glioxilato está funcionando los pasos descarboxilantes del ciclo CAT son inhibidos en la mitocondria, predominando la síntesis de carbohidratos por sobre el proceso respiratorio

TABLA 10
CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS DE RESERVA EN
VARIAS ESPECIES QUE ACUMULAN PRINCIPALMENTE
ACEITE

Especie	Composición (%)			Órgano de almacenamiento
	Lípido	Proteína	Carbohidratos	
<i>Ricinus communis</i> (higuerilla)	64	18	0	Endosperma
<i>Elaeis guineensis</i> (palma de aceite)	49	9	28	Endosperma
<i>Bertholletia excelsa</i> (nuez del Brasil)	62	14	4	Hipocótilo
<i>Arachis hypogea</i> (maní)	48	31	12	Cotiledones
<i>Helianthus annuus</i> (girasol)	45	25	2	Cotiledones
<i>Arabidopsis thaliana</i>	40	23	No determinado	Cotiledones
<i>Glycine max</i> (soya)	17	37	26	Cotiledones

Fuente: Eastmond y Graham, 2001.

El ciclo del glioxilato no parece ser imprescindible en las semillas que acumulan sus reservas en los cotiledones, dependiendo de las condiciones de cultivo. Bajo condiciones de alta radiación, mutantes de *Arabidopsis* desprovistos de la isocitrato liasa, una enzima clave del ciclo del glioxilato, lograron germinar satisfactoriamente. Ello se debe a que muchas semillas cotiledonares disponen, aunque en cantidades mínimas, de otras reservas de carbono, y la capacidad de desarrollar fotosíntesis en sus cotiledones. Bajo condiciones adecuadas de luz, estas pocas reservas de carbono permiten que en los cotiledones se desarrolle la maquinaria fotosintética, con lo cual los ácidos grasos, presentes en los cuerpos aceitosos acumulados, pueden ser metabolizados por la maquinaria enzimática normal de la planta. La luz juega un papel importante para el suministro de energía y la germinación se ve fuertemente afectada. Por el contrario, la β -oxidación de los lípidos sí es indispensable, ya que los mutantes deficientes en esta enzima no germinan bajo ninguna condición. En el caso de aquellas semillas que acumulan aceites en el endosperma, el ciclo del glioxilato sí es indispensable.



Fuente: Eastmond y Graham, 2001

FIGURA 1.7 FORMACIÓN DE CARBOHIDRATOS A PARTIR DE ÁCIDOS GRASOS MEDIANTE EL CICLO DEL GLIOXILATO.

Metabolismo de Proteínas

Las proteínas presentes en la reserva de las semillas amiláceas son reducidas a aminoácidos y péptidos mediante diferentes exo- y endopeptidasas. Dentro de las primeras, la principal es la carboxipeptidas. Estas enzimas rompen las uniones peptídicas para producir polipéptidos de menor tamaño, que seguidamente son degradados por un grupo de enzimas conocido como péptido hidrolasas para producir aminoácidos y llevar a cabo la

síntesis de novo. En términos generales, la hidrólisis de las proteínas se da en tres etapas diferentes. Al inicio, hidrólisis provee aminoácidos para la *síntesis de novo* (*nueva síntesis de la cadena de aminoácidos*) mediante enzimas hidrolíticas como la alfa-amilasa, y se localizaría en la capa aleurona.

Metabolismo de los fosfatos y ácidos nucleicos

La digestión de los cuerpos globulares cristalinos que almacenan fitato es uno de los primeros eventos observables de la germinación. La enzima fitasa hidroliza el fitato y libera fosfatos, mioinositol y los cationes asociados. El mioinositol se considera importante en el crecimiento del eje embrionario, pues es el único precursor de los azúcares pentosil y uronosil, que contribuye a la síntesis de pectina y otros polisacáridos asociados con la formación de la pared celular.

Por otro lado el fosfato liberado juega un papel fundamental en una gran cantidad de reacciones, como la constitución de ácidos nucleicos, la reconstrucción de las membranas (importantes en el control de la permeabilidad diferencial de las membranas

celulares), del glicerofosfato y la formación de mecanismos de producción energéticamente de las células.

Durante la germinación del arroz, la mayor parte del fósforo liberado del fitato es incorporado inicialmente en los fosfolípidos de la membrana, función primordial para la compartir y regular del metabolismo celular. Conforme transcurre el proceso germinativo, el fosforo liberado del fitato es incorporado en el ADN y en el ARN.

Otra fuente de fósforo son los ácidos nucleicos, que son hidrolizados durante la germinación mediante nucleasas, ribonucleasas y nucleosidasas [13].

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño Experimental.

Para el estudio se desarrolló un diseño de experimento 3^1 , cuyas variables de estudio es la temperatura de germinación. Se trabajó con 3 temperaturas 26°C., 31°C. y 36°C., cuyo rango de variación es de $\pm 1^\circ\text{C}$.

El objetivo es determinar si esta variable afecta al porcentaje de proteína que se encuentra en el arroz germinado. Primero se adquirió el arroz con cascara variedad F50 se sometió a un lavado con hipoclorito de sodio de concentración 5ppm, para eliminar cualquier impureza, después se mantuvo en remojo el arroz por 24 horas.

Luego se retiró el agua y se pesó para saber cuánto había absorbido de agua y se comenzó a realizar las pruebas según el método de germinación. Se colocó las muestras de 36°C y 31°C en placas de acero inoxidable 46X65 mm. con agua destilada con 500ml, posterior se ubicó en estufa para controlar la temperatura, hasta que las semillas presente un brote de 5mm. y de igual manera las muestras de 26 °C.

Después que las semillas presenten el brote, se exponen las muestras al sol para que se evapore el agua del arroz germinado; alcanzado el 10% de humedad parámetro fundamental para evitar el pegado de la cáscara a la semilla, se retiran para proceder a descascarillar las muestras y hacer el análisis de proteínas.

2.1.1 Variables a Manipular

- Temperatura 26 °C, 31 °C, 36 °C.

2.1.2 Variables Fijas

- Método de germinación en placa y método de pilado por fricción.

2.1.3 Variables de respuesta

- Porcentaje proteico

2.2 Materiales

Materia prima

Para realizar los ensayos se consideró la variedad F50 la misma que es altamente comercializada en las zonas arroceras del país [12]. El arroz se obtuvo de la arrocería KINGSELSA S.A ubicada en el cantón Nobol cuya planta cuenta con proveedores aprobados, eso con la finalidad de garantizar la homogeneidad de la muestra y que el proceso no se vea influenciado por otros factores.

El material F50 se lanza al mercado en el año 1998 con ocasión de los 50 años de FEDEARROZ [15]. Obtenida mediante un cruce simple en la finca Oryza. Cruce realizado por el Ingeniero Edgar Corredor en 1992. Esta variedad marca en Colombia un cambio en el desarrollo tecnológico del cultivo, después de 15 años con la variedad Oryzica 1 con todas sus limitantes en rendimiento y problemas fitosanitarios.

Fedearroz-50 se obtiene del cruce de Oryzica Llanos 4(P5413-8-3-5-11) con la línea P1274-6-8M-1-3M-1 obteniendo una planta compacta de crecimiento inicial rápido, rústica de follaje con un alto potencial de rendimiento. Razón

por la cual se hace parte de nuestra mayor fuente de producción en diversas zonas del Ecuador específicamente dentro de la provincia del Guayas, zona de mayor producción gracias a que es altamente resistente a enfermedades como Pynicularia, Helminthosporium, complejo de manchado de grano y tolerante al virus de la hoja blanca.

El marcollamiento intermedio es en sistemas de siembra por tradición. El marcollamiento alto es un sistema de siembra por trasplante. El F50 es una planta de tipo semicompacta. Tiene un tallo fuerte y flexible con alta resistencia al vuelco con un ciclo de producción 115 – 130 días. Estas características hacen que el promedio de rendimientos se incremente en el primer semestre de siembra en una tonelada por hectárea en casi todas las zonas arroceras [16].

- Materiales Químicos

Hipoclorito de sodio concentración 5 ppm.

Alcohol 70° antiséptico.

- Equipos y utensilios

Placas de acero inoxidable con un área de 44x65 mm

Balanza Analítica 0.0001 mg.

Estufa TERMO SCIENTIFIC con control de T° y Tiempo.

Descascaradora Modelo THP-3

Molino de ciclón

Beaker

Termómetro analítico

Phmetro

Vasos PET de 180 cc.

Platos de poliestirenos de 18 cm.

Cucharas de polipropileno 32 x 103 x 16 mm

Gasa estéril

Guantes estériles

Espátulas

Planchas de calentamiento

- Insumos

Arroz F50 en cáscara

Agua destilada

2.3 Metodología de Germinación.

El proceso inicio con la recepción de la materia prima a utilizar, en este caso ARROZ F50. A la muestra se le realiza una pre limpia eliminando todo tipo de

basura que viene desde el campo de manera manual con guantes estériles para evitar la contaminación, se procede a pesar 1 Kg. de arroz con cascara. Continúa con el proceso de desinfección de la muestra, con 1 L. de agua destilada y 5 ppm. de hipoclorito de sodio; el tiempo de inmersión: 5 min. Para finalizar la etapa de limpieza, se procede a enjuagar utilizando 2 L. de agua destilada dos repeticiones y finaliza al escurrir el agua de muestra para que sea de manera rápida usar gasa estéril.

El siguiente paso es el hinchamiento de la semilla mediante el agua destilada. Se procedió a colocar la muestra en recipientes estériles con 1,5 L. de agua destilada y se dejó reposar durante 24 horas; provocando un aumento de 1 Kg. en su peso y se escurrió el agua destilada.

Mediante referencia bibliográfica Se encuentran diferentes métodos caseros que se experimentaron, a continuación el detalle. Los dos métodos de germinación: en placa y remojo como se los describe a continuación:

El primer método se realizó en remojo, se utilizó en frascos de material PET de 400 x 400 mm. se procedió a sumergir el arroz en agua destilada (Fig. 2.1). Con una relación 1:1 (agua destilada: arroz en cáscara), se dejó germinar a 2 temperaturas 26°C., tomando en cuenta el material en el cual se está realizando la experimentación, se procedió a tapar las muestras con una gasa estéril y ligas plásticas para evitar contaminación con insectos. Para

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



FIGURA. 2.1 MÉTODO DE GERMINACIÓN EN REMOJO.

Romero, M. Y Robles, C., 2012.

El segundo método de germinación en placas de acero inoxidable de 44x65 mm. se colocó 1 Kg. de arroz formando una fina capa de 10mm. de altura cubierta totalmente con 500 ml. de agua destilada (Fig. 2.2). Después se dejó germinar el arroz a 3 temperaturas estrictamente controladas: al ambiente a 26°C., en estufa a 31°C. y 36°C. Dependiendo de la temperatura a la que se coloque la muestra, será el tiempo que demore su germinación. Deteniendo el proceso cuando la semilla presenta un embrión de 5 mm. de largo, para la primera

temperatura se esperó 48 horas, para la segunda hora 36 horas y para la tercera 24 horas. Se monitorea la muestra evitando que se evapore por completo el agua y así evitar la interrupción del proceso de germinación. Por cada 5 horas se agregó 15 ml. de agua.



FIGURA 2.2 MÉTODO DE GERMINACIÓN EN PLACA.

Romero, M. y Robles, C., 2012

Se continúa con el proceso de templado como método fijo en todas las muestras, técnica que consiste en un secado al sol con un constante movimiento después de cada hora hasta obtener un arroz con un 10% de humedad. Seguidamente se utilizó un descascarador de laboratorio modelo: THP-3 (Fig. 2.3) y se retiró toda la cáscara de las semillas, esto provocó una pérdida del 20% en peso inicial.

Para finalizar se envió las muestras de harina a analizar en un laboratorio externo, donde se determinó el porcentaje de proteína.



FIGURA 2.3 DESCASCARADOR THP-3

Fuente: CHEN SAN FUNG MACHINERY, 2012

2.4 Métodos analíticos del arroz germinado

- Caracterización física

Para el análisis físico se partió del producto final obtenido desde el descascarador de laboratorio modelo THP-3. El grano pilado

corresponde al endospermo, es de color blanco perlado. Se le han retirado las envolturas (cáscaras) y se han desprendido los embriones.

El procesamiento de pilado en el descascarador ha producido un cierto porcentaje de granos rotos y quebrados, porcentajes que son el principal indicador para la clasificación por calidad.

El arroz pilado representa aproximadamente del 68 al 71% del peso original del arroz en cáscara. Las pruebas físicas realizadas se las detalla a continuación en base a la NTP –INDECOPI 205.011-1979 y la Norma Técnica de Calidad y Sanidad para el consumo libre de arroz dado por RM 0404-91-AG/DGA:

- Contenido de impurezas

Las impurezas tales como pajas, hojas, semillas extrañas, tierra, piedras, etc. no deberán exceder en ningún caso del 5% en peso. Se tomó la muestra del lote que fueron 100g. y se separó las impurezas, luego se procedió a pesarlas.

El porcentaje de impurezas resultante en la determinación respectiva, se lo descontó del peso del lote.

- Granos con defectos

Posterior al pilado se tomó una muestra representativa del lote, de 100g., para contrastar las características en cuanto al contenido de granos con defectos, cuyos límites de tolerancia describen en la tabla 12.

El porcentaje excedente por encima de los límites de tolerancia se lo pesa y la cantidad obtenida se la resta de peso total del lote.

TABLA 11
CONDICIONES DE GRANOS CON DEFECTOS

Granos rojos: 2.5%
Granos tizosos francos: 5.0%
Granos tizosos parciales (incluidos los llamados de panza blanca): 5.0%
Granos harinosos o tizosos totales: 8.0%
Granos dañados, o fermentados: 2.0%
Granos manchados: 1.0%
Variedades contrastantes: 12.0%

Fuente: SNOASC, 2005.

- Humedad

El análisis de humedad se lo realizó utilizando el medidor de humedad en granos modelo AG-QMT (Fig. 2.4), el equipo trabaja según las especificaciones descritas en la tabla 13. Se limpió el equipo para evitar restos de otras muestras analizadas anteriormente, para evitar errores. Se encendió el medidor de humedad durante 10 min, se seleccionó el nombre de la materia prima a analizar en este caso arroz (gramínea) y se colocó la muestra hasta enrazar con la célula del equipo. Posteriormente se empezó el análisis y se toma nota de los datos de % de humedad.



**FIGURA 2.4 MEDIDOR DE HUMEDAD EN GRANOS
AG-QMT.**

TABLA12
CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE HUMEDAD AG-QMT

Especificaciones:
Rango: humedad de 3-3,5% (según el grano)
Repetitividad: 0,5 (en rango normal de medición)
Ajuste: independiente para todos los granos ATC: compensación automática de temperatura
Peso de la muestra: 200 gr (sin necesidad de pesar)
Preparación de la muestra: grano entero

Fuente: SNOASC, 2005

- Determinación de la clase

Se pesa 100g. del lote de la muestra, las clases que a continuación se listan, están en función a la longitud del grano de arroz pilado entero.

TABLA13
CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE HUMEDAD AG-QMT

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

Fuente: SNOASC, 2005.

- Caracterización Química.

El análisis químico fue enviado a realizar en un laboratorio externo con 100g. de muestra de harina de arroz. Se determinó el contenido de proteína, se realizó aplicando el siguiente método 2.057 METODO KJELDAHL, A.O.A.C 1984.

- Caracterización microbiológica

Para determinar la presencia de diferentes microorganismos presentes en el producto se utilizaron medios de cultivo como lo indican las normas [16] y la preparación de acuerdo a la norma [17]. El desarrollo de esta prueba microbiológica se llevó a cabo en los Laboratorios de Ingeniería Agrícola y Biológica, se consideró los análisis básicos de microbiológicos para alimentos.

- ♣ Microorganismos aerobios mesófilos
- ♣ Mohos y levaduras
- ♣ Coliformes totales
- ♣ Coliformes fecales

Análisis de aerobios mesófilos

Este tipo de análisis incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30°C en las condiciones establecidas. En este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima. Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas; de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena [18].

Mohos y Levaduras

Para la determinación de la presencia de mohos y levaduras se aplico el método de conteo en placa bajo siembra en masa. El medio de cultivo utilizado fue PDA, el análisis se basa en brindar las condiciones propicias y nutrientes necesarias para favorecer al desarrollo de estos microorganismos en caso de existir en el alimento [19].

Coliformes totales

El método aplicado para determinar la presencia de coliformes totales se basa en la determinación del número más probable (NPM) por la técnica de dilución en tubos, utilizando el medio líquido selectivo caldo verde brillante y los tubos que presentan gas son confirmados en agar Eosina Azul de Metilo (EMB). La temperatura de incubación para el ensayo presuntivo y confirmativo es 35°C. \pm 1°C [20].

Coliformes fecales

Para la determinación y presencia de Coliformes fecales se aplicó el método ya establecido en la norma INEN 1 529-8 [21]. La norma establece la técnica del número más probable para la determinación de Coliformes fecales y las pruebas confirmatorias de *Escherichia Coli*.

El método se basa en detectar la fermentación de la lactosa con producción de gas a 44 °C - 45,5 °C \pm 0,2 °C y complementada con la prueba de indol a esta temperatura, los ensayos se realizaron en caldo brilla partiendo del inóculo tomado de cada tubo gas positivo del cultivo para Coliformes totales incubados a 45.5 °C \pm 0.2 °C. La confirmación de *E. Coli* se la realizó mediante

ensayos para indol, rojo de metilo, voges-proskauer y citrato sódico.

2.5 Análisis sensorial del arroz germinado

2.5.1 Pruebas afectivas

Para dar inicio con las pruebas de evaluación sensorial, se seleccionó a treinta panelista no entrenados. La evaluación se llevó a cabo entre las 09H00 - 11H00 y se midió a través de: Pruebas de medición de grado de satisfacción, con escala hedónica de 5 puntos: +2, +1, 0, -1, -2. Esta prueba permite que el juez exprese su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro y evaluar más de dos muestras a la vez, en la Fig. 2.10 se puede observar la ficha técnica modelo de la evaluación. Las escalas hedónicas verbales son el instrumento de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por el alimento evaluado, y tienen valores que van de positivos a negativos [22].

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

FIGURA 2.5 FICHA TÉCNICA- ESCALA HEDÓNICAS.

Fuente: Romero, Robles 2012

La selección de los jueces encargados de realizar el análisis sensorial se lo realizó entre estudiantes universitarios, hombres y mujeres de edades comprendidas entre 18 a 25 años; elegidos al azar puesto que se cree que se debe emplear jueces que sean consumidores habituales o consumidores potenciales de dicho alimento y no segmentar los panelistas para de esta manera obtener diferentes apreciaciones sobre el producto si se tiene un efecto positivo o negativo.

La preparación previa de la muestra de arroz para que pueda ser evaluada se codificó las muestras, 492 (31°C), 873 (36°C), 105 (26°C), se realizó mediante un método fijo, con una relación 1:2 (arroz: agua) para las tres temperaturas de germinación. Se procedió a colocar 200g. de la primera muestra de arroz germinado sin lavar en una olla arrocera, seguidamente se le agrega 400g. de agua y 2% de cloruro de sodio y se procede a cocinar durante 25 min [23]. Posteriormente el arroz fue enfriado hasta una temperatura apta para el consumo de 37°C.

A continuación se detallan las condiciones de la evaluación:

La evaluación se desarrolló en el laboratorio I+D de la FIMCP, ya que se debe contar con un ambiente tranquilo y fresco; donde sea posible impedir las distracciones, interrupciones y los jueces se sientan cómodos. Para impedir que algunos factores externos e irrelevantes a la prueba, tales como temperatura y ruido afecten sus respuesta.

La temperatura de la muestra a servirse se encontró a 29°C. que es la temperatura a la cual el producto suele ser consumido. Se

llevó a cabo a las 10:00 am. Evitando que la evaluación no se realice a horas muy cercanas a las comidas ya que el juez tendrá hambre y cualquier cosa que pruebe le agradará, así que esto podría afectar significativamente los resultados. Tampoco que los jueces acaben de desayunar o de lo contrario no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos y esto podría asignar calificaciones demasiado bajas o por el contrario podría alterarse sus apreciaciones de los atributos sensoriales. La cantidad de la muestra, se dio a evaluar 3 porciones de 26g. por cada tipo de muestra [24].

Entre cada análisis, a cada panelista se les proporcionó agua para su enjuague bucal, para la que no afecte la palatabilidad y el resultado no se vea influenciado. En la Fig. 2.11 se observa la presentación de las muestras hacia el juez.



FIGURA 2.6 CONDICIONES DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Romero, Robles 2012.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS.

3.1 Efecto de la Temperatura y Tiempo en el Contenido Proteico del Arroz Germinado

Los variables temperatura (°C) y tiempo de germinación (horas) demostraron estar relacionados mediante los siguientes resultados tabla 14.

TABLA 14

RELACIÓN TIEMPO-TEMPERATURAS DE GERMINACIÓN

Temperatura	26 °C	31°C	36 °C
Tiempo (horas)	48	36	24

Romero, M. y Robles, C. 2012.

Las muestras de harina de arroz germinado a: 26°C., 31°C. y 36°C. al analizar la composición proteica por tres repeticiones presentó los siguientes resultados, mediante el método AOAC 18th 920.87 Microkjeldahl, como se presenta en las Tablas 15, 16 y 17.

TABLA 15
PORCENTAJE PROTEICO A 26°C

Arroz a 26 °C			
Fecha de análisis	26/08/2011	02/09/2011	09/09/2011
% Proteico	8,28	8,3	8,34

Romero, M. y Robles, C. 2012.

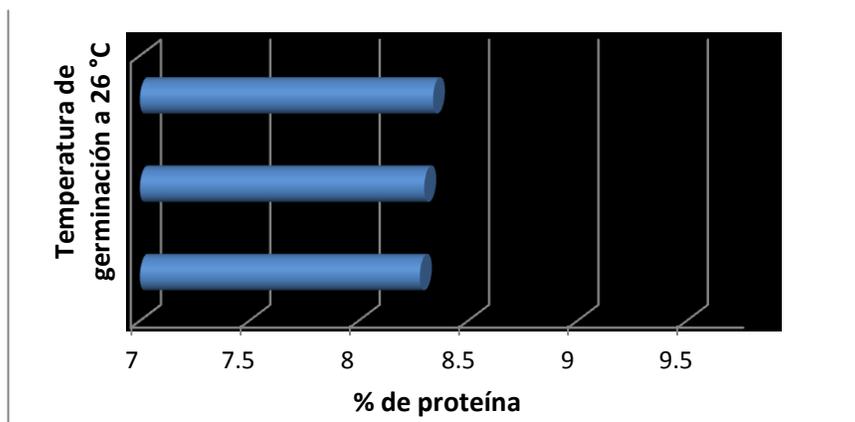


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE BARRAS CILÍNDRICAS DE LOS RESULTADOS DE % DE PROTEINA A 26°C.

TABLA 16
PORCENTAJE PROTEICO A 31°C

Arroz a 31°C			
Fecha de análisis	16/09/2011	23/09/2011	30/09/2011
% Proteico	8,91	8,85	9,1

Romero, M. y Robles, C. 2012.

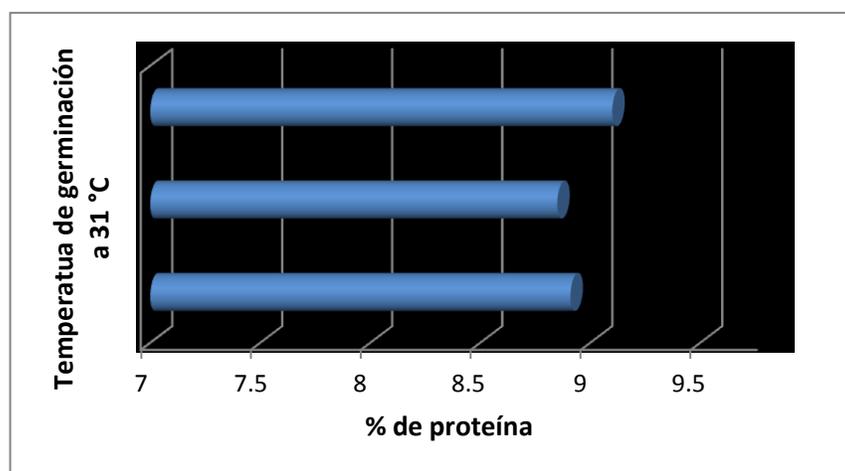


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE BARRAS CILÍNDRICAS DE LOS RESULTADOS DE % DE PROTEINA A 31°C.

TABLA 17 PORCENTAJE
PROTEICO A 36°C

Arroz a 36 °C			
Fecha de análisis	05/09/2011	12/09/2011	19/09/2011
% Proteico	9,54	9,59	9,16

Romero, M. y Robles, C. 2012.

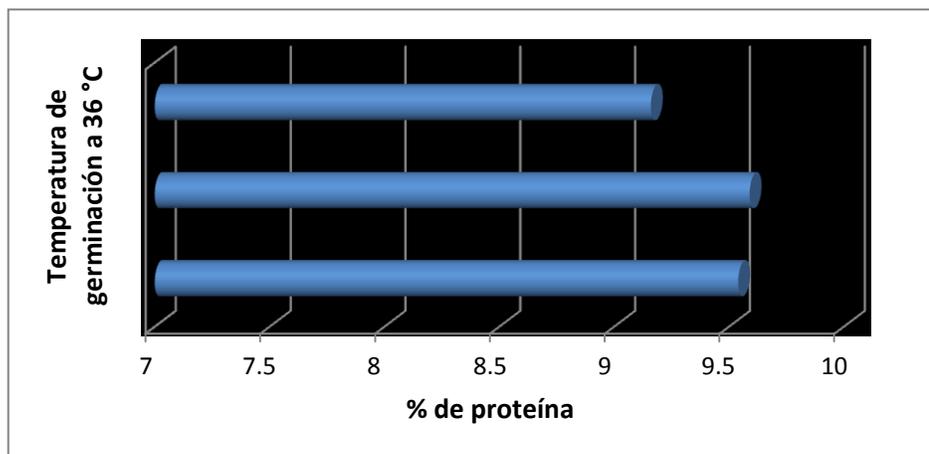


FIGURA 3.3 DIAGRAMA DE BARRAS CILÍNDRICAS DE LOS RESULTADOS DE % DE PROTEINA A 31°C.

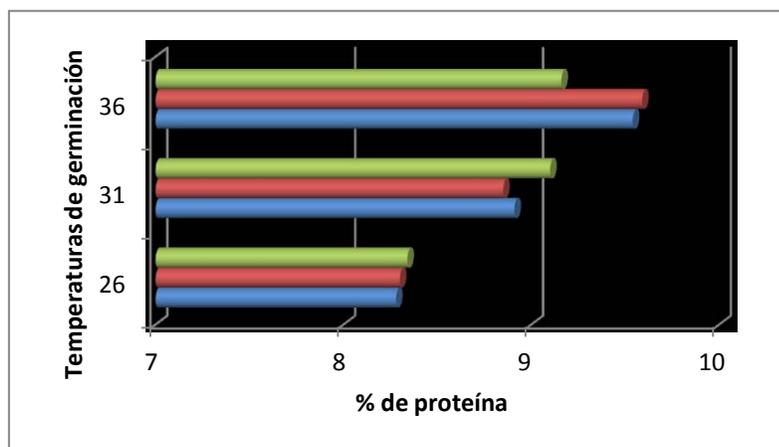


FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE BARRAS CILÍNDRICAS CON DATOS AGRUPADOS DEL PORCENTAJE PROTEICO DE GERMINACIÓN DE LAS MUESTRAS.

Los resultados obtenidos se calcularon y determinó las siguientes sumas totales de los porcentajes proteicos y la media respectiva por temperatura como se presenta en la tabla 18.

TABLA 18
RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LAS MUESTRAS
GERMINADAS

Temperatura	Suma de % proteico	Media
26	24,42	8,14
31	26,86	8,95
35	28,29	9,43

Romero, M. y Robles, C., 2012

Mediante el programa Minitab 16, se realizaron las pruebas de los 3 supuestos estadísticos y una prueba de contraste. Para evaluar la hipótesis: si las medias de los datos son iguales el resultado se presenta en la tabla 19 y la Fig. 3.5.

1. Prueba de contraste

Hipótesis: $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

$H_1: \neq H_0$

$\alpha = 0,05$

TABLA 19
DATOS ARROJADOS POR ANOVA EN LA PRUEBA DE
CONTRASTE

Temperatura	Observaciones	Residuos	Ajustes
26	8,26	-0,04000	8,30000
26	8,30	0,00000	8,30000
26	8,34	0,04000	8,30000
31	8,91	-0,04333	8,95333
31	8,85	-0,10333	8,95333
31	9,10	0,14666	8,95333
36	9,54	0,11000	9,43000
36	9,59	0,16000	9,43000
36	9,16	-0,27000	9,43000

Romero, M. y Robles, C. 2012.

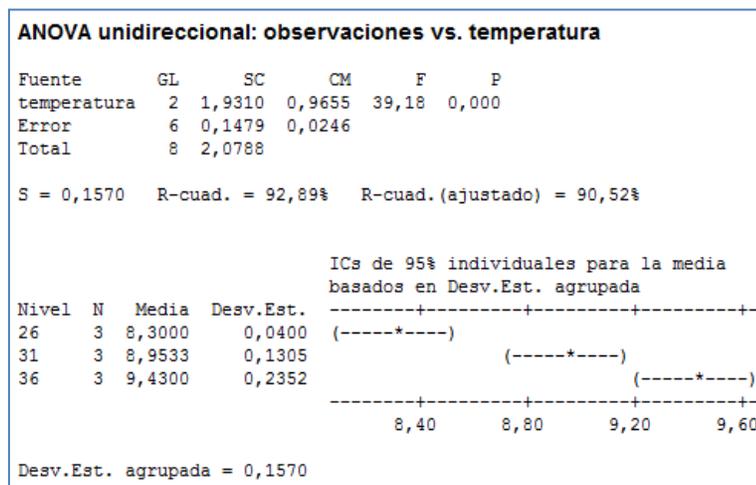


FIGURA 3.5 RESULTADOS DE ANOVA, OBSERVACIONES VS.
TEMPERATURA

Respuesta: $P=0,000$

Entonces:

$P < 0.05$

$P < \alpha$. Se rechaza H_0 puesto que existe suficiente evidencia estadística para decir que los datos no tienen las medias iguales.

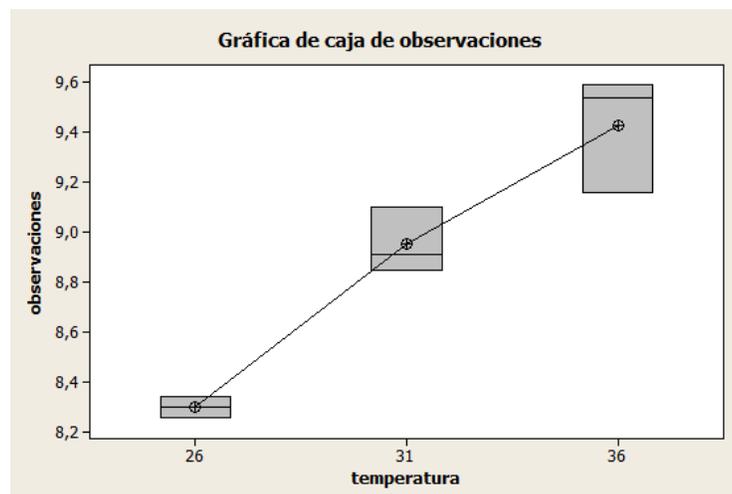


FIGURA 3.6. GRÁFICA DE CAJA DE OBSERVACIONES

Mediante la Fig. 3.6, se observa el total de los datos como se encuentran ubicados representados por cajas.

- **Prueba de Normalidad**

Útil para determinar la normalidad de los errores.

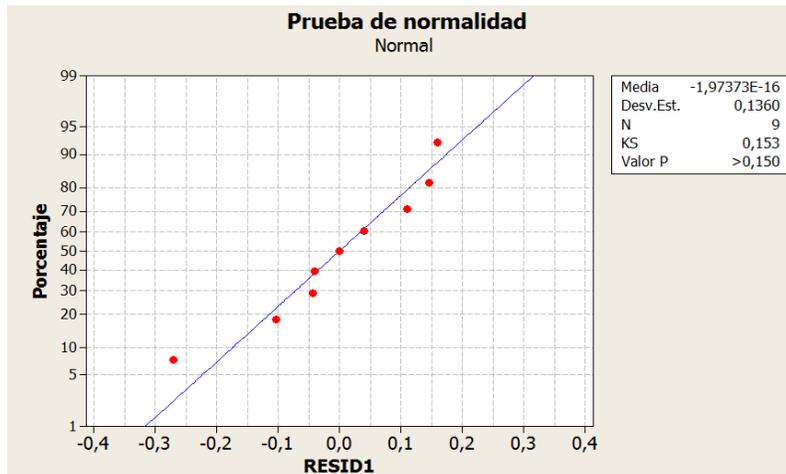


FIGURA 3.7 GRÁFICA DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD

Mediante la Fig. 3.7. Hay suficiente evidencia estadística para determinar que los datos de los errores tienen una distribución normal.

- **Gráfica de Dispersión**

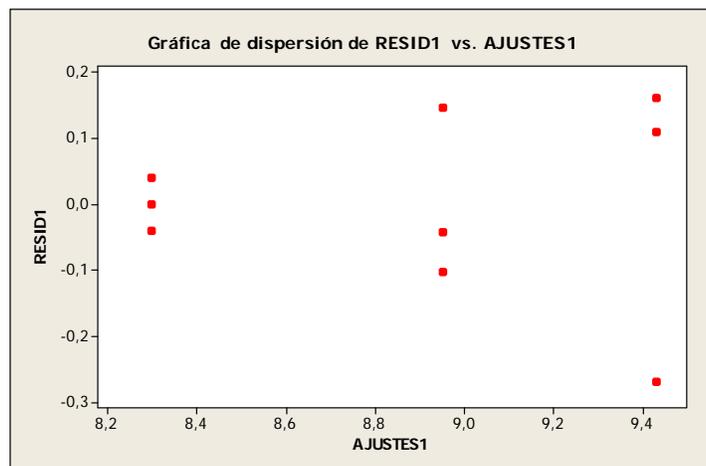


FIGURA 3.8 GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE RESIDUOS VS. AJUSTES

Mediante la Fig. 3.8. Hay suficiente evidencia estadística para determinar que no existe dispersión en los datos residuales.

- **Prueba de Igualdad de Varianza**

$$H_0: V_1^2 = V_2^2 = V_3^2$$

$$H_1 = 7H_0$$

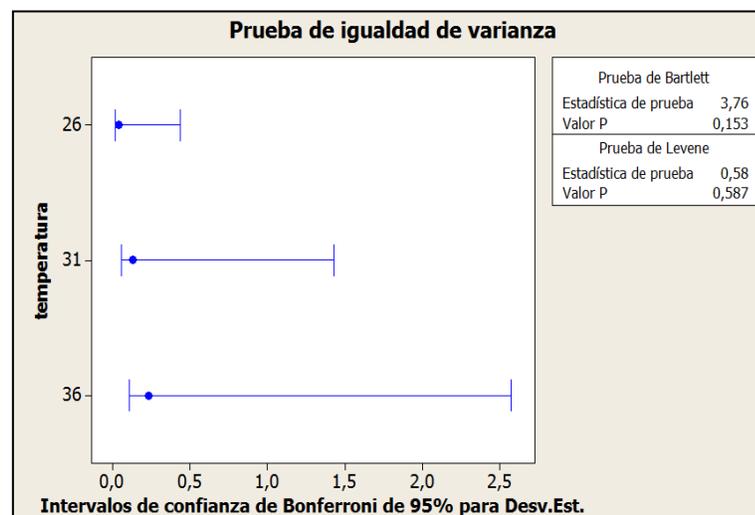


FIGURA 3.9. PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZA

Resultado: $P = 0,153$; $\alpha = 0,05$

$P > \alpha$. Se rechaza H_0 , puesto que existe suficiente evidencia estadística para aclarar que no hay igualdad en las varianzas de los datos. (Fig. 3.9)

3.2 Análisis de características sensoriales del arroz germinado

La prueba afectiva que se realizó para conocer la aceptabilidad del producto de manera general; se realizó con 30 panelistas y las 3 muestras codificadas con: 492 (31 °C), 873 (36 °C) y 105 (26 °C). En la tabla 20. se muestra las observaciones de los panelista con la calificación que varía de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos siendo: +2,+1,0,-1,-2.

TABLA 20
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ARROZ
GERMINADO

Panelista	492	873	105
1	1	2	-1
2	-2	1	0
3	-1	0	-2
4	1	2	0
5	1	1	1
6	-1	1	0
7	1	0	0
8	2	1	0
9	1	0	-1
10	1	2	0
11	0	0	0
12	-1	1	-1
13	1	1	0
14	1	2	0

15	0	0	-1
16	0	1	0
17	0	1	0
18	1	2	-1
19	1	1	0
20	1	0	0
21	-1	1	-1
22	1	2	0
23	1	2	-1
24	1	2	-1
25	0	0	-1
26	0	0	0
27	1	1	0
28	0	1	0
29	0	1	0
30	1	1	0

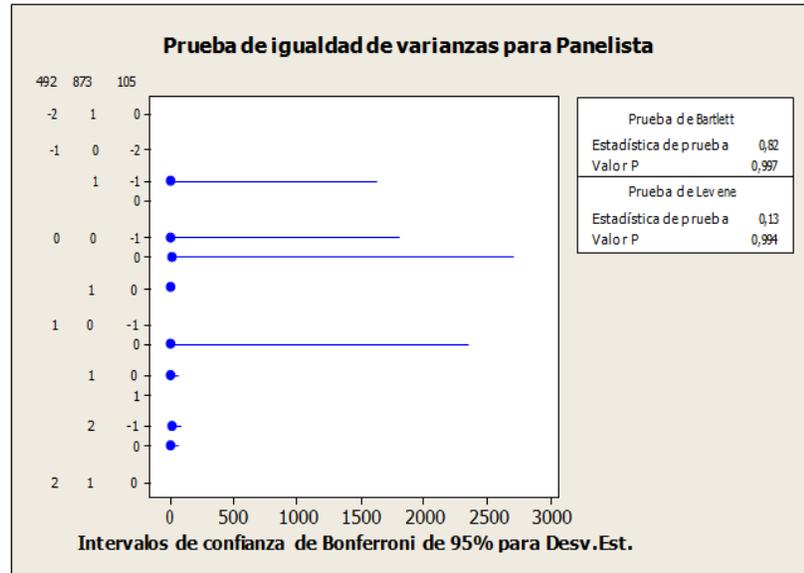
Romero, M. y Robles, C., 2012

La prueba siguiente es para determinar si las varianzas de los datos de la evaluación sensorial son desiguales, que sería lo más adecuado de esta manera el desarrollo de la prueba esta correcta y se podría tomar una conclusión.

Prueba de igualdad de varianza

$$H_0: V_1^2 = V_2^2 = V_3^2$$

$$H_1 = 7H_0$$



**FIGURA 3.10 PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS
PARA PANELISTAS**

Resultado: $P = 0,99$; $\alpha = 0,05$

$P > \alpha$. Se rechaza H_0 , puesto que existe suficiente evidencia estadística para aclarar que no hay igualdad en las varianzas de los datos.

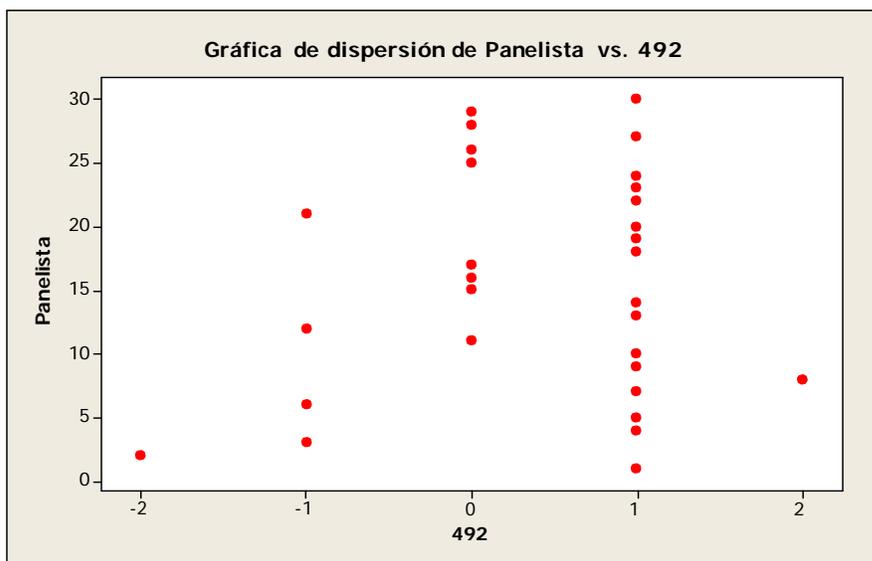


FIGURA 3.11 GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE PANELISTA VS. 492

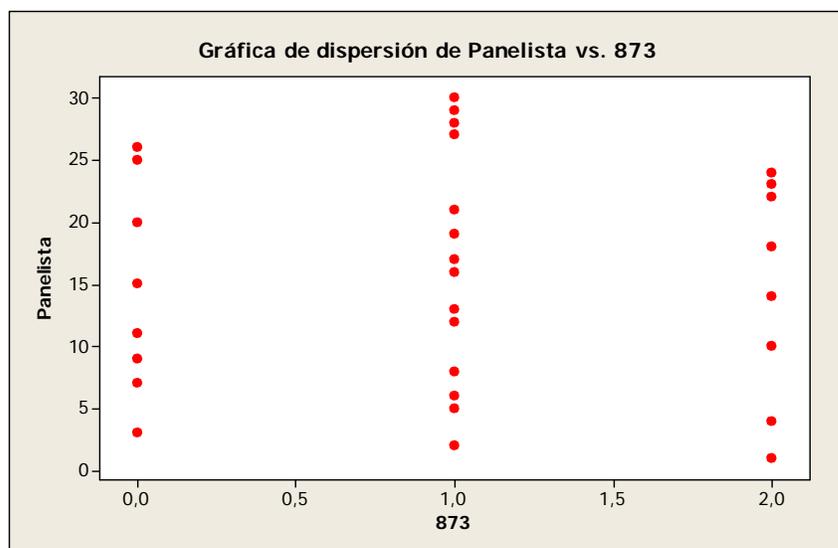


FIGURA 3.12 GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE PANELISTA VS. 873

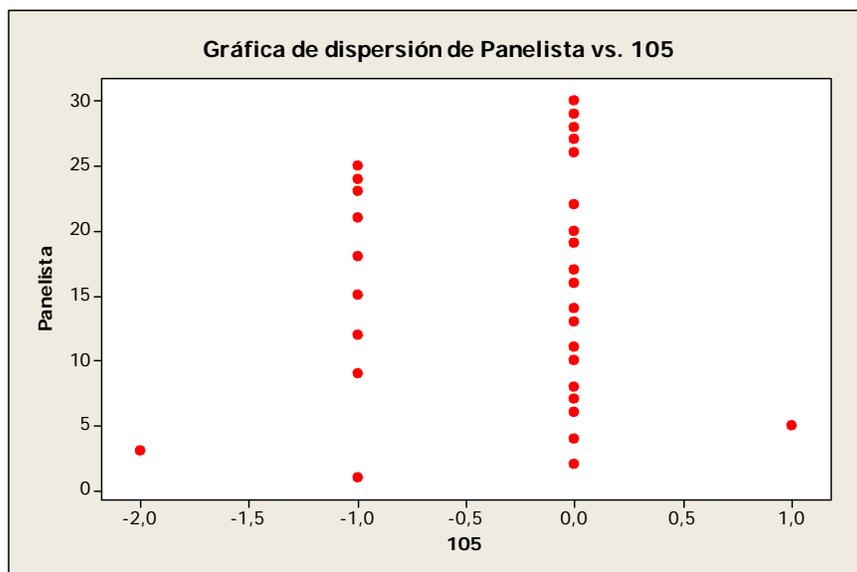


FIGURA 3.13 GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE PANELISTA VS. 105

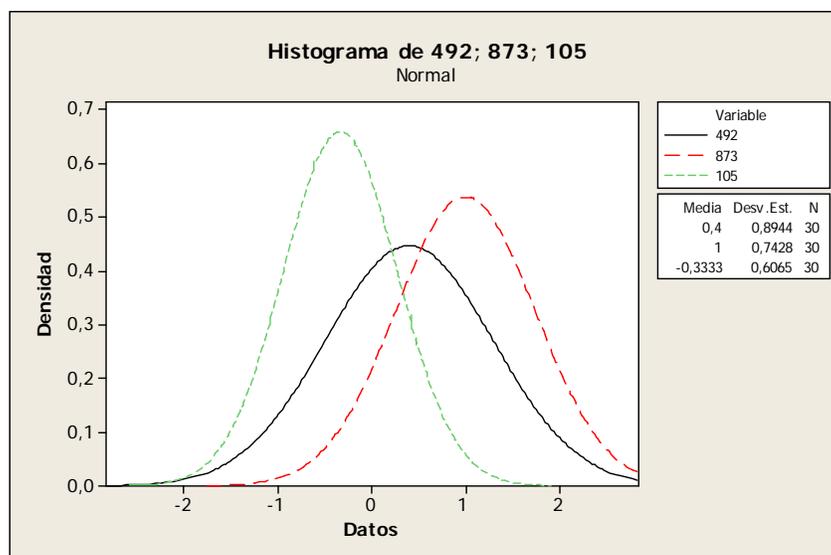


FIGURA 3.14 HISTOGRAMA DE 492; 873; 105

TABLA 21
RESULTADOS ESTADÍSTICOS

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

Romero, M. y Robles, C., 2012

Mediante las pruebas realizadas hay suficiente evidencia estadística para poder determinar que la muestra que representó mayor aceptación por los panelistas es la muestra 873 que corresponde a la muestra de arroz germinado a 36°C.

3.3 Rendimientos del proceso

En el proceso experimental de germinación realizado se usaron las muestras con peso fijo de 1 kg. Se controló el peso por paso para tener conocimiento de los rendimientos como se especificó.

3.3.1 Etapa de germinación

Proceso de remojo: inicial 1 Kg. Final: 2 Kg.; gana peso por el agua el 100%.

Proceso de germinado: inicial 2 Kg. Final: 1.8 Kg.; aumenta en peso lo que es semilla.

Como rendimiento de esta etapa inicial 1 Kg. De arroz en cáscara y final 1.8 Kg. De semilla germinada aumenta el 90% en peso.

3.3.2 Etapa de aireado

Proceso de aireado: inicial 1.8 Kg. Final: 1.2 Kg.; disminuye al evaporarse el agua hasta llegar a 10% de humedad de la semilla.

Como rendimiento de esta etapa se obtiene el 66.6% de arroz germinado.

3.3.3 Etapa de descascarillado

Proceso de descascarillado: se determinó un porcentaje de pérdida del 20% en cáscara de arroz. En base a una prueba de 100 g.

Como rendimiento de esta etapa disminuye en peso el 20% el arroz germinado terminando en 80%.

Como rendimiento total: inicia 1 Kg. y termina arroz germinado 0.96 Kg. Aumentando el 4% en peso final de arroz germinado descascarillado.

TABLA 22
RENDIMIENTOS DE OPERACIÓN

Rendimientos			
Etapa de remojo	Etapa de germinación	Etapa de aireado	Etapa de descascarillado
2 Kg.	1.8 Kg.	1.2 Kg.	0.96 Kg.
100%	90%	66.6%	80%
Final -4%			

Romero, M. y Robles, C., 2012.

3.4 Caracterización del arroz germinado

3.4.1 Pruebas físico-químicas

- Determinación de la Clase:

Las mediciones de la longitud del grano para la muestra de 100g resultaron que el 92% tienen medidas de 8 – 8,1 mm. de largo. Correspondiendo de acuerdo a la tabla 23 en el

rango de la clase determinada para grano largo.

TABLA 23
RANGOS PARA DETERMINACIÓN DE CLASE

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

Romero, M. y Robles, C., 2012

El análisis de apariencia, olor y color son resultados visuales por parte del operario. Y los parámetros de pH. y humedad por equipos específicos detallados en el capítulo 2. Los resultados se muestran en la tabla 24. Ambos resultados cumplen con las especificaciones humedad \leq 14% y pH. entre 6,2 -7. El porcentaje de proteína es el mayor arrojado en las pruebas realizadas.

TABLA 24
RESULTADOS FÍSICOS-QUÍMICOS

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

Romero, M. y Robles, C., 2012

En la prueba del pilado se uso 100g. de muestra los resultados se muestran en la tabla 25.

TABLA 25
PRUEBA DEL PILADO

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

Romero, M. y Robles, C., 2012

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

3.4.2 Pruebas microbiológicas

Se realizó pruebas microbiológicas básicas en la muestra cocida de arroz germinado, en la tabla 26 se presenta los resultados obtenidos.

TABLA 26
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

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

Romero, M. y Robles, C., 2012.

La muestra es aceptable de acuerdo a los resultados microbiológicos.

3.5 Requerimiento de empaque y almacenamiento

El empaque primario serán fundas laminadas de material polipropileno biorientado más monorientado con impresión de la etiqueta, para el peso de 1 Kg. Luego del envasado se debe conserva en un lugar fresco y seco para evitar el ataque de hongos e insectos como el gorgojo; al ser un arroz con mayor nutrientes es más delicado, la temperatura ambiente del área de almacenamiento no debe tener más de 20°C. y la humedad relativa de 70%; para que el producto cumpla con el tiempo de vida útil que es de 12 meses y con el 13% de humedad en peso. Para estibar el producto en el área de

almacenamiento se realiza en sacos de plástico para su posterior distribución.

CAPÍTULO 4

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GERMINADO.

4.1 Detalle del Proceso

El arroz germinado se puede obtener del llamado arroz paddy, que son los granos de arroz que presentan una envoltura (cáscara y cutícula) y se han desprendido los embriones (ñelen), comprendidos entre 6 y 7 mm. de longitud de grano entero, con un 10-12% de humedad.

El proceso de fabricación da inicio con la compra de arroz paddy a proveedores debidamente certificados, en base a normas técnicas de calidad y sanidad para el consumo libre de arroz.

El proceso da inicio con la recepción de la materia prima variedad F50, normalmente las partículas que se pueden encontrar en esta variedad

son: pajilla, semillas, tierra, etc. Se procedió a lavar con agua destilada y desinfectar con hipoclorito de sodio 5ppm. Posteriormente se realiza un enjuague con agua destilada para eliminar residuos del desinfectante utilizado. El proceso de hinchamiento, consistió en sumergir las semillas en agua destilada (1:1.5) y dejarlas reposar luego 24 horas lo que provocó que su peso aumentara en 1 kg. Después, se escurrió el agua y se colocaron las semillas en una placa de acero inoxidable de 44x65 mm. Se colocó una lámina de 10 mm. de altura de arroz con de agua destilada 500ml., de tal manera que la semilla quedaran cubiertas. Se dejó germinar la semilla a tres temperaturas estrictamente controladas 26°C. (temperatura ambiente), (Fig.4.1), 31°C. y 36°C. en estufa (Fig. 4.2). Para la primera temperatura, se esperó 48 horas para que ocurriera el proceso de germinación, para la segunda temperatura se esperó 36 horas y para las terceras 24 horas. Para las tres temperaturas, se detuvo el proceso de germinación cuando el embrión alcanzó 5 mm. de largo.



Romero, M. y Robles, C., 2012

FIGURA 4.1 MÉTODO DE GERMINACIÓN EN PLACA A TEMPERATURAS AMBIENTE DE 26°C.



Romero, M. y Robles, C., 2012

FIGURA. 4.2 MÉTODO DE GERMINACIÓN EN PLACA A TEMPERATURAS CONTROLADA 36°C.

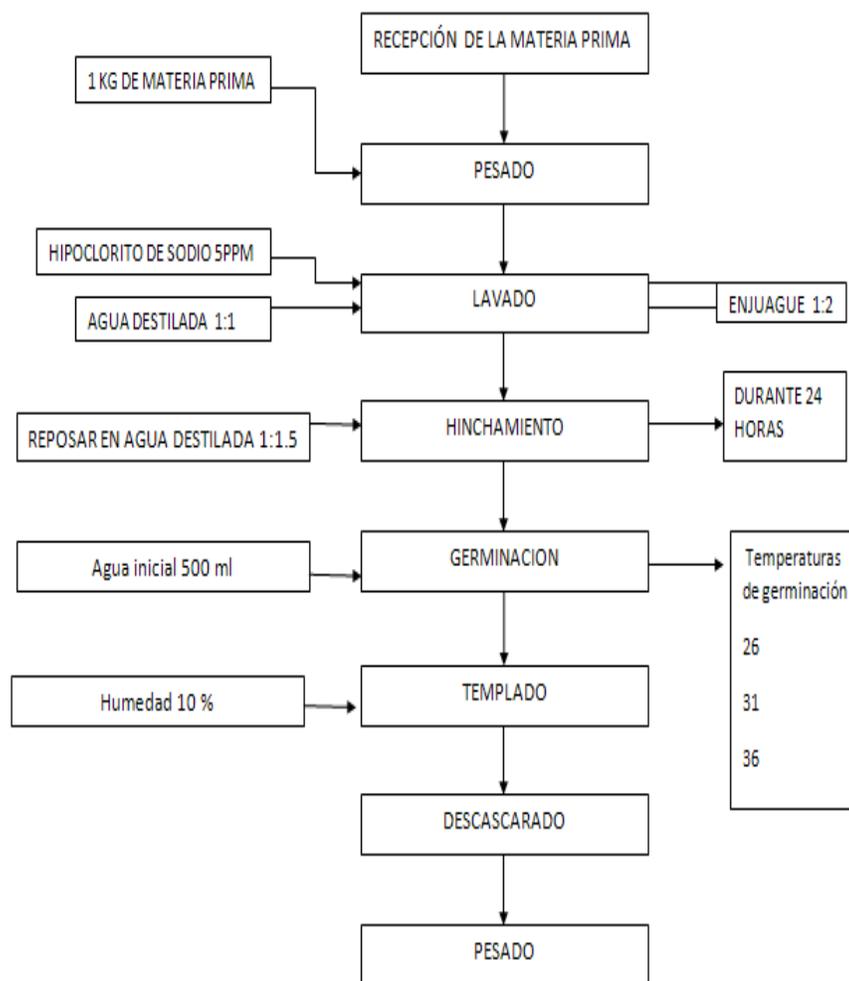
Después, se procedió a templar la semilla germinada, proceso de secado al sol comúnmente usado en la industria arrocera, hasta obtener una humedad en base húmeda de 10% (Fig. 2.0). Luego de esto, con un “Descascarador THP-3” (Fig. 2.2), cuya potencia es 1 HP y velocidad de trabajo 1720 rpm., se procedió a quitarle la cáscara a la semilla germinada. (fig. 4.3)



Romero, M. y Robles, C., 2012

**FIGURA 4.3 ARROZ GERMINADO
DESCASCARADO**

4.1.1 Diagrama de flujo.



Romero, M. y Robles, C., 2012

FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EXPERIMENTACIÓN.

4.2 Equipos

ZARANDAS:

Aquí se lleva a cabo el proceso de pre limpia, que facilita que las máquinas trabajen de mejor manera y evitar interrupciones durante el proceso.

Características

La zaranda presenta una grande área y doble ventilación avalúan una limpieza eficaz de los granos, uniendo alta calidad con bajo costo operacional [25].

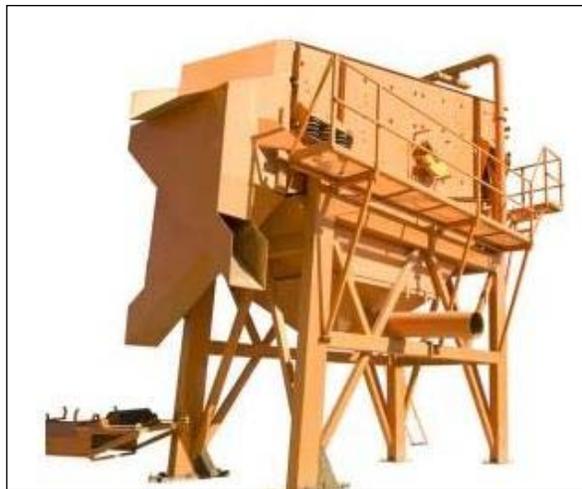


FIGURA 4.5 ZARANDAS VIBRATORIAS ZL363

TABLA 27
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LAS ZARANDAS
VIBRATORIAS

MODELO	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	CANTIDAD DE PISOS	POTENCIA Kw.	CAPACIDAD (Tn/h)
ZL363	1.2	3,0	3	5.5	2.5

Fuente: manual de equipos TECMAQ, 2012.

DESPEDREGADORA

Aquí se separa pepas o piedras de menor tamaño que no lograron quedarse en la pre limpia [26].

Características

- Piedra de descarga y resot mecanismo: algunos cereales contienen piedras, esta fracción mezclada se envía a la bahía secundaria de tamiz de un sistema de transferencia neumática con un ventilador incorporado las piedras se concentran y se descarga.
- Mantenimiento muy bajo: Construcción de alta resistencia, lubricación permanente y fácil acceso

a los tamices para la limpieza o el resultado de sustitución en un mantenimiento muy bajo

- Diseño compacto: posee una unidad compacta y requiere menos espacio de instalación. De esta manera contribuye a la mejora de saneamiento en la planta [27].



FIGURA 4.6 DESPEDREGADORA SGA5B-T

TABLA 28
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA
DESPEDREGADORA SGA10B-T

MODELO	SGA10B-T
CAPACIDAD	7
(T./h.)	10
Requerimiento motor	0,3-0,75
(KW)	
Volumen (m³/min)	120-140
Presion (Kpa)	-0.7

GERMINADOR

El germinador de Jacobsen consiste de un conjunto de celdas de germinación mediante un baño de agua que por debajo de las muestras, no sólo termostatiza la celda de germinación sino que también provee de la humedad necesaria. El papel sustrato se embebe de agua mediante espirales que tocan el baño de agua y permiten el ascenso capilar de agua a las celdas

Las celdas a su vez van cubiertas por un domo transparente que permite la conservación de la humedad, y un orificio en el centro del domo garantiza por un lado un suministro de aire fresco.

Con panel frontal y control fácil de usar, a dos idiomas, que permite la

programación completa en forma rápida y sencilla. Alta precisión en el control de la temperatura [28].



FIGURA 4.7 MESA GERMINADORA JACOBSE 5301

**TABLA 29
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA MESA
GERMINADORA JOCOBSE 5301**

MODELO	5301
Método de germinación	Jacobsen Mínimo
de temperatura	5 °C
Máximo de temperatura	40°C
Desviación de temperatura	± 0,5 °C
Ancho de la superficie (mm)	1440
Profundidad de la superficie (mm)	820
Conexión eléctrica (V/Hz)	230/50
Capacidad (Tn)	2

Fuente: manual de equipos Satake, 2012.

SECADOR

La secadora de lecho fluidizado constituye un sistema de secamiento para arroz paddy con alta humedad, utilizando altas temperaturas, en un corto periodo de tiempo [29].

Características

- Incremento en el rendimiento de granos enteros:

Debido a la “semi” gelatinización de los almidones contenidos al interior del grano y el efecto de post-endurecimiento (atemperamiento), el equipo no afecta el sabor, color, u otra propiedad relevante del arroz.

- Remoción de impurezas livianas:

Debido a la presión de aire manejada y alto flujo de proceso se logra obtener la separación de impurezas livianas.

Reducción de la infestación durante el almacenamiento

La alta temperatura del aire de secado (90 - 150°C. ó 194 - 302°F.) determina una reducción considerable en la eliminación de insectos, huevos y larvas.

- Ahorro en el consumo de combustible:

Hasta un 50% debido al tiempo de secamiento más rápido.



FIGURA 4.8 SECADOR LECHO FLUIDIZADO DRH-6S

TABLA 30

**CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SECADOR
LECHO FLUIDIZADO DRH-6S**

CAPACIDAD	DIMENSION	POTENCIA	ELIMINACION DE HOMEDAD
150 Kg./h.(productos finales)	5000*1100*1800	6,7 Kw	10%

Fuente: manual de equipos Satake, 2012.

DESCASCARADO

Realiza la separación del grano integral de la cáscara [30].

Características

- Mayor capacidad:

Cuenta con una tecnología de alimentación única en su tipo, inicialmente desarrollada y utilizada en los equipos clasificadores por color de Satake. Resultado de un sistema que presenta el arroz paddy en la mejor orientación posible a los rodillos y a la más alta capacidad práctica para la variedad de arroz a ser descascarado.

- Reducción de quebrados:

Posee una reducción significativa en el nivel de quebrados producidos durante el proceso de descascarado.

- Operación automática:

Este esquema de control resulta en una mayor uniformidad en la operación de descascarado y optimización de la eficiencia del mismo.

- Durabilidad de los rodillos de hulle:

Posee un sistema de control preciso, aumenta sustancialmente la eficacia del proceso de descascarado así como la durabilidad de sus rodillos en un 30%.

- Nuevo diseño:

El cabezal del descascarador ha sido movido hacia el frente, facilitando el acceso al operador al cambiar el rodillo de hulle.



FIGURA 4.9 DESCASCARADORA HR 1055-2

TABLA 31
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA
DESCASCARADORA HR IO55-2

Componente	DESCASCARADOR HU10SS
	CAMARA DE ASPIRACION HA10P
CAPACIDAD DE ARROZ (TON/HR)	3.5-5.5
POTENCIA REQUERIDA (Kw)	7.5 +3.7
PESO BRUTO APROX. (Kg)	1400
VOLUMEN APROXIMADO (m³)	7,5

Fuente: manual de equipos Satake, 2012

SEPARADORA DE PADDY

Ésta permite separar los granos que no fueron descascarados de los que sí lograron descascararse, los primeros serán retornados al descascarado [31].

Características

- Operación Estable: no se requiere ajustes durante la operación por el trabajo de separación estable y constante que se obtiene en estas máquinas.

- **Mínimo Espacio de Instalación:** diseño compacto y de gran capacidad. El espacio requerido para la instalación es pequeño en relación a su gran capacidad de separación.
- **Dispositivo de Parada Automática:** la máquina se detiene automáticamente tan pronto como el tanque de alimentación está por quedar vacío.
- **Facilidad de Muestreo:** muestras de arroz cargo pueden tomarse de una salida especial cambiando solo las válvulas provistas permitiendo así inspeccionar tanto la calidad como la cantidad de flujo.
- **Facilidad de inspección de la calidad de la separación:** la zona de la descarga es cubierta por una lámina transparente que permite fácil chequeo de la calidad de separación.
- **Excelente efecto de separación:** diseñada especialmente para la separación de granos largos de paddy de granos largos de cargo, así como granos cortos de paddy de granos cortos de cargo.



FIGURA 4.10 SEPARADOR DE PADDY PS400D-L

**TABLA 32
CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SEPARADOR DE
PADDY PS400D-L**

ESPECIFICACIONES	
POTENCIA REQUERIDA (Kw)	2,2
CAPACIDAD (TON/Hr)	3,5-5.0
REVOLUCIONES DEL EJE MOTRIZ (rpm)	295-300
PESO BRUTO APROXIMADO (Kg)	1620
VOLUMEN APROXIMADO (m3)	9,4

Fuente: manual de equipos Satake, 2012

- Separadora de granos verdes

Con esta máquina se separa los granos en buen estado de los granos inmaduros y mal formados o dañados por insectos y hongos para evitar una mala presentación del producto terminado.

Características

- Disminuye significativamente el rechazo de los granos en buen estado.

Granos individuales se distinguen por el uso de procesamiento de imágenes digitales para eliminar granos rechazados.

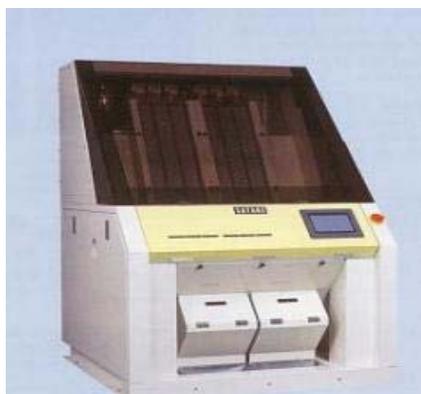
- Clasificación con una mayor precisión:

La clasificación de la precisión ha mejorado significativamente por el uso de sensores CCD, que tienen cinco veces más altas resoluciones de compatibilidad. Pequeños defectos pueden ser detectados y rechazados con una precisión mucho mayor.

- Capacidad de clasificación para cualquier tipo de arroz.

Debido a su sistema de control informatizado, la serie RMGS se puede aplicar para cualquier tipo de arroz. Por lo tanto, es capaz

de clasificar simultánea de tiza de arroz y descoloridos, así como de resina transparente y blanco y vidrio [32].



**FIGURA 4.11 SEPARADORA DE GRANOS
VERDES RMGS 280**

**TABLA 33
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA SEPARADORA
DE GRANOS VERDES RMGS 280**

MODELO	RGMGS 280		
CAPACIDAD	AMS	BM	AIS
(t/h)	3.6	5.4	3.6
Potencia (KW)	1.2 - 1.7		
volumen (m3)	200 – 500		

Fuente: manual de equipos Satake, 2012.

Plan sifter (separador de arrocillo fino)

Aquí se separan los granos de menor tamaño del 25% al 75% del tamaño del grano entero

Características

El tamiz rotativo incorporado por Satake consiste en un diseño completamente nuevo, con muchas características de tiempo se desarrolló a partir de años de experiencia y mejorar técnicas. La máquina puede tamizar molido Arroz eficazmente y con precisión en 2 a 7 clases [33].



FIGURA 4.12 PLAN SIFTER. ST-1034R-T

TABLA 34
CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL PLAN SIFTER
ST-1034R-T

MODELO	CAPACIDAD (T/Hr)	POTENCIA	PESO (Kg)
ST- 1034R-T	4,5	1,5	1600

Fuente: manual de equipos Satake, 2012

Tolva de Envasado

Se pueden adaptar para su uso como un separador de admisión Silo y también es compatible con una unidad de aspirador o con una tolva en la salida del stock [34].

Características

- Alta eficiencia de separación
- Construcción robusta con bajos requerimientos de mantenimiento
- Eliminación de tamiz fácil
- Inspección fácil extracción de la tapa
- Motor simple y precisa alineación



FIGURA 4.13 TOLVA DE ENVASADO SFI100GA-T

**TABLA 35
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE TOLVA DE
ENVASADO SFI100GA-T**

MODELO	SFI100GA-T	
CAPACIDAD	PADDY	5
(t/h)	BROWNRICE	1
Requerimiento motor	0,8	
Volumen (m ³ /min)	1	
Presion (Kpa)		

Fuente: Manual de equipos Satake, 2012

Envasado y sellado

- Un dispositivo formador de envase determina el ancho de las bolsas, siendo regulables los largos sin necesidad de

modificaciones, lo que hace muy sencillo el cambio de formato del envase.

- El avance de la lámina se efectúa mediante rodillos laterales de tracción accionados por motor. El resto de los movimientos son neumáticos.
- Pueden incorporarse como opcionales: Sistema de plegado, que permite obtener envases planos en su parte inferior, codificador, sistema de carga, cinta transportadora de salida y barrido con gas inerte para productos perecederos.
- Esta máquina puede proveerse con dosificador a tornillo sinfín (productos pulverulentos de difícil deslizamiento, como harina, especias, cacao, café, etc.)
- Material de envase: Polietileno, polipropileno, celofán, laminados u otros materiales flexibles y termosoldables



**FIGURA 4.14 SATAKE CORPORATION
Envasadora y Etiquetadora.**

**TABLA 36
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENVASADORA
Y ETIQUETADORA**

Dimensiones de la máquina	Alto	1600 mm
	Ancho	1030 mm
	profundidad	1300 mm
Capacidad	60-70 envases por min	

Fuente: Manual de equipos Satake, 2012.

4.2.1 Escalado.

El escalado del proyecto se realizó con los datos estadístico de la INEC y el crecimiento poblacional estipulados

correspondientes al 1.52% con la estimación de 20% de aumento por año.

TABLA 37
PROYECCION Y DEMANDA

%	SEGMENTO	Año 0	1er año	2do año	3er año	4to año
	Habitantes	14.483.499	14.703.648	14.923.797	15.143.947	15.364.09
50	Habitantes de la	7.236.822	7.346.822	7.456.821	7.566.821	7.676.821
45	Hombres y Mujeres de 20-45 de edad	3.256.570	3.306.070	3.355.570	3.405.070	3.454.569
60	Nivel socio económico medio-medio y medio-alto	1.953.942	1.983.642	2.013.342	2.043.042	2.072.742
90	Consumo arroz	1.465.456	1.487.731	1.510.006	1.532.281	1.554.556
25	Consumo arroz integral	488.486	495.911	503.336	510.761	518.186
18	Proyección de la demanda	87.927	89.264	90.600	91.937	93.273
12	Proyección de ventas anual *	1.055.130	1.071.168	1.087.206	1.103.244	1.119.282
Incremento de Proyección			1.52%	3.04%	4.56%	6.08%

Romero, M. y Robles C., 2012

- Mano de obra

La empresa cuenta con veintiún colaboradores de los cuales dos pertenecen al departamento de Administración, uno al de

comercialización, trece al departamento operativo, uno al departamento de calidad, dos al departamento de seguridad y dos al departamento de limpieza y sanitización de la planta todos trabajan de manera permanente:

TABLA 38
COSTO DE MANO DE OBRA

COSTOS DE MANO DE OBRA				
Cargo	No.	V. Unitario	V. Total	
Jefe Administrativo	1	800	800	
Secretaria Contable	1	300	300	
Jefe de Producción y Calidad	1	600	600	
Analista de Marketing y Ventas	1	450	450	
Operarios	12	240	2880	
Encargado de bodegas	1	300	300	
Guardia de Seguridad	2	240	480	
Personal de limpieza	2	240	480	

Romero, M. y Robles, C., 2012.

- Maquinarias

La inversión en maquinaria es de \$238.881,5 dólares que se describirán a continuación en la tabla 39. Toda maquinaria que este en constante trabajo con el pasar del tiempo llega a devaluarse o depreciarse hasta quedar un

valor en libros.

TABLA 39
COSTO DE MAQUINARIA

COSTO DE MATERIALES/EQUIPOS/MAQUINARIAS				DEPRECIACIÓN
Equipo	No.	V. Unitario	V. Total	Depreciación/M
Zarandas	2	80	16000	120
Despedradora	1	10	10000	75
Germinador	2	28	56000	420
Purificador de agua	1	30	3000	22.5
Tanque de cloro	1	10	1000	7.5
Calentador	1	80	800	6
Montacargas	1	80	8000	60
Balanza de camión	1	30	30000	225
Silos	2	60	12000	90
Ventiladores	4	70	2800	21
Control de plagas	1	50	500	3.75
Transformadores de electricidad	1	10	10000	75
Generador de 80Kw	1	20	20000	150
Muebles de oficina	2	50	10000	75
Equipos de de computación	2	40	8000	60
Descascarador	1	22	22000	165
Separadora de granos no descascarillados	1	15	15000	75
Separadora de granos verdes	1	15	15000	112.5
Separador de granos pequeños	1	15	15000	112.5
Envasadora de 30 fundas/min	1	35	35000	262.5
Compresor de 1L/s	1	40	4000	30
Tolva de envasado	1	10	10000	75
Jabón yodado (4 Kg)	5	14		-
Sanitizante (10 L)	5	36	182.5	-
Hipoclorito (20 L)	5		200	-
Esponjas (3)	5			-
TOTAL			304561.5	2243.25

Romero, M. y Robles, C., 2012

TABLA 40
SERVICIOS BASICOS

CONSUMO DE E. ELÉCTRICA/Kwh	8334	\$ 50.004.00
CONSUMO DE AGUA/m³ al mes	70	\$ 49.00
CONSUMO TELEFÓNICO		\$ 35.00
		\$ 50.039.00

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 41
VALOR UNITARIO DE LA MATERIA

PRIMA VALOR UNITARIO	
arroz semilla	\$
	0.66
TOTAL	\$
	0.66

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 42
COSTOS DE EMBALAJE

COSTOS DE EMBALAJE	PRECIO/UNID.	
Funda de polietileno	\$	0.01
Sacos de plástico	\$	0.03
Piola/m	\$	0.06
TOTAL	\$	0.10

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 43
CANTIDAD DE MATERIA PRIMA

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA	Cantidad/ Unidad
Arroz	0.66
TOTAL	0.66

Romero, M. y Robles, C., 2012.

- Costos fijos

El capital fijo del proyecto es de \$59.125,65 dólares valor que se lo detalla en la tabla 44.

TABLA 44
COSTOS FIJOS

COSTOS FIJOS	
Mano de obra	\$ 5.030.00
Depreciación	\$ 2.378.25
Alquiler	\$ 2.000.00
Energía eléctrica/Kw	\$ 50.004.00
Agua/m³	\$ 49.00
Consumo Telefónico	\$ 25.00
Papelería	\$ 15.00
Mantenimientos	\$ 100.00
Combustible	\$ 150.00
TOTAL/mes	\$ 59.751.25
Costo Fijo Total Anual	\$ 717.015.00
Costo Fijo Unitario	\$ 0.57

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 45
COSTOS VARIABLES

COSTOS VARIABLES		
Materia prima	\$	0.66
TOTAL	\$	0.66

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 46
PRECIO DEL PRODUCTO EN MERCADO

COSTO TOTAL UNITARIO	UTILIDAD/UNIDAD
\$1.33	0.47
PRECIO	\$1.80

Romero, M. y Robles, C., 2012.

TABLA 47
PROYECCIÓN DE INGRESOS

PROYECCIÓN DE INGRESOS					Total
Precio de venta	1^{er} año	2^{do} año	3^{er} año	4^{to} año	
\$1.80	\$1.899.233.57	\$1.928.101.92	\$1.956.970.27	\$1.985.838.62	\$7.770.144.37
PROYECCIÓN DE COSTOS FIJOS					Total
	1^{er} año	2^{do} año	3^{er} año	4^{to} año	
	\$717.015.00	\$717.015.00	\$717.015.00	\$717.015.00	\$2.868.060.00
PROYECCIÓN DE COSTOS VARIABLES					Total
	1^{er} año	2^{do} año	3^{er} año	4^{to} año	
	\$706.970.70	\$717.555.77	\$728.140.83	\$738.725.89	\$2.891.393.18

Romero, M. y Robles, C., 2012

TABLA 48
FLUJO DE CAJA

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
INGRESOS					
1. Saldo Inicial					
2. Ventas					
CONTADO	\$ 1.899.233.57	\$ 1.928.101.92	\$ 1.956.970.27	\$ 1.985.838.62	\$ 7.770.144.37
Total Ventas del Año	\$ 1.899.233.57	\$ 1.928.101.92	\$ 1.956.970.27	\$ 1.985.838.62	\$ 7.770.144.37
Flujo Total de Efectivo	\$ 1.899.233.57	\$ 1.928.101.92	\$ 1.956.970.27	\$ 1.985.838.62	\$ 7.770.144.37
EGRESOS					
1. Costos Fijos	\$ 428.970.25	\$ 100.970.25	\$ 100.970.25	\$ 100.970.25	\$ 731.881.00
<i>1.1 Honorarios fijos de oficina</i>	\$ 75.480.00	\$ 75.480.00	\$ 75.480.00	\$ 75.480.00	\$ 301.920.00
Jefe Administrativo	\$ 9.600.00	\$ 9.600.00	\$ 9.600.00	\$ 9.600.00	\$ 38.400.00
Secretaria Contable	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 14.400.00
Jefe de Producción y Calidad	\$ 7.200.00	\$ 7.200.00	\$ 7.200.00	\$ 7.200.00	\$ 28.800.00
Analista de Marketing y Ventas	\$ 5.400.00	\$ 5.400.00	\$ 5.400.00	\$ 5.400.00	\$ 21.600.00
Operarios	\$ 34.560.00	\$ 34.560.00	\$ 34.560.00	\$ 34.560.00	\$ 138.240.00
Encargado de bodegas	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 3.600.00	\$ 14.400.00
Guardia de Seguridad	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 23.040.00
Personal de limpieza	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 5.760.00	\$ 23.040.00
<i>1.2 Gastos Administrativos</i>	\$ 19.112.00	\$ 23.112.00	\$ 23.112.00	\$ 23.112.00	\$ 88.448.00
Teléfono/Fax	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 1.200.00
Agua	\$ 336.00	\$ 336.00	\$ 336.00	\$ 336.00	\$ 1.344.00
Electricidad	\$ 1.296.00	\$ 1.296.00	\$ 1.296.00	\$ 1.296.00	\$ 5.184.00
Alquiler	\$ 14.000.00	\$ 18.000.00	\$ 18.000.00	\$ 18.000.00	\$ 68.000.00
Papelería	\$ 180.00	\$ 180.00	\$ 180.00	\$ 180.00	\$ 720.00
Mantenimiento	\$ 1.200.00	\$ 1.200.00	\$ 1.200.00	\$ 1.200.00	\$ 4.800.00
Combustible	\$ 1.800.00	\$ 1.800.00	\$ 1.800.00	\$ 1.800.00	\$ 7.200.00
<i>1.3 Depreciación</i>	\$ 2.378.25	\$ 2.378.25	\$ 2.378.25	\$ 2.378.25	\$ 9.513.00
<i>1.4 Inversión de Maquinaria</i>	\$ 332.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 256.300.00
Zarandas	\$ 16.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.000.00
Despedradora	\$ 10.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.000.00
Germinado	\$ 56.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 22.000.00
Purificador de agua	\$ 3.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.500.00
Tanque de cloro	\$ 1.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 800.00
Calentador	\$ 1.200.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 800.00
Montacarga	\$ 8.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.400.00
Balanza de camión	\$ 37.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 30.000.00
Silos	\$ 12.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.000.00
Ventiladores	\$ 2.800.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.800.00
Transformadores	\$ 1.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.000.00
Generador	\$ 20.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 20.000.00
Muebles de oficina	\$ 10.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.000.00
Descascaradora	\$ 22.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 22.000.00
Separadores de granos verdes	\$ 15.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 15.000.00
Separadora de granos nos descasarrillados	\$ 15.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 15.000.00
Separadora de granos pequeños	\$ 15.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.000.00
Tolva de envasado	\$ 10.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.000.00
Equipos de computación	\$ 8.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.000.00
Envasadora	\$ 35.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 35.000.00
Instalación de equipos	\$ 30.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 30.000.00
Compresor	\$ 4.000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.000.00
2. Costos Variables	\$ 696.385.64	\$ 706.970.70	\$ 717.555.77	\$ 728.140.83	\$ 2.849.052.94
<i>2.2 Costo variable de Producción</i>	\$ 696.385.64	\$ 706.970.70	\$ 717.555.77	\$ 728.140.83	\$ 2.849.052.94
Otros gastos Fijos	\$ 3.540.00	\$ 3.540.00	\$ 3,540.00	\$ 3,540.00	\$ 14,160.00
Servicios de Contabilidad	\$ 1.080.00	\$ 1,080.00	\$ 1,080.00	\$ 1,080.00	\$ 4,320.00
Servicios de Seguridad	\$ 1.320.00	\$ 1,320.00	\$ 1,320.00	\$ 1,320.00	\$ 5,280.00
Servicios de Aseo	\$ 1.140.00	\$ 1,140.00	\$ 1,140.00	\$ 1,140.00	\$ 4,560.00
TOTAL EGRESOS	\$ 1.128.895.89	\$ 811.480.95	\$ 822.066.02	\$ 832.651.08	\$ 3.595.093.94
Flujo Neto de Efectivo	\$ 770.337.68	\$ 1.116.620.96	\$ 1.134.904.25	\$ 1.153.187.54	\$ 4.175.050.44

Romero, M. y Robles, C., 2012

- Valor actual neto (VAN)

El VAN calcula el valor neto presente en cualquier tipo de inversión a partir de una tasa de descuento y un sin número de pagos a futuro.

El proyecto es rentable debido a que el valor actual neto es positivo, teniendo un valor de \$ 2.205.358,89 dólares.

- Tasa interna de retorno (TIR)

El TIR es la tasa ofrecida por el proyecto, en este caso la tasa interna de retorno es del 79% indicando en sí que el proyecto es viable.

TABLA 49
TIR Y VAN

Tasa de Interés	Inversión Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
0.1	- 1128895.89	846665.28	1117248.56	1135531.85	1153815.14
	TIR	79%			
	VAN	\$2.205.358.89			

Romero, M. y Robles, C., 2012.

4.2.2 Lay Out de la Línea de Germinación

El siguiente plano tomó de referencia una planta existente en la cual se implementó la línea de germinado.

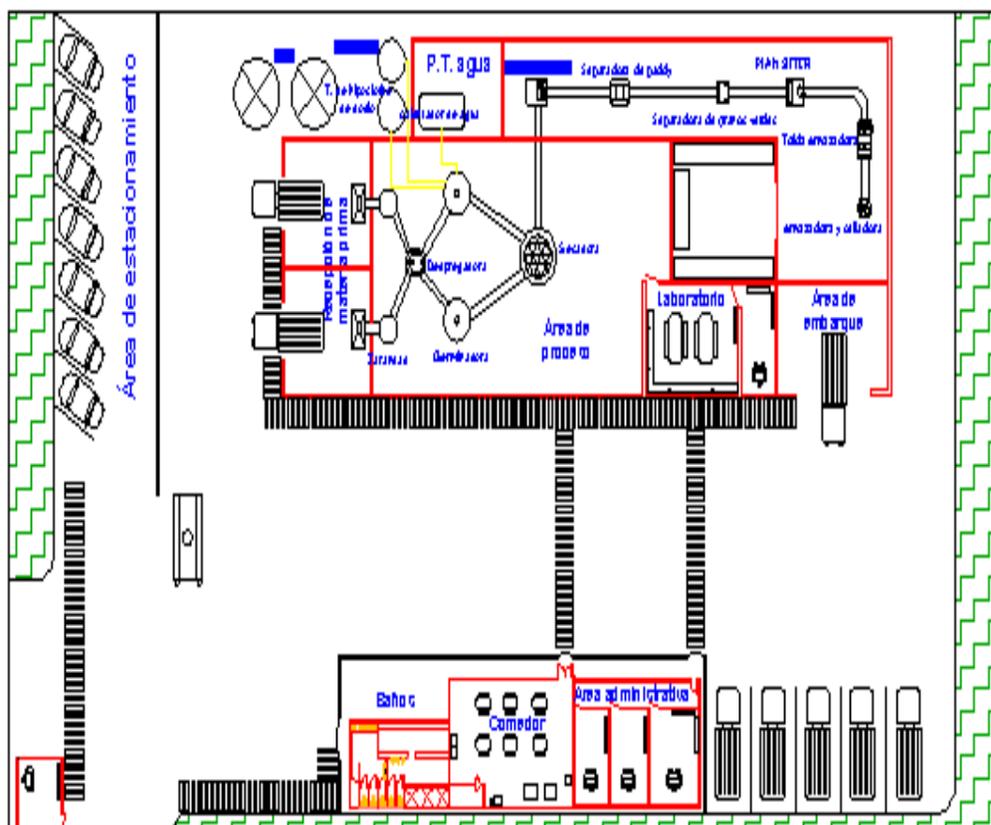
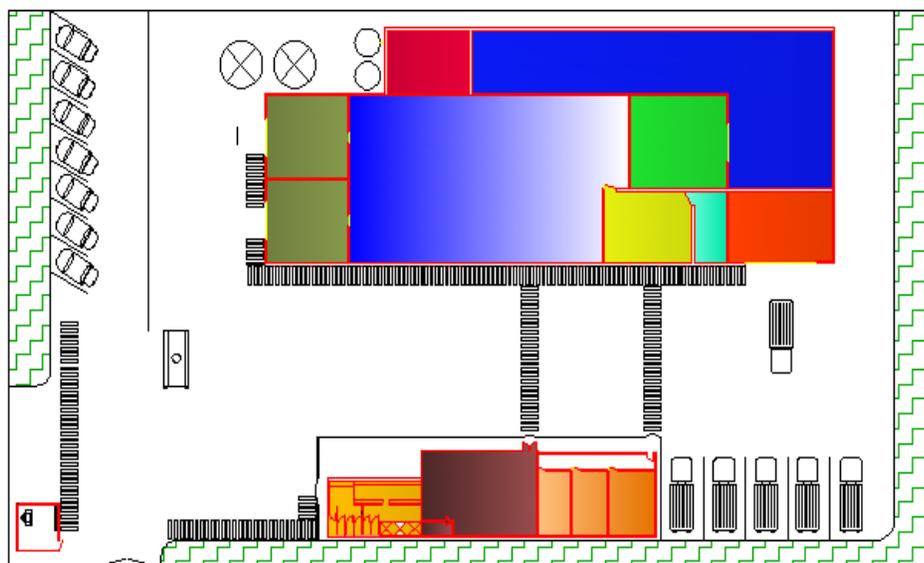


FIGURA 4.15 LAY OUT DE LA LÍNEA DE ARROZ GERMINADO

Romero, M. y Robles, C., 2012.



**FIGURA 4.16 LAY OUT DE LA LÍNEA DE ARROZ GERMINADO.
IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS POR COLORES.**

Romero, M. y Robles, C., 2012.

- | | |
|--|---|
| 1. Vigilancia y guardia |  |
| 2. Servicios higiénicos y vestidores |  |
| 3. Comedor |  |
| 4. Área administrativa |  |
| 5. Estacionamientos |  |
| 6. Recepción de la materia prima |  |
| 7. Laboratorio de calidad |  |
| 8. Área de proceso |  |
| 9. Almacenamiento de materia prima |  |
| 10. Tratamiento de agua |  |
| 11. Área de almacenamiento de producto terminado |  |
| 12. Área de embarque |  |

4.3 Estimación de inversión

La inversión con la que debe iniciar la empresa para la industrialización de arroz germinado F50 es de \$ 422.209,90 dólares americanos; lo cual servirá para adquirir todos los activos necesarios para poner en funcionamiento su actividad productiva.

TABLA 50
ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN INICIAL

INVERSION INICIAL	
59.616.25	COSTOS FIJOS MES
304561.5	INVERSION EN MATERIALES
58.032.15	COSTOS VARIABLES DEL MES
422.209.90	TOTAL

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Al germinar a diferentes temperaturas las muestras se observó que el tiempo de germinación está estrechamente relacionado con la temperatura, a mayor temperatura menor es el tiempo de germinación con un rápido crecimiento del embrión y aumenta el contenido proteico en el arroz paddy.

El análisis de los resultados proteicos de las muestras y los resultados de la evaluación sensorial se realizaron de manera estadística mediante: A) La prueba de contraste y B) Los 3 supuestos estadísticos. Ambas pruebas definieron que: hay suficiente evidencia estadística, las constantes influyen: se determinó que los datos muestran normalidad, no existe dispersión de los datos residuales, siendo la media y la varianza diferentes entre los

mismos.

De acuerdo a los análisis, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que el arroz con mayor porcentaje de 9.59% es el arroz germinado a 36°C. por 24h. Mediante las pruebas realizadas, hay suficiente evidencia estadística para poder determinar que la muestra que representó mayor aceptación por los panelistas es la muestra 873 que corresponde a la muestra de arroz germinado a 36°C.

El rendimiento del proceso hasta obtener el arroz germinado descascarillado es de -4%, es decir por cada kilo de arroz en cáscara se obtiene 0.96 Kg. de arroz germinado pelado.

La importancia de la tecnologías adaptado a la línea de arroz es de gran importancia considerada el 90% en proceso.

Recomendaciones

Se debe limpiar la gramínea previamente al germinado este paso es exigido, para desinfectar y disminuir el crecimiento de m.o. y hongos.

Es importante el control de las condiciones óptimas del germinado como: temperatura, aireado, agua y agitación. Esto evitará el ahogamiento de la semilla y permitirá obtener el arroz.

El secado que se debe aplicar al arroz debe ser hasta que la humedad sea de 10-12% como parámetro crítico de control para el proceso, para facilitar el descascarado de la gramínea y optimizar el rendimiento.

Se debe almacenar el producto terminado en bodegas en el cual se controle las plagas y las condiciones de humedad relativa-temperatura ya que el arroz integral es más delicado que el arroz blanco, se recomienda que en bodega mantenga 12-14% de humedad.

En el país se debería asentar con más ímpetu la educación alimenticia a las personas, además que las industrias oferten productos que se apeguen a esta idea con el apoyo del Ministerio de Salud impulse el uso de alimentos.

Realizar pruebas adicionales con diversas variedades de arroz para escoger la de mayor rendimiento, y mayor porcentaje proteico.

TABLA A

ARROZ. ÁREAS COSECHADAS Y PRODUCCIÓN AÑOS 2008 Y 2009

PROVINCIA	ÁREA COSECHADA (HAS.)	ÁREA COSECHADA (HAS.)	PRODUCCIÓN ARROZ	PRODUCCIÓN ARROZ
	AÑO 2008	AÑO 2009	SECO / LIMPIO T.M. AÑO 2008	SECO / LIMPIO T.M. AÑO 2009
GUAYAS	188.732	203.649	620.795,06	670.985,87
LOS RIOS	110.297	125.595	331.978,15	379.438,51
MANABI	24.775	25.440	66.544,04	71.248,31
ESMERALDAS	1.825	1.890	4.686,02	4.852,92
BOLIVAR	1.220	1.195	3.132,57	3.068,38
EL ORO	1.350	1.420	3.791,34	3.987,93
LOJA	1.659	1.715	6.828,46	7.053,09
OTRAS PROVINCIAS	12.275	12.720	31.289,59	32.327,09
TOTAL NACIONAL	342.133	373.624	1.069.045,23	1.172.962,10

Fuente: CORPCOM, 2010.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pitchford, P., 2007, "Sanando con alimentos integrales", Berkeley, California, pp. 629.
2. Pamplona, J., 1995, "Alimentos que curan", Editorial Safeliz, Madrid - España, pp. 26.
3. Fundación Ecuador Libre. El Sector Agropecuario en Ecuador: El Arroz. Disponible en internet:
http://www.ecuadorlibre.com/index.php?option=com_content&view=article&id=51:cap-no-151-qel-sector-agropecuario-en-el-ecuador-el-arrozq&catid=3:capsula-de-entorno-economico&Itemid=12#_ftnref4
4. Franquet, J. y Borrás, C., 2004, "Variedad y mejora del arroz (*Oryza sativa*, L.)", Universidad Internacional de Cataluña y la Asociación de Ingenieros Agrónomos de Cataluña, pp. 5-9
5. Martínez, L., 2008, "Territorios en mutación: repensando el desarrollo desde lo local", FLACSO, 1ra. Edición, Quito-Ecuador, pp.164.
6. CORPCOM, Situación arrocera Ecuatoriana. Disponible en internet:
<https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:gkUNuM2Y0kJ:www.corp>

com-ec.com/descargas/PRESENTACION_ROSA_LEMA.ppt+situacion+arrocer+ecuatoriana&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEESjJ3mrpbA8NDtFuTCnxWIZFasZpDKaBeCpb-sn6Jf0qFU55gdsJnxiamlhw_ujqijK5LwaRwC_0_x-XDU-Y3jZdls3-5wSlordQzNEs5g4BEEdLstowf1GEWOYbD_tnmnTly3_zldl_q&sig=AHIEtbSWyGJbf59Tq7o7nJ3GD1uCOEP0Sq

7. Carrión, M., Ramírez, J., 2007, “Proyecto de análisis de viabilidad y oportunidad de negocio para la categoría de alimentos congelados en la ciudad de Guayaquil y plan estratégico de la línea de congelados “Instantáneo arroz súper extra””, Tesis de Grado, Guayaquil-Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral, pp. 32-31.
8. Cupillard, V., 2011, “Semillas germinadas y brotes tiernos”, Editorial Hispano Europea, 1ra. Edición, Barcelona-España, pp. 12,14,18,19.
9. Ramos, M., 2011, “Ensaladas otro concepto”, Editorial Hispano Europea, 1ra. Edición, Barcelona-España, pp. 47,48.
10. InfoagroSystems, S.L. Disponible en internet:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
11. Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E., Jiménez, V., 2006, “Germinación y crecimiento de la planta”, Primera edición, Editorial Universidad de Costa Rica, pp.18-28.

12. PRONACA. Catalogo de productos e insumos agrícolas: Arroz F-50
código [SCB00006](#) disponible en internet
:http://www.pronaca.com/site/principal_india.jsp?arb=547&codigo=SCB00006
13. FEDEARROZ. FEDERACION NACIONAL DE ARROCEROS: variedad de
arroz f50 <http://www.fedearroz.com.co/doceconomia.php>
14. CORPCOM. CORPORACION DE INDUSTRIAS ARROCERAS DEL
ECUADOR. Promedio de rendimientos <http://www.corpcom-ec.com/estadisticas/index.htm>
15. METODOS ANALITICOS MICROBIOLOGICOS. NORMA ISO. Sara Cano
Rueda. 2006 en internet: <http://es.scribd.com/doc/27307620/metods-aerobios-mesofilos>
16. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, NORMA
TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-17:98 BACTERIAS
ANAEROBIAS MESOFILAS RECUENTO EN TUBO POR SIEMBRA EN
MASA.
17. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, NORMA
TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-1:99 CONTROL
MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS. PREPARACION DE MEDIOS
DE CULTIVO Y REACTIVOS

18. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE 1529-2:99. CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS TOMA ENVIO Y PREPARACION DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS MICROBIOLOGICO
19. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE 1529-7. CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACION DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES.
20. INEN. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE 1529-8. CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACION DE MICROORGANISMOS COLIFORMES FECALES Y E. COLI.
21. EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS EN LA TEORIA Y LA PRÁCTICA. Antonio Anzaldúa-Morales. EDITORIAL AGRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España) pruebas afectivas pag. 59, 60, 61, 62, 67,71, 72.
22. OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE ARROZ INTEGRAL DE COCCIÓN RÁPIDA. Jhoana Colina y Marisa Guerra. Métodos de evaluación sensorial para arroz integral en internet:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=s0378-18442009001000012&script=sci_arttext

23. CIRAD, Centro de cooperación internacional e investigación agronómica.

Calidad y textura de arroz cocido en internet:

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

24. http://www.tecmaqsr.com/descargas/fichas/20984_ZarandasVibratorias.pdf

25. SATAKE AMERICA LATINA. Catálogos de maquinaria industrial.

Consultado en línea 04 de Enero del 2012:

http://www.satake.com.br/ps400d_l.htm

26. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones de despregadora

SGA10B-T. Consultado en línea 04 de Enero del 2012:

<http://www.satake.co.uk/pdf/SGA5B.pdf>

27. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones de descascarador

HRIOSS-L http://www.satake.com.br/pdf/hr10ss_paddyhusker.pdf

28. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones del separador de paddy PS400D-L. Consultado en línea 04 de Enero del 2012:
http://www.satake.com.br/pdf/ps400d_paddyseparator.pdf

29. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones de separador de granos verdes RMGS 280 http://www.satake.co.uk/pdf/Rmgs_sorter.pdf

30. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones de plan sifter ST-1034R-T
<http://www.sataketh.com:8080/product.jsp>

31. SATAKE AMERICA LATINA. Especificaciones de tolva de envasado SFI100GA-T L
http://www.satake.co.uk/pdf/SFI100A_1500A%20Milling%20Separator.pdf

