



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: "MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PROCESO DE
SECADO DEL ARROZ EN PILADORAS DE LA POBLACION DE
YAGUACHI"**

Autores:

SALTOS HERRERA WALTER ORLANDO

Acompañante:

ING. ALMEIDA SALAZAR BYRONE ANTONIO

Milagro, Mayo 2018

ECUADOR

Derechos de autor

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, WALTER ORLANDO SALTOS HERRERA con C.I 094152700-4 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PROCESO DE SECADO DEL ARROZ EN PILADORAS DE LA POBLACION DE YAGUACHI” del Grupo de Investigación DE LA AUTOMATIZACIÓN Y EL CONTROL INDUSTRIAL (GIACI) de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 17 días del mes de Mayo de 2018.



Nombre: Walter Orlando Saltos Herrera

CI: 094152700-4

Aprobación del tutor de la investigación documental

Yo, ALMEIDA SALAZAR BYRONE ANTONIO en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por el estudiante SALTOS HERRERA WALTER ORLANDO C.I 094152700-4, cuyo tema es “MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PROCESO DE SECADO DEL ARROZ EN PILADORAS DE LA POBLACION DE YAGUACHI”, que aporta a la Línea de Investigación SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL previo a la obtención del Grado INGENIERO INDUSTRIAL; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 17 días del mes de Mayo de 2017.



Ing. ALMEIDA SALAZAR BYRONE ANTONIO
C.I.: 1201858972

Aprobación del tribunal calificador

El tribunal calificador constituido por

Presidente: ING. BYRONE ANTONIO ALMEIDA SALAZAR

Secretario: ING. LUIS HENRY TORRES ORDOÑEZ

Integrante: ING. SERGIO PENA DOPICO

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta practica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero Industrial presentado por:

Salto Herrera Walter Orlando.

Con el título:

“MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PROCESO DE SECADO DEL ARROZ EN PILADORAS DE LA POBLACION DE YAGUACHI”

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

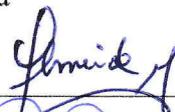
Investigación documental	[61.33]
Defensa oral	[18]
Total	[79.33]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

APROBADO

Fecha: 17 de Mayo del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos	Firma
Presidente ING. BYRONE ANTONIO ALMEIDA SALAZAR	
Secretario ING. LUIS HENRY TORRES ORDOÑEZ	
Integrante ING. SERGIO PENA DOPICO	

Dedicatoria

Principalmente dedico este proyecto a Dios por ser mi guía inspiradora en todo este tiempo para cumplir esta meta propuesta años atrás, a pesar de varios obstáculos presentados en mi diario vivir Él supo proveerme de salud, fuerza y sabiduría para culminar con éxito mi formación profesional.

A mis padres, por estar siempre apoyándome, y brindándome palabras de motivación para continuar con mis estudios y terminar esta carrera; con su amor y comprensión me fortalecieron para lograr una meta que me enorgullece por ser una persona con una educación superior lleno de principios, valores los cuales ayudarán en el desempeño profesional.

A mi tía(o)/ abuela, que me han guiado a seguir adelante con su apoyo moral y económico, otorgándome fuerza y valentía para terminar mi carrera; mi más sincero agradecimiento a mis hermanas/ primas, que a pesar de problemas y varias situaciones han estado a mi lado, ofreciendo su apoyo para continuar con mi meta académica y espero ser un ejemplo para que ellas continúen adelante con sus estudios y comprueben que con esfuerzo y perseverancia se puede lograr lo que cada hombre se propone en esta vida; sólo hay que confiar en el talento que Dios sembró en cada uno de nuestros corazones.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por el infinito amor que tiene hacia mí y haberme brindado salud y sabiduría para aprovechar cada una de las oportunidades que se han presentado en mi diario vivir; como terminar mi etapa universitaria y todas las experiencias, conocimientos que adquirí durante mi formación profesional.

A mis padres, por brindarme el apoyo incondicional y siempre estar presente con un consejo el cual coadyuvó a culminar este ciclo, por otorgarme el valor y esfuerzo al transcurrir todas mis etapas de estudios y haber puesto toda su confianza en cada objetivo que he planeado alcanzar y gracias a su colaboración, hoy puedo decir; lo logré.

A mis hermanas y primas, por brindarme su apoyo emocional y consejos en momentos difíciles que se suscitan en la vida.

Familia y amigos, por su confianza en mí, por darme consejos y ánimo para ejercer mi etapa de educación superior y así fortalecer el bienestar económico de mi hogar.

A la UNEMI, que me otorgó la oportunidad de formar parte de la institución y poder ejercer mi educación superior; a mi tutor Ing. Byrone Almeida Salazar por guiarme en este proyecto muy importante para mi último proceso de titulación y a cada uno de los docentes que impartieron sus cátedras y compartieron todos sus conocimientos y experiencias vividas para fortalecer mi formación profesional; gracias por cultivar ese aprendizaje el cual será incondicional para desempeñarme en el campo laboral como Ingeniero Industrial.

Índice

Derechos de autor	II
Aprobación del tutor de la investigación documental	III
Aprobación del tribunal calificador	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Índice	VII
Índice de tablas	IX
Índice de figura	IX
Resumen	X
Abstract	XI
Introducción	1
Desarrollo del tema	2
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Causas y consecuencias de la investigación	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Antecedentes del cultivo del arroz	3
1.5 Antecedentes del modelamiento matemático	5
1.6 Proceso productivo en las piladoras de arroz	5

1.6.2 Secado del arroz.....	6
1.6.3 Pre-limpia.....	7
1.6.4 Descascarado.....	8
1.6.5 Separación de cáscara.....	8
1.6.6 Pulido.....	8
1.6.7 Clasificador.....	9
1.6.8 Selectora.....	10
1.6.9 Envasado.....	10
1.6.10 Almacenamiento.....	10
1.7 Requisitos físicos del arroz pilado.....	10
1.8 Higiene del arroz pilado.....	102
1.9 Procesamiento para la obtención del arroz en piladoras.....	144
1.10 Metodología de la investigación.....	155
1.10.1 Enfoque de la investigación.....	155
1.10.2 Nivel de investigación.....	156
1.10.2.1 Investigación Descriptiva.....	156
1.10.2.2 Investigación Explicativa.....	166
1.10.3 Diseño de la investigación.....	166
1.10.3.1 Investigación documental.....	166
1.11 Propuesta para el secado del arroz aplicativo a la creación de un modelamiento matemático.....	167
1.11.1 Modelamiento matemático para el proceso de secado del arroz.....	168

Conclusión	22
Bibliografía	233

Índice de tablas

Tabla 1 Principales causas y consecuencias de la investigación	2
Tabla 2 Niveles de infestación.....	12

Índice de figura

Figura 1 <i>Secado del arroz por rayos solares</i>	6
Figura 2 <i>Secado del arroz por Control de Temperatura</i>	6
Figura 3 <i>Motor de Vehiculo</i>	7
Figura 4 <i>Ventilador y secador automatizado</i>	7
Figura 5 <i>Envasado en Quintal</i>	10
Figura 6 <i>Almacenamiento del Quintal</i>	10
Figura 7 <i>Procesamiento para la obtención del arroz en piladora</i>	141

Resumen

Para la presente investigación se ha estudiado un modelo matemático para implementarlo en el proceso de secado que desempeñan las piladoras de arroz ubicadas en la población de Yaguachi; debido a que esta etapa dentro del ciclo productivo es una de las más importantes para la conservación y preservación de cereales, granos y demás recursos primarios agrícolas, la implementación de este modelo matemático en el proceso de secado de arroz va depender de la transmisión de calor y masa del arroz; basados en la humedad y calor en medios porosos a partir de cada una de las ecuaciones que han sido seleccionadas para el traspaso de la masa y la conducción de calor del cereal adherido al proceso con la finalidad de reducir la humedad de la cosecha del arroz para que éste se conserve seco y obtener un arroz de calidad limpio y blanco para posterior almacenamiento y comercialización de este grano.

Palabras clave: calidad de arroz, humedad, secado de arroz, grano.

Abstract

For the present investigation a mathematical model has been studied to implement it in the drying process carried out by the rice paddies located in Yaguachi; because this stage in the production cycle is one of the most important for the conservation and preservation of cereals, grains and other primary agricultural resources, the implementation of this mathematical model in the rice drying process will depend on the transmission of heat and the rice dough; based on moisture and heat in porous media of each of the equations that have been selected for the transfer of the mass and heat conduction of the cereal adhered to the process in order to reduce the moisture of the rice crop so that this becomes dry and obtain a clean and White quality rice for later storage and commercialization of this grain.

Keywords: rice quality, moisture, rice drying, grain

Introducción

En la actualidad el arroz es considerado como uno de los principales cultivos agrícolas de gran importancia económica para los agricultores o las empresas dedicadas a comercializar este tipo de cereal en las diferentes ciudades del país entre las cuales la población de Yaguachi se destaca por su producción arroceras; además esta industria enfrenta cambios constantes que guardan relación con sus procesos productivos, competencia y la necesidad de crear estrategias que ayuden a mejorar el desarrollo económico de la población y para ello se debe fortalecer la fuente generadora de empleo en este caso el sector o la industria del arroz; a través del desarrollo de un modelamiento matemático del proceso de secado del arroz de las piladoras de la población de Yaguachi.

La investigación objeto de estudio se inicia con la elaboración del planteamiento del problema en el cual se define estructurar un modelamiento matemático para el proceso de secado en las piladoras de arroz y a su vez diversificar la producción arroceras aprovechando el nivel de producción de este cereal.

En el proceso de producción para obtener un arroz pilado es decir blanco y limpio las entidades encargadas de ello o también denominadas piladoras realizan varias etapas entre ellas el proceso de secado el cual es uno de los considerados más importantes para la preservación y conservación de productos, bienes o recursos primarios agrícolas entre ellos todo tipo de granos cereales como el trigo, arroz el cual es objeto de estudio en esta presente investigación; la función principal del mencionado proceso productivo consiste en disminuir la humedad de cosecha del arroz para que este se conserve seco para su posterior almacenamiento y futura comercialización del cereal a los diferentes clientes o consumidores finales.

Desarrollo del tema

1.1 Planteamiento del Problema

La producción arrocerera en el Ecuador forma parte de las principales fuentes generadoras de empleos para la población, por lo cual se considera la propuesta de mejorar los procesos desde la preparación de la semilla hasta obtención del producto final que se emplean en las piladoras con la finalidad de maximizar la producción y diversificarla a través de la idea innovadora de estructurar un modelamiento matemático en los procesos productivo del secado en esta actividad agrícola.

El gobierno del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, detalla en uno de sus objetivos el modelo de conocimiento común y abierto que manifiesta la generación de ideas creativas por parte de los ecuatorianos impulsándolos a la construcción de una sociedad del conocimiento con la finalidad de mejorar las industrias, es por ello que surge la idea que se mencionó en el párrafo anterior de este capítulo; además mediante estas estrategias implementadas se podrá contribuir con el desarrollo económico de la población..

1.2 Causas y consecuencias de la investigación

Tabla 1 Principales causas y consecuencias de la investigación

Causas	Consecuencias
1 Limitado desarrollo del sector arrocerero	1 Bajo nivel en la producción de arroz
2 Tecnología insuficiente en los procesos de producción	2 Baja diversificación de la actividad arrocerera
3 Transformación de la matriz productiva	3 Falta de capacitación a los agricultores para mejorar la infraestructura de esta actividad agrícola

Fuente: Propia

Elaboración: Saltos Herrera W.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la relevancia de un modelo matemático para el proceso de secado en las piladoras de arroz de la población de Yaguachi.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar las diferentes formas para diversificar la producción de las piladoras de arroz en la población de Yaguachi.

Examinar cómo se han desarrollado los procesos de producción de las piladoras de arroz.

Estudiar acciones para mejorar el proceso de secado en las piladoras de arroz a través de un modelamiento matemático

1.4 Antecedentes del cultivo del arroz

El arroz es uno de los principales cereales consumidos en la dieta alimenticia diaria de la población a nivel mundial; “este cereal se lo conoce con el nombre *Oryza sativa*; cultivo que realizó la humanidad diez mil años atrás, además es considerado la base de la alimentación en los países asiáticos, es uno de los principales alimentos de la canasta alimenticia de la población mundial después del trigo en producción y uso para la alimentación” (Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi, 2015).

El origen geográfico de este cereal es el estado de *Oryza* en el noreste de India sobre las laderas del Himalaya, hipótesis fundamentada por la presencia y conservación de la variabilidad genética existente en la zona; la difusión del arroz hacia otros países vecinos surgió desde sureste asiático hacia China, luego a

Corea, Japón, África y en América se comenzó a cultivar en la época Poscolombina, donde los españoles, portugueses y holandeses empezaron con estos cultivos. (Pincioli, Ponzio, & Salsamendi, 2015)

El Ecuador es considerado como un país proveedor de recursos primarios gracias a las condiciones climáticas que posee el territorio ecuatoriano lo cual permite que este pueda sembrar y cultivar diferentes productos agrícolas, los mismos que luego son vendidos a países vecinos donde la producción de esta materia prima es insuficiente, además este sector agrícola forma parte de los motores principales sobre los que se desenvuelven los ingresos económicos del estado ecuatoriano; uno de estos productos agrícolas es el arroz el cual es considerado como uno de los alimentos más indispensables de las familias ecuatorianas e inclusive extranjeras.

Ecuador según las cifras de la Encuesta de Superficie y Producción Continua (ESPAC) realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el arroz es el segundo producto con mayor superficie sembrada y cosechada abarcando el 16% y 18% respectivamente, y a la producción de arroz en cáscara es el cuarto rubro más alto aportando el 8% de la producción nacional total. (ESPAC, 2014)

El cultivo de arroz se encuentra dentro de los principales productos de siembras temporales según la FAO y el Ecuador está ubicado en el nivel veintiséis en lo que respecta a la siembra, cultivo y producción de este cereal, las provincias que más se destacan están Manabí, Esmeraldas y como principal productor se encuentra Guayas; en lo que respecta a los procesos de industrialización o también conocido como las piladoras de arroz están ubicadas en ciudades y cantones como Daule, Naranjito,

Milagro y la ubicación que se está tomando como muestra para recopilar información y elaborar la presente investigación en la población de Yaguachi.

1.5 Antecedentes del modelamiento matemático

Se denomina modelamiento matemático a determinadas funciones que se ajustan a un proceso en métodos matemáticos para determinar de forma clara y exacta los diferentes procesos que se deseen examinar.

Construir modelos para resolver problemas complejos es un tema central en las variedades de las ciencias exactas contemporáneas, mediante modelos formales la matemática genera relaciones con otras disciplinas para tratar de buscar la solución a los problemas a través de fórmulas o funciones elaboradas mediante el razonamiento, análisis de cada una de las variables aplicadas en determinado proceso que se ejecute. (Kishurim, y otros, 2013)

El modelamiento matemático en la ingeniería industrial se caracteriza por el desarrollo de automatismos, uso del hierro y desarrollo de algunas industrias como la textil, alimenticia entre otras; surgiendo en los ingenieros el desarrollo del pensamiento científico; estrategias para creación de mecanismos y máquinas elementales como el tren, poleas entre otros; además en la base de estos procesos están el análisis del entorno y la codificación de la información y la síntesis. (Kishurim, y otros, 2013)

1.6 Proceso productivo en las piladoras de arroz

Luego que el cereal ha cumplido con el tiempo de almacenamiento respectivo para ser utilizado por las piladoras en los procesos industriales de pilado es decir el arroz con cáscara

luego de determinado proceso se obtendrá un arroz seco, limpio y blanco para comercializarlo a los distintos consumidores.

1.6.1 Recepción de la materia prima

A la piladora llega por medio de camiones la materia o recurso primario, descendiente de las chacreas de campos de cultivo ya sea de los dueños de la misma empresa o de la empresa o institución que provea este cereal en su estado primario, después es descargado por los trabajadores y enviado al área de secado artesanal, para que el cereal con cascara presente la humedad adecuada. (Reaño, 2015)

1.6.2 Secado del arroz

“En este segundo proceso se lo puede realizar de manera natural utilizando carpas de polipropileno en la pampa y el secado va de acuerdo a la variedad de arroz” (Reaño, 2015).

En este proceso se logra la separación de agua del grano alcanzando padrones de humedad admitiendo el almacenamiento seguro de granos y además coadyuvar al proceso de industrialización del cereal.

“Remoción de agua del grano logrando padrones de humedad para permitir el almacenado seguro de los granos y viabilizar el procesamiento e industrialización” (Kepler, 2011)

En el proceso del secado del arroz se establecen cierto requisitos entre los cuales están secado adecuado para el arroz, control de temperatura de secado, homogeneidad del secado, sistema de descarga sin daños mecánicos, seguridad

operacional, hay distintas clases de secadores como el intermitente, secador flujo concurrente. (Allebrandt, 2011)

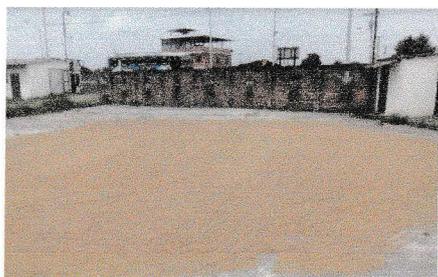


Figura 1 Secado del arroz por rayos solares



Figura 2 Secado del arroz por C.T

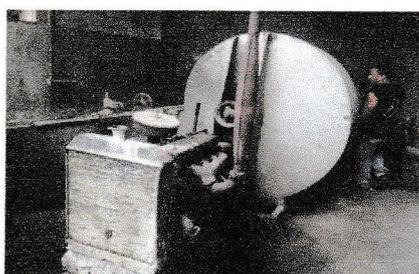


Figura 3 Motor de vehiculó

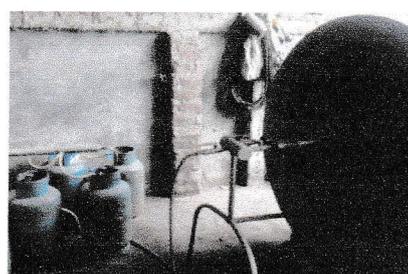


Figura 4 Ventilador y secador automatizado

1.6.3 Pre-limpia

Luego del proceso de secado del arroz en cáscara es ubicado en una tolva de quince toneladas de capacidad, por medio de un elevador, así el arroz se hace ingresar continuamente a una zaranda vibratoria con una capacidad de seis mil kilogramos equivalente a setenta y cinco sacos de arroz por hora; para certificar que el grano adherirse este limpio para el proceso de descascarado, las impurezas son aisladas por medio de un juego de dos mallas en la primera quedan retenidas las impurezas mayores y pasa el arroz, en la segunda elimina los vanos y el cereal queda retenido en la malla, los rechazos de las dos mallas son

continuamente llenaos en sacos de polipropileno que luego se disponen para su eliminación fuera del molino. (Reaño, 2015)

1.6.4 Descascarado

Del proceso de pre-limpia el cereal llega hasta el proceso de descascarado por medio del segundo elevador, y se logra esta ejecución a través de dos rodillos de material de goma que giran en forma contraria, obteniéndose arroz descascarado y la pajilla de arroz, aquí el equipo de descascarado expulsa la pajilla a través de una tubo por transporte neumático a un área fuera del proceso. (Reaño, 2015)

1.6.5 Separación de cáscara

Este proceso también se le denomina seleccionadora porque selecciona el arroz con cascara del arroz sin cascara; el cereal llega del circuito cerrado a través del tercer elevador, esta separación se realiza a través de movimientos vibratorios, y este aparato se encarga de retomar el arroz con cascara y sin ella al segundo elevador que alimenta a la descascaradora. (Reaño, 2015)

1.6.6 Pulido

En esta etapa de pulido el cereal llega en cascara por medio del elevador, donde la primera pulidora se encarga de pulir el arroz hasta un nivel de treinta por ciento, esta maquina tiene en su interior una piedra pome que con la fricción tiende a pulir el arroz, esta pulidora junto con las dos siguientes que se integran en ese proceso están unidas por un conducto llamado sinfin por donde se traslada el polvillo para luego ser envasado a sacos y a su venta como subproducto en sacos de 30 kilogramos, la segunda pulidora denominada pulidora de piedra llega a través de un elevador esta pulidora pule el cereal hasta un nivel de sesenta por

ciento luego interviene la tercera pulidora denominada de agua, pule el arroz hasta un nivel de cien por ciento en este proceso se lustra y se da brillo al arroz. (Reaño, 2015)

1.6.7 Clasificador

Este proceso se va dividir en dos partes denominada la primera clasificador uno, antes de ingresar el cereal pulido a la zaranda hay una conexión a un aspirador de aire que separa las impurezas finas provenientes de las pulidoras, después de ser aspirado el arroz cae a la zaranda la que tiene como función separar el arrocillo del arroz blanco de mayor tamaño, este es envasado por sacos de cincuenta kilogramos por un obrero que lo llena, cose y se almacena, luego se traslada al clasificador dos, es trasladado por un elevador donde se selecciona el arroz entero del grano de arroz incompleto y se envasan en forma continua en sacos de cincuenta kilogramos, el cereal entero y tres cuartos continua a la siguiente etapa de selección. (Reaño, 2015)

Por su tamaño el arroz pilado se clasifica según su tamaño en las siguientes clases:

➤ Clase 1.- Extra largo

Granos con longitud mínima de 7,0 mm. Se tolera máximo el 20% de mezcla de otros granos largos.

➤ Clase 2.- Largo

Granos con longitud entre 6,0 mm y 6,99 mm. Se tolera máximo el 20% de mezcla de otros granos medios.

➤ **Clase 3.- Medio**

Granos con longitud entre 5,0 mm y 5,99 mm. Se tolera máximo el 10%.

➤ **Clase 4.- Corto**

Granos con longitud menor de 5,0 mm.

➤ **Clase 5.- Mezcla**

Granos mezclados de dos clases o más de las clases mencionadas.

1.6.8 Selectora

En este proceso el arroz entero y tres cuartos proviene del clasificador II y se somete a una selección electrónica para separar granos tizosos, manchados y otros defectos que presente este cereal, estos granos seleccionados van a etapa de envasado, el arroz rechazado también es colocado en sacos de cincuenta kilogramos para la comercialización de este producto. (Reaño, 2015)

1.6.9 Envasado

“El envasado es la única etapa donde el obrero se encarga de pesar cincuenta kilogramos de arroz en cada saco para posteriormente ser cosido” (Reaño, 2015).

1.6.10 Almacenamiento

En este proceso ya luego que se ha pesado y cosido cada saco de arroz es trasladado hacia el almacén donde se arrumará en camas de cinco por veinte sacos de alto, aquí el arroz puede permanecer un tiempo mínimo de dos a tres meses siempre y cuando el ambiente esté limpio y luego éste producto puede ser comercializado a los distintos clientes. (Reaño, 2015)

El almacenamiento es la fase del sistema de operaciones poscosecha durante la cual los productos se conservan de manera apropiada para garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones fuera de los períodos de producción agrícola. Los principales objetivos del almacenamiento de los productos pueden resumirse así: hacer posible, en el plano alimentario, una utilización diferida (sobre una base anual y plurianual) de los productos agrícolas cosechados; garantizar, en el plano agrícola, la disponibilidad de semillas para los próximos ciclos de cultivo; garantizar, en el plano agroindustrial, el aprovisionamiento regular y continuo en materias primas de las industrias de transformación; equilibrar, en el plano comercial, la oferta y la demanda de productos agrícolas, estabilizando así los precios en el mercado. Para alcanzar estos objetivos generales, hay que adoptar evidentemente medidas encaminadas a preservar, en el tiempo, la calidad y la cantidad de los productos almacenados. (FAO, 2014)



Figura 5 Envasado en Quintal



Figura 6 Almacenamiento del Quintal

1.7 Requisitos físicos del arroz pilado

El arroz pilado deberá cumplir con los siguientes requisitos:

El contenido de humedad debe ser del 13% como máximo, para todas las clases de arroz; para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento puede establecerse límites de humedad más bajos; los porcentajes máximos de semillas objetables, arroz con cáscara, impurezas, granos dañados:

por calor, insectos, hongos; granos rojos, granos yesosos, granos partidos y por otras causas. (NTE INEN, 2014)

La clasificación de los insectos dañinos y ácaros de los granos de arroz infestados, deberá ajustarse a las disposiciones establecidas por la autoridad nacional sanitaria, fitosanitaria y de inocuidad de los alimentos.

Los niveles de infestación, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 1 Niveles de infestación

Nivel	1000 g de arroz pilado		insectos permitidos primarios y secundarios	Método de ensayo
	Primario	Secundario		
Libre	0	0	0	
Ligeramente infestado	1 a 3	1 a 4	4	NTE INEN 1236
Infestado	Más de 3	Más de 4	Más de 4	

Fuente: (INEN, 2014)

Elaboración: Saltos Herrera W.

1.8 Higiene del arroz pilado

Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la Norma INEN se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado en Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarios que sean pertinentes para este producto.

En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables. Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

Estará exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud; estará exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y no contendrá sustancias procedentes de microorganismos, incluido hongos, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud. (CODEX, 2011)

1.9 Procesamiento para la obtención del arroz en piladoras

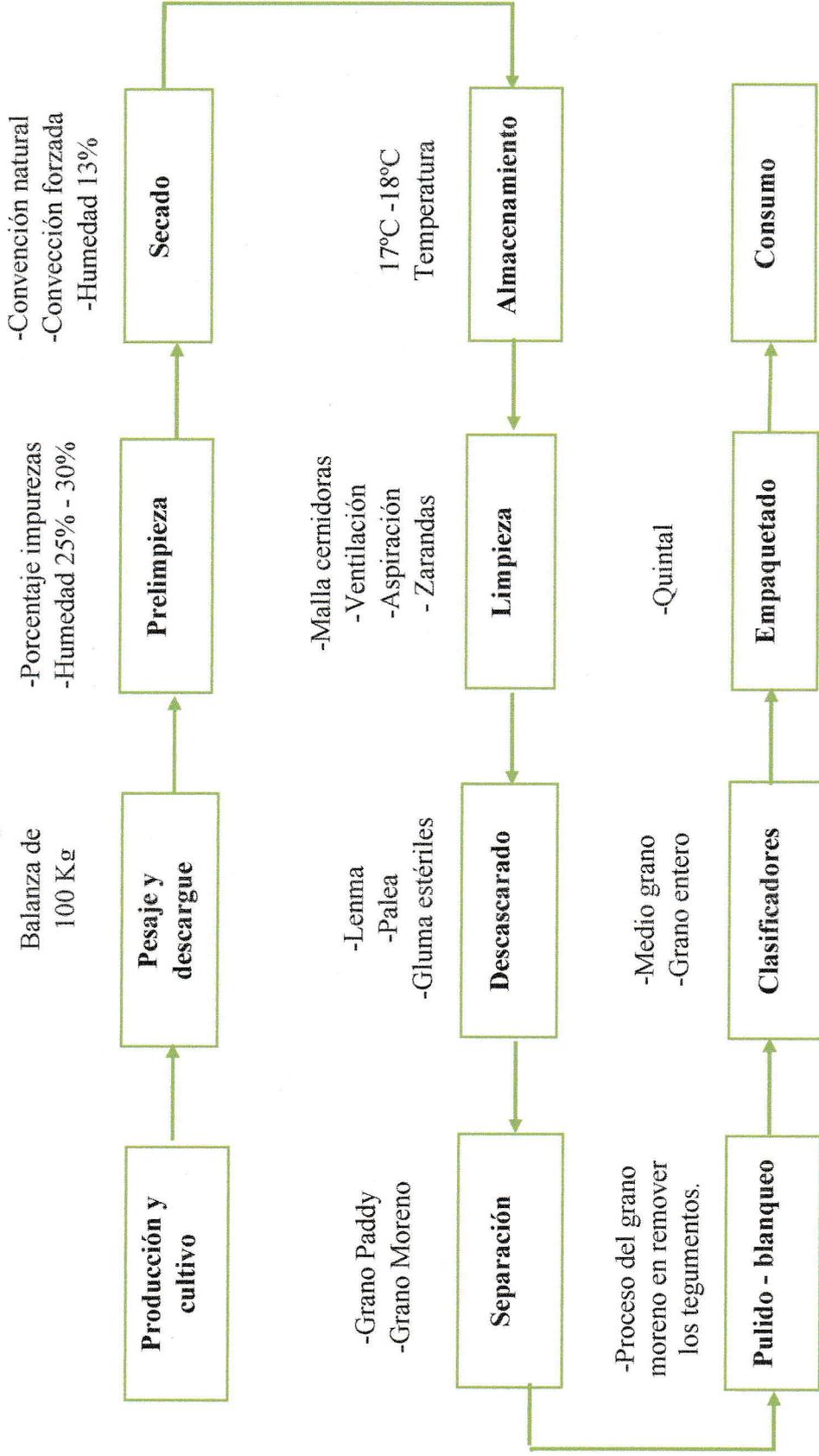


Figura 7 Procesamiento para la obtención del arroz en piladoras

Fuente: (Najar & José, 2015)

Elaboración: Saltos Herrera

1.10 Metodología de la investigación

1.10.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación está basada en el enfoque mixto, vinculando y recogiendo información cuantitativa y cualitativa a fin de analizar cada una de las variables: dependiente (sector arrocero) e independiente (modelamiento matemático para el proceso de secado del arroz), trabajando de forma conjunta con el proceso de operacionalización de variables que consiste en dar una definición precisa de cada una de ellas, determinando los indicadores que ayudarán en su medición; englobando tanto la parte empírica como cuantitativa; se utilizarán instrumentos de recolección de datos tales como encuestas y entrevistas a los stakeholders que estén relacionadas con el objeto de estudio.

Con el enfoque mixto se puede obtener un panorama más puntual, ya que al tener múltiples análisis se enriquece la investigación abordando temas específicos que ayuden al desarrollo de cada uno de los puntos a tratar en el transcurso de la elaboración del proyecto, aportando mayor creatividad teórica que conllevan a tomar decisiones, conclusiones y recomendaciones para una mejor valoración crítica.

1.10.2 Nivel de investigación

1.10.2.1 Investigación Descriptiva

“En este tipo de investigación se describe situaciones y eventos es decir cómo son y cómo se comportan determinados fenómenos; los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido análisis” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2015).

Se eligió la investigación descriptiva porque describe cada una de las características presentes en determinada situación área de estudios para posterior a esto recolectar toda información necesaria que permitan conocer las situaciones de mayor relevancia para tener una predicción exacta de las relaciones que existen entre las variables planteadas, en este caso se analizaron las variables de estudio las cuales son la independiente y dependientes; en la dependiente se encuentra el sector arrocero, cuya actividad consiste en el cultivo, cuidado y cosecha de cereales como el arroz gracias a que el territorio ecuatoriano cuenta con las condiciones climatológicas adecuadas estableciendo todas las características y el comportamiento que favorezcan al desarrollo de las industrias y diversificación de la producción del sector arrocero.

1.10.2.2 Investigación Explicativa

Este nivel de investigación escogido consiste en buscar cuáles son las causas y efectos que se presentan en el objeto de estudio, es decir que se va a describir el por qué se está analizando el sector arrocero y desarrollar un modelo matemático para que coadyuve en el proceso de secado de arroz en las piladoras y de esta manera generar mayor cantidad de ingresos económicos mediante la diversificación de la producción del arroz, aprovechando la mano de obra ecuatoriana lo que a su vez genera empleo para bienestar de la sociedad.

1.10.3 Diseño de la investigación

1.10.3.1 Investigación documental

Es documental porque la información recopilada es a raíz de datos obtenidos de las distintas fuentes bibliográficas emitidas en páginas electrónicas oficiales de cada ente regulador que interviene en el sector del arroz relacionado con la creación de un modelo

matemático que ayude a mejorar el proceso de secado en las piladoras de la ciudad de Yaguachi.

1.11 Propuesta para el secado del arroz aplicativo a la creación de un modelamiento matemático.

En el Ecuador contemplan la mayor industria arrocera en la agricultura con la mejor comercialización en disposición de la mejor tecnología, pero en la población de Yaguachi disponen de sistema automatizados en el secado del arroz de manera artesanal que contemplan una manera innovadora en la competencia de la comercialización, de acuerdo al estudio de aquellas acciones se dispone la contemplación en mejorar el proceso de secado en las piladoras de arroz a través de un modelamiento matemático, donde cuyo uso es gestionar de manera eficaz y eficiente el secado del arroz en la población de Yaguachi que disponen el impulso de las piladoras.

La importancia del secado del arroz en el Ecuador es contemplar el estado de la temperatura en el ambiente, teniendo en referencia que contribuye de un ambiente natural, cuya manera en el secado del arroz son de manera forzado y tiende a perder flexibilidad en el grano. Al llegar el arroz, éste podría tener cierto grado de humedad que puede provocar un deterioro de la calidad del arroz, formación de hongos y otros elementos bióticos. Se ha determinado que el punto de humedad de equilibrio del arroz es el más apropiado para almacenar el arroz debido a que se trata del punto en el cual las presiones del agua dentro del arroz y del aire son las mismas. Para llegar a este nivel de humedad se realiza el proceso de secado.

La ciudad de Yaguachi tiene un alto nivel de humedad y altas temperaturas. De acuerdo con el estudio de las isotermas de humedad del arroz, se espera que la humedad de equilibrio del arroz esté entre 14.4% y 14.9%. El método más conocido es el sistema de secado natural,

el cual se realiza esparciendo y removiendo los granos de arroz sobre una lona durante varios días hasta alcanzar el nivel de equilibrio. El proceso de secado es naturalmente el cuello de botella más grande del proceso; sin embargo, existen otras técnicas de secado de arroz que reducen notablemente el tiempo de secado tales como: estacionarias, silos con aire ambiente; formado por silos de almacenamiento que contienen entradas de aire a temperatura ambiente y en ocasiones presentan movimiento de la materia prima para reducir la no uniformidad del método.

Además de silos con aire precalentado formado por silos de almacenamiento que contienen entradas de aire precalentado; a través de la implementación este modelamiento matemático basado en la transmisión de calor y masa de este recurso primario sometido al proceso de secado industrial el cual va depender de la humedad y el calor en medios porosos se logrará obtener un grano completamente seco y apto para continuar con los siguientes procesos de industrialización del arroz y llegar a la obtención de un grano blanco y limpio, que cumpla con los requisitos de higiene que indica la norma del CODEX para el arroz.

1.11.1 Modelamiento matemático para el proceso de secado del arroz

Las ecuaciones del modelo físico matemático del presente trabajo se basan en la teoría del proceso desarrollada por el ruso Luikov y en el trabajo de Sokhansanj y Bruce; en el trabajo pionero de Luikov dentro las hipótesis consideradas están el agua es su estado líquido, vapor y el aire llenan completamente los poros del cuerpo capilar poroso, el flujo de masa en el cuerpo es extremadamente lento, así que la temperatura de los fluidos intersticiales y de la matriz porosa son localmente iguales, es decir, existe un equilibrio termodinámico en la transición de fase participan solamente el líquido y el vapor, no hay reacciones químicas en el medio, la masa de aire y la masa de vapor de agua son despreciables con

respecto a la masa de agua líquida dentro de los poros, las variaciones de volumen y porosidad del cuerpo provocadas por cambios en la humedad son despreciables; el medio se considera isotrópico; de esta manera se considera un proceso difusivo puro y difusión de humedad porque simultáneamente a los gradientes de humedad y temperatura, con flujo de calor $q \left[\frac{W}{m^2} \right]$ y flujo de masa de la fase i $J_i \left[\frac{kg}{(m^2 s)} \right]$, donde $i=0$ se refiere al cuerpo seco, $i=1$ al vapor de agua; $i=2$ al agua líquida. (Chinè, 2015)

$$p_0^c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla * (k \nabla T) + \epsilon \lambda p_0 \frac{\partial M}{\partial t}$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla * (a_m \nabla M + a_m \delta \nabla T)$$

“En esta ecuación p_0 es la densidad del cuerpo seco, $T [0_C]$ la temperatura y $M \left[\frac{kg}{kg \text{ cuerpo seco}} \right]$; es el contenido de masa (humedad), definido como la concentración de agua relativa.” (Chinè, 2015).

$$M = \frac{\sum_{i=1}^2 m_i}{m_0} = \sum_{i=1}^2 M_i$$

“La siguiente ecuación indica que $[kg]$ y $M_i \left[\frac{kg}{kg \text{ cuerpo seco}} \right]$ son, respectivamente, la masa y el contenido de masa de la fase i ; con $\lambda \left[\frac{J}{kg} \right]$ se expresa el calor latente de evaporación y con $c \left[\frac{J}{kg 0_C} \right]$ el calor específico reducido” (Chinè, 2015).

$$c = C_0 + \sum_{i=1}^2 C_i M_i$$

“En las siguientes ecuaciones C_i es el calor específico de la fase i ; el símbolo ϵ representa la cantidad de cambio de fase ($0 \leq \epsilon \leq 1$), siendo que $\epsilon = 0$ implica

que no ocurre cambio de fase en el medio poroso, la humedad se transporta como líquido y el cambio de fase se realiza en la superficie del medio poroso; $\varepsilon = 1$ significa que todo el líquido cambia de fase y la humedad se transporta como vapor en el medio; la ecuación primera y segunda tienen apropiadas condiciones iniciales y de borde constituyen el modelo matemático de Luikov para el análisis de la transferencia simultánea no estacionaria de masa y calor en un medio poroso de volumen Ω y frontera $\partial\Omega$; si se usa el potencial de humedad $U [0_M]$; siendo $M = C_m U$. (Chinè, 2015)

Se tienen las siguientes ecuaciones para que continúe este modelo matemático del proceso de secado del arroz:

$$p_0^c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla * \left[\left(k + \frac{\sigma \varepsilon \lambda D}{C_m} \right) \nabla T + \left(\frac{\varepsilon \lambda D}{C_m} \right) \nabla U \right]$$

$$p_0 \frac{\partial U}{\partial t} = \nabla * \left[\left(\frac{D \sigma}{C_m} \right) \nabla T + \left(\frac{D}{C_m} \right) \nabla U \right]$$

“En términos de T y de U , donde $C_m \left[\frac{kg}{kg \text{ cuerpo seco}} \right]$ es la capacidad de humedad específica y $D \left[\frac{kg}{m s} \right]$ es la conductividad de la humedad en el medio” (Chinè, 2015).

Las ecuaciones que se presentaron en los incisos anteriores se perfeccionan con las siguientes especificaciones establecidas a continuación:

$$T = T_0, U = U_0 \text{ para } t = 0 \text{ en } \Omega$$

$$-k \frac{\partial T}{\partial r} + h (T_0 - T) + (1 - \varepsilon) \left(\frac{\lambda h_m}{C_m} \right) (U_\infty - U) = 0$$

$$-D \frac{\partial U}{\partial r} - D \sigma \frac{\partial T}{\partial r} + h_m (U_\infty - U) = 0$$

En esta ecuación T_∞ y U_∞ representan la temperatura y el potencial constante del ambiente externo, respectivamente; si las difusiones de calor y masa son desacopladas, las ecuaciones primera y segunda se simplifican en la ley de Fourier y la segunda ley de Fick. (Chinè, 2015)

$$p_0^c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla * (k \nabla T)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla * (a_m \nabla M)$$

“Las condiciones iniciales para T y M al igual que las condiciones de borde para los flujos de masa y calor en la frontera $\partial \Omega$ de dirección normal n” (Chinè, 2015).

$$T = T_0, M = M_0 \text{ para } t = 0 \text{ en } \Omega$$

$$- a_m \frac{\partial M}{\partial n} = h_m (M - M_\infty) \text{ en } \partial \Omega, \text{ todo } t$$

$$- k \frac{\partial T}{\partial n} = h (T - T_\infty) \text{ en } \partial \Omega, \text{ todo } t$$

El modelo del secado propuesto en este trabajo de investigación reúne las ecuaciones de Sokhansanj y Bruce, las cuales están incorporadas por las ecuaciones número diez y once; a través de mecanismos de transporte implementados mediante una circunstancia de borde en la ecuación de Fourier; con este objetivo se instala el flujo de calor obligatorio para la evaporación del agua en la superficie de grano o conjunto de granos de volumen V y área exterior A; después si c_v es el calor detallado a volumen invariable, el estado de balance de energía concluye en la frontera. (Chinè, 2015)

$$- k \frac{\partial T}{\partial n} = h (T - T_\infty) + p_0 \frac{V}{A} [\lambda + C_v (T_\infty - T)] \frac{\partial M}{\partial t} \text{ en } \partial \Omega, \text{ todo } t$$

Conclusión

Mediante la investigación realizada para la elaboración del presente ensayo se determinó implementar un modelamiento matemático en el proceso de secado del arroz que coadyuve a mejorar este ciclo de industrialización en las piladoras con la finalidad de mantener los granos completamente secos y puedan ser transferidos a la siguiente fase del proceso productivo denominada almacenamiento ya que el arroz es considerado uno de los cereales principales en la alimentación de las familias a nivel mundial y Ecuador es uno de los países que cuenta con las condiciones climatológicas necesarias para que la producción de este cereal se realice varias veces al año lo cual permite al sector agrícola ser una fuente generadora de recursos económicos para el país y a través de este modelamiento matemático basado en la transmisión de calor y masa de este recurso primario sometido al proceso de secado industrial el cual va depender de la humedad y el calor en medios porosos a partir de las ecuaciones de Fourier y Fick; la primera basada en la conducción del calor y la segunda en el traspaso de la masa; mediante este modelamiento se logrará obtener un grano completamente seco y apto para continuar con los siguientes procesos de industrialización del arroz hasta conseguir un cereal blanco y limpio para comercializarlo a los posibles clientes o consumidores finales.

Bibliografía

- Allebrandt. (2011). *Secado y almacenaje de arroz, tipos de secado*. Keplerweber, asistencia técnica. Obtenido de <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Jornadas-2011/3%20-%20Kepler%20Weber%20-%20Secado%20y%20almacenaje%20de%20arroz.pdf>
- Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos agroindustriales; flujo de calor para la evaporación. *Scielo Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>
- Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos agroindustriales; capacidad de la humedad específica. *Scielo Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>
- Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos agroindustriales; condiciones de borde. *Scielo Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>
- Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos agroindustriales; temperatura constante. *Scielo Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>
- Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos agroindustriales; calor específico de la fase i. *Scielo; Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>

Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos industriales; cuerpo seco.

Scielo; Scientific Electronic Library Online. Obtenido de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>

Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos industriales; densidad del

cuerpo seco. *Scielo; Scientific Electronic Library Online*. Obtenido de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>

Chinè. (2015). Modelación del proceso de secado de productos industriales; introducción.

Scielo; Scientific Electronic Library Online. Obtenido de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00062.pdf>

CODEX. (2011). *Norma del CODEX para el arroz*. Obtenido de

[file:///C:/Users/User/Downloads/CXS_198s%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/CXS_198s%20(1).pdf)

ESPAC. (2014). *Rendimientos del arroz en el Ecuador; El cultivo de arroz en el Ecuador*.

Obtenido de

http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2do_cuatrimestre_2014.pdf

FAO. (2014). *Almacenamiento de granos*. Obtenido de

<http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S04.htm>

- Hernández, Fernández, & Baptista. (2015). *Metodología de la investigación; tipo de investigación descriptiva*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/texson_a_gg/capitulo4.pdf
- INEN. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana; Granos y cereales, arroz pilado requisitos; higiene del arroz pilado*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-1234-1r.pdf
- Kepler. (2011). *Secado y almacenaje del arroz*. Obtenido de <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Jornadas-2011/3%20-%20Kepler%20Weber%20-%20Secado%20y%20almacenaje%20de%20arroz.pdf>
- Kishurim, Tecnice, Tecnimat, Griduc, Gidsaw, & Cognitek. (2013). *El modelamiento matemático en la formación del ingeniero; antecedentes*. Luis Facundo Maldonado Granados. Obtenido de <http://iconk.org/docs/modelamiento.pdf>
- Kishurim, Tecnice, Tecnimat, Griduc, Gidsaw, & Cognitek. (2013). *El modelamiento matemático en la formación del ingeniero; modelo matemático en la ingeniería industrial*. Luis Facundo Maldonado Granados. Obtenido de <http://iconk.org/docs/modelamiento.pdf>
- Najar, C., & José, À. (2015). *Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/283791279/Diagrama-de-Proceso-de-ARROZ>
- NTE INEN, 1. (2014). *Nòema Técnica Ecuatoriana; Granos y cereales, arroz pilado; requisitos físicos*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-1234-1r.pdf

Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi. (2015). *El arroz alimento de millones; nombre científico del cereal*. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/unemisp/reader.action?docID=11201678&ppg=26>

Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi. (2015). *El arroz alimento de millones; situación geográfica del cereal*. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/unemisp/reader.action?docID=11201678&ppg=26>

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz, recepción de la materia prima*. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz, secado*. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz; envasado*. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz; selectora*. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado, separación de cáscara*. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz; pulido.*

Obtenido de

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz ; pre-limpia.*

Obtenido de

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz,descascarado.*

Obtenido de

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz; clasificado I Y*

II. Obtenido de

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf

Reaño. (2015). *Mejora de la productividad en el proceso en el proceso de pilado de arroz; almacenamiento.* Obtenido de

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/502/1/TL_Reano_Villalobos_RaulErnesto.pdf