



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Arroz paddy: Preservación y tratamiento de granos almacenados”.

AUTORA:

Ana Belén García Cevallos

TUTOR:

Ing. Agr. Miguel Goyes Cabezas, MBA.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

“Arroz paddy: Preservación y tratamiento de granos almacenados”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Maribel Vera Suárez, MAE.
PRESIDENTA

Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras, MSc.
SEGUNDO VOCAL

Ing. Agr. Gustavo Vasconez Galarza, MBA.
PRIMER VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo de Titulación son de exclusividad de la autora.

Ana Belén García Cevallos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi pequeña hija que ha sido mi impulso y mi motor para seguir hasta el final de este proceso.

A mi madre por ser un pilar fundamental y darme su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi abuela que siempre se ha mantenido aconsejándome para realizar bien las cosas y no desistir.

A mis hermanas por ser esa ayuda incondicional al momento de necesitarla.

A mis tíos que han sabido dirigirme por un buen camino.

A mi gran amigo que siempre ha estado ahí para mí, apoyándome.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa en mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi familia que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Agradezco a mi buen amigo Gabriel y a mi pequeña hija por su ayuda y fuerza para seguir y no desistir.

A mi tutor Ing. Agr. MAE. Miguel Goyes Cabezas por su colaboración brindada, durante la elaboración de este trabajo.

Finalmente a la Ing. Carmen Vásconez y la Ing. Maribel Vera Suárez porque cada una de sus valiosas aportaciones y consejos hicieron posible de que yo no desista en mi vida estudiantil y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

RESUMEN

El presente documento trató sobre el arroz paddy: preservación y tratamiento de granos almacenados. La costa Ecuatoriana, es la región donde se cultiva el arroz, por tanto es necesario conocer la preservación y tratamiento de los granos almacenados de arroz paddy, para evitar el daño de la semilla, lo que influirá para que no pierda su valor comercial y calidad al momento de ser pilado y que cause pérdidas económicas a los agricultores. Entre las conclusiones planteadas se determinó que el acero es mejor material que el hormigón o la madera para conservar el grano. Los silos de chapa de acero son los lugares ideales para almacenar el grano, aunque dado que una parte importante se almacena a granel, una consideración para facilitar la aireación e inspección del producto, es depositarlo sobre soportes de plástico; por otra parte, un buen método preventivo para dificultar el ataque de insectos en postcosecha es evitar que la cosechadora produzca daños físicos en el arroz cáscara que lo hagan más susceptibles al daño por las plagas; las condiciones de almacenamiento no afectaron la capacidad germinativa del grano de arroz cáscara, que se mantuvo viable a lo largo del período y las condiciones de humedad del grano y temperatura no promovieron el desarrollo fúngico ni la presencia de micotoxinas; los insectos generalmente se presentan en los últimos meses de almacenamiento, lo que se asocia a aumento de la temperatura de grano, por tanto las condiciones de almacenamiento no afectaron la sanidad del grano de arroz cáscara desde el punto de vista fúngico, contenido de micotoxinas e insectos; estudiar almacenamiento comercial de arroz paddy, en empaques de fique tratados previamente con Deltametrina, conjuntamente evitando el almacenamiento conjunto de varios cereales en una misma bodega y utilizar en bodega, para el control de insectos de granos almacenados, tratamientos con Deltametrina, por brindar mayor protección y residualidad, a menor costo.

Palabras claves: almacenamiento, arroz paddy, preservación, tratamiento, silos.

SUMMARY

This paper was about paddy rice: preservation and treatment of stored grains. The Ecuadorian coast is the region where rice is grown, therefore it is necessary to know the preservation and treatment of stored paddy rice grains, to avoid damage to the seed, which will influence so that it does not lose its commercial value and quality. at the time of being piled and causing economic losses to farmers. Among the conclusions raised, it was determined that steel is a better material than concrete or wood to preserve the grain. Sheet steel silos are the ideal places to store grain, although since an important part is stored in bulk, one consideration to facilitate product aeration and inspection is to deposit it on plastic supports; On the other hand, a good preventive method to hinder the attack of insects in post-harvest is to avoid that the harvester produces physical damages in the paddy rice that make it more susceptible to damage by pests; the storage conditions did not affect the germination capacity of the paddy rice grain, which remained viable throughout the period, and the humidity and temperature conditions of the grain did not promote fungal development or the presence of mycotoxins; insects generally appear in the last months of storage, which is associated with an increase in grain temperature, therefore the storage conditions did not affect the health of the paddy rice grain from a fungal point of view, mycotoxin content and insects; study commercial storage of paddy rice, in fique packages previously treated with Deltamethrin, jointly avoiding the joint storage of several cereals in the same warehouse and use in the warehouse, for the control of stored grains insects, treatments with Deltamethrin, to provide greater protection and residuality, at a lower cost.

Keywords: storage, paddy rice, preservation, treatment, silos.

CONTENIDO

RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivo	4
1.5. Fundamentación teórica	5
1.6. Hipótesis	16
1.7. Metodología de la investigación	16
CAPÍTULO II	18
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1. Desarrollo del caso	18
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	18
2.3. Soluciones planteadas	19
2.4. Conclusiones	20
2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)	20
BIBLIOGRAFÍA	22

INTRODUCCIÓN

El Arroz es una especie perteneciente a la familia de las gramíneas, cuya semilla debidamente procesada constituye la base alimentaria de más de un tercio de la población mundial. Además es el producto más consumido a nivel nacional y genera fuente de empleo a las personas que se dedican a las diferentes labores que se realizan en este cultivo.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 ha de arroz, de las cuales se cosechan 332 988 ha con una producción de 1 239 269 tn. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, de las cuales se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 tn (MAG 2019).

El cultivo y procesamiento de arroz es una de las labores agrícolas más importantes, representando el 77 % de la producción de arroz paddy (Kassen 2016). Sin embargo, en nuestro país, las mayores zonas productoras de arroz son Guayas y Los Ríos, recalcando que las tecnologías post-cosecha muchas veces no son las adecuadas, debido a que mantienen estructuras inapropiadas o mal diseñadas, lo que promueve el deterioro de los granos.

La preservación y conservación de las cosechas representan hoy en día una cuestión vital. Toda la reserva que se destina a la alimentación del agricultor y su familia debe ser cuidadosamente beneficiada y conservada durante el almacenamiento para que no se altere su valor nutritivo. Por lo tanto, el propósito del almacenamiento es preservar la calidad de los productos agrícolas después de su cosecha, limpieza y secado. La producción de granos es discontinua y periódica mientras que su consumo es permanente y no se interrumpe. Para conciliar estos dos aspectos es necesario almacenar la producción agrícola para atender la demanda que se presenta durante el periodo entre cosechas. Como raramente es posible consumir de inmediato toda la producción, si el agricultor la almacena podrá consumirla poco a poco o venderla con posterioridad en la época más oportuna, evitando así las presiones del mercado que se presentan durante la época de la cosecha (Arias 2015).

El presente documento tuvo como finalidad recopilar y procesar información sobre la preservación y tratamiento de arroz paddy almacenado.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trató sobre el arroz paddy: preservación y tratamiento de granos almacenados.

La costa Ecuatoriana, es la región donde se cultiva el arroz, por tanto es necesario conocer la preservación y tratamiento de los granos almacenados de arroz paddy, para evitar el daño de la semilla, lo que influirá para que no pierda su valor comercial y calidad al momento de ser pilado y que cause pérdidas económicas a los agricultores.

1.2. Planteamiento del problema

El arroz paddy es uno de los principales productos que genera fuente de ingreso a los agricultores, especialmente a los de la cuenca baja del río Guayas, donde se cultiva una serie de productos masivos que suplen la demanda alimenticia.

Debido a la alta producción de este cereal, los agricultores presentan problemas al momento de almacenar el producto, porque no toman conciencia de las medidas adecuadas como su preservación y tratamiento.

Para preservar el grano de arroz paddy los agricultores muchas veces no cuentan con la infraestructura adecuada que contenga la humedad óptima y que permita proteger a los granos de hongos e insectos que se presentan durante su almacenamiento.

1.3. Justificación

El cultivo de arroz es el más popular del mundo. Se cultiva en la India,

China y el sudeste asiático. Dada la mejora genética continua del arroz paddy o comúnmente conocido como “arroz con cáscara”, la producción ha crecido exponencialmente en América Latina y el Caribe por el potencial que tiene la región, debido a las abundantes reservas de agua, su suelo, recursos humanos, y un nivel técnico que va en aumento año tras año.

La preservación y tratamiento de arroz paddy es indispensable para aumentar el valor comercial de la gramínea. La preservación consiste en mantener el grano almacenado durante algún tiempo, con las condiciones ambientales y de humedad adecuadas, sin que exista la incidencia de algún hongo o insecto que deterioren la semilla. Existen tratamientos para mantener la gramínea como es el caso de funguicidas e insecticidas.

La mayor incidencia de plagas se da durante la época lluviosa. Lo característico del arrozal es su superficie de cultivo, su gran volumen de comercialización y, por tanto, de almacenamiento, y, dadas las condiciones climáticas, las altas temperaturas que se alcanzan en invierno. La presencia de gorgojos en arroz se constata a lo largo del procesamiento industrial, es un elemento indeseable y no tolerable en la cadena comercial por su efecto en la calidad del producto. Esto indica que los fumigantes aplicados no son del todo efectivos y este problema se puede agravar ahora que se ha prohibido el uso del bromuro de metilo. (Pascual y Aguilar, 2017).

1.4. Objetivo

1.4.1. General:

Establecer la importancia de preservación y tratamiento de arroz paddy almacenado.

1.4.2. Específicos:

- Investigar lo referente a la preservación del arroz paddy almacenado.
- Determinar los diferentes tratamientos de arroz paddy almacenado.

1.5. Fundamentación teórica

La cadena arroceras es constituida por los productores de arroz, que realizan la fase de producción de materia prima (arroz en cáscara verde) y las pequeñas, medianas y grandes agroindustrias arroceras responsables del procesamiento agroindustrial y la distribución del producto a consumidores (Viteri y Zambrano, 2016).

El cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo considerando la superficie cosechada como cultivo alimenticio. Además de su importancia como alimento, proporciona empleo al mayor sector de la población rural de los países donde se cultiva (Vera *et al.* 2018).

El cultivo de arroz ha sido uno de los más dinámicos de la agricultura en las últimas décadas. En efecto, mientras la producción agrícola promedio se ha mantenido prácticamente estancada desde principios de la década de los cincuenta, la producción de arroz se ha más que quintuplicado entre esa época y la actualidad (Escobal 2014).

Los elementos involucrados en la cadena de arroz son relativamente pocos: en primer lugar, se encuentra la producción agrícola de arroz, la cual se cosecha en forma de arroz paddy (cáscara) verde; en segundo lugar, el procesamiento industrial, el cual consiste en someter el paddy verde a un proceso de secamiento (paddy seco), el descascarillado (trilla), el pulímetro para obtener arroz blanco apto para el consumo, y algunos subproductos y derivados tales como el arroz partido, la harina de arroz, el triturado de arroz, el afrecho de arroz, los grits de arroz; y, en tercer lugar, encontramos los procesos de comercialización de arroz paddy y de arroz blanco y sus subproductos tanto nacional como importado (Martínez y Acevedo 2014).

El sector agrícola es uno de los sectores más importantes del Ecuador, ya que las condiciones climáticas hacen que en el territorio se siembre toda clase de recursos, por lo tanto, es necesario que las personas que se dediquen a la agricultura tengan sólidos conocimientos técnicos en el manejo de abono y de insumos como semillas (Jordán y Yagual 2018).

Vera et al. (2018) mencionan que en el Ecuador, la zona de Babahoyo, Capital Provincial de Los Ríos, es un área netamente agrícola, productiva e industrial con tierras fértiles donde se produce arroz, soya, maíz, banano, cacao, etc. El cultivo del arroz genera una importante cantidad de fuentes de trabajo en el agro, constituyéndose además en el alimento básico de las familias ecuatorianas de toda clase social, siendo un producto de alta disponibilidad dentro del mercado nacional.

El arroz es un cultivo de gran importancia en la Costa del Ecuador donde el 80 % de las unidades productivas pertenece a pequeños y medianos arroceros. Los pequeños productores atraviesan varias limitantes relacionadas con la producción, comercialización, financiamiento y las formas de asociatividad son una alternativa para enfrentar las dificultades de manera colectiva (Eymond y Santos 2015).

El eslabón de la producción de arroz paddy verde, el cual incluye la siembra y la recolección, se produce la materia prima de todo el proceso productivo. La producción de arroz paddy verde está concentrada con aproximadamente el 75% de la producción total. Este eslabón de la cadena se caracteriza por contar con un número considerable de productores de arroz paddy verde (Ramírez 2013).

La meta primordial del almacenamiento es preservar la calidad del grano. El arroz recién cosechado, de cualquier grado de calidad, debe secarse y almacenarse de tal modo que en el momento de su consumo conserve el mismo grado que poseía al iniciarse el período de almacenamiento. El contenido de humedad del 14 % se considera seguro para el almacenamiento del arroz paddy hasta 5 meses. Para almacenamientos prolongados de 6 meses en adelante este

contenido de humedad debe reducirse al 13 %. La temperatura ambiental de la bodega es un buen indicador de las condiciones de almacenamiento. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo de insectos y microorganismos. El principal daño económico causado por los hongos es la decoloración del grano lo cual reduce su valor comercial (Valencia y César 2014).

Cuando el grano está maduro se realiza la cosecha y se conduce el grano inmediatamente a las distintas plantas de recibo para su limpieza, secado y posterior conservación. El grano ingresa a la planta industrial con una humedad de entre 24 y 16 % aproximadamente, por lo que necesita, luego de una pre-limpieza, ser secado hasta alcanzar una humedad inferior a 13%, de modo de asegurar un almacenamiento seguro. Luego se procede a una segunda etapa de limpieza del grano y se almacena en galpones, silos, silos bolsa, etcétera, para su posterior elaboración (Sánchez *et al.* 2020).

El arroz Paddy verde o arroz en cascara es el primer producto que se extrae de la *Oryza Sativa* y del cual se hace un proceso para transformarlo en arroz blanco y otros subproductos. Como su cultivo se hace en tierras semihúmedas el porcentaje de humedad con el que llega a las molindas es de aproximadamente del 25 %, además de otro proceso de limpieza que permita el proceso de trillado (Castellanos y Páez 2016)

En las regiones tropicales latinoamericanas y del Caribe, en donde la industria molinera ha asumido históricamente la responsabilidad del secamiento y almacenamiento del arroz paddy en un mercado que es típicamente de vendedores de arroz paddy verde. La conveniencia de que los agricultores dispongan de facilidades de secamiento y almacenamiento de arroz en post cosecha como esquema para modernizar y desarrollar el mercado de físicos no ha estado manifiesto ni en los programas de política sectorial ni de las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico del cultivo (Suárez y Vargas 2015).

Cuando las condiciones en las que transcurre la fase de almacenamiento de granos son desfavorables se producen pérdidas económicas que se atribuyen

a la merma de masa, calidad y valor comercial, que condicionan la disponibilidad de alimentos y sus volúmenes exportables (Sánchez *et al.* 2020).

El almacenamiento del arroz cáscara, una vez recolectado, se realiza en silos y a granel, principalmente en grandes cooperativas, aunque en ocasiones se almacena en instalaciones pertenecientes a agricultores particulares. En los almacenes más pequeños el periodo de almacenamiento abarca unos tres meses después de la cosecha, cuando ya ha sido comercializada la mayor parte de la producción del año; las cooperativas pueden prolongar su conservación hasta el verano (Pascual y Aguilar 2017).

El establecimiento de agentes de biodeterioro en los granos almacenados depende de las condiciones ambientales (fundamentalmente humedad y temperatura), actividad de agua, disponibilidad de alimento, refugio y presencia y abundancia de los competidores, depredadores y parásitos (Sánchez *et al.* 2020).

El cultivo y procesamiento de arroz es una de las labores agrícolas más importantes, representando el 77 % de la producción de arroz Paddy del país. El secado de arroz Paddy es uno de los procesos de mayor importancia en la producción de arroz blanco. El secado influye también en la capacidad de almacenamiento del grano, el consumo de energía, la masa final del grano y el porcentaje de granos enteros al finalizar el proceso (Varela y Mendoza 2015).

El secamiento del arroz paddy verde en fincas es una práctica generalizada de manejo del cultivo de arroz en post cosecha en los países productores de las zonas templadas del mundo y del trópico asiático y africano. Se estimó que, entre el 70 y 90 % del arroz cosechado en Asia donde se produce el 94% del arroz mundial, se retenía en las fincas mediante diferentes sistemas convencionales de secamiento al sol, de aireación durante el almacenamiento, y sistemas no convencionales. Un sinnúmero de prototipos no convencionales de secamiento de arroz paddy verde se han desarrollado con el principio de convección forzada por entidades como el Instituto Internacional del Arroz IRRI. Su utilización por los agricultores en el mundo ha sido creciente (Suárez y Vargas

2015).

Estudios demuestran que la tasa de respiración de los granos y agentes biológicos como insectos y los microorganismos presentes en los granos almacenados involucra el agua. Cuando la humedad relativa del espacio intergranario es inferior al 67 % la mayoría de los hongos del almacenaje no pueden sobrevivir en la masa de granos, por lo que esta es la “humedad relativa de almacenamiento seguro” (Sánchez *et al.* 2020).

En la industria arrocera local, el proceso de secado se realiza a temperatura constante (aprox. 35°C), por el tiempo necesario hasta alcanzar la humedad de equilibrio. No alcanzar la humedad de equilibrio generará hongos en el proceso de almacenamiento, por otro lado, sobresecar el grano reduce la masa del producto generando pérdidas económicas para la industria molinera. Además, realizar el proceso con una mayor temperatura fragiliza el grano generando un mayor porcentaje de granos partidos (Varela y Mendoza 2015).

Asimismo, la variable tiempo de almacenamiento también es importante y puede definirse un “tiempo de almacenamiento seguro”, entendido como el tiempo máximo que puede ser almacenado un grano a determinadas condiciones de temperatura, humedad y porcentaje de granos dañados mecánicamente, sin perder su condición de grado. Tanto la humedad relativa como el tiempo de almacenamiento seguro dependen del grano de que se trate. La variable asociada a la humedad y que también influye en el deterioro de granos y alimentos es la actividad de agua disponible para desarrollo de microorganismos y reacciones enzimáticas. Valores cercanos a 1,0 son más propicios para el desarrollo fúngico (Sánchez *et al.* 2020).

Los almacenes generales de depósito tienen la necesidad de preservar los alimentos y semillas del ataque de roedores, aves, insectos y microorganismos. Los insectos empobrecen la calidad alimenticia, reducen el porcentaje de germinación de las semillas y causan pérdidas parciales o totales de los mismos, éstos cuando atacan a los granos y productos almacenados no solo causan daños mecánicos sino que provocan también contaminaciones y

cambios físico-químicos, propiciando el medio para el desarrollo de hongos y la asociación entre estos dos organismos puede disminuir conjunta o independientemente la calidad del grano o producto (Ceballos 2016).

Los hongos responsables del deterioro de los granos desde un punto de vista ecofisiológico se pueden agrupar en dos categorías: “hongos de campo”, que infectan los granos antes de la cosecha, y los “hongos de almacenamiento”, que generalmente son saprofitos y se desarrollan después de la cosecha. Además existe un tercer grupo fúngico intermedio que se compondría de hongos que continúan desarrollándose durante el almacenamiento si la temperatura permanece alta como los géneros *Cladosporium*, *Fusarium* y *Trichoderma* (Sánchez *et al.* 2020).

Los insectos de granos almacenados pueden iniciar infestaciones desde el campo, durante el transporte de las cosechas a los sitios de almacenaje o en las mismas instalaciones, en donde las plagas encuentran condiciones propicias para el desarrollo (Ceballos 2016).

Otro aspecto relevante para asegurar la inocuidad del grano vinculado con el crecimiento de hongos es la presencia de micotoxinas. Se producen pérdidas económicas significativas (25 %) en los productos agrícolas mundiales debido a la contaminación por micotoxinas. Estas son metabolitos secundarios producidos por estos organismos en respuesta a estrés causado por extremos ambientales, escasez de alimentos o competencia de otros microorganismos. Las toxinas pueden ser nefrotóxicas, inmunosupresoras, cancerígenas y teratogénicas para salud animal y humana. Los grupos más importantes de micotoxinas que se encuentran en los alimentos son: aflatoxinas, producidas por *Aspergillus*; ocratoxina A, producida tanto por *Aspergillus* como por *Penicillium* (Sánchez *et al.* 2020).

La aplicación de productos químicos es la modalidad de control de plagas que aún se mantiene a la vanguardia de esta actividad agronómica; se efectúa a base de sustancias que ejercen una acción letal sobre los insectos. El uso de estos materiales químicos como agentes protectores o de control de insectos se

fundamenta en una serie de principios básicos estrechamente relacionados con la morfología, fisiología y hábito del insecto (bajo las condiciones ecológicas reinantes); además, de la constitución y características específicas del producto que se desea proteger (Ceballos 2016).

Las mayores causas de pérdidas durante el almacenamiento son el ataque de insectos, roedores y aves como resultado de una protección inadecuada, así también la humedad del aire no deberá ser mayor a 70 % con una temperatura de 25 o más grados por periodos largos de tiempo. Para el almacenamiento de semillas el porcentaje de humedad que contenga el grano debe ser de menor al 14 %; semilla de 8 a 12 meses de 10 – 12 %; semilla de más de un año menor al 9 % y semillas de conservación de germoplasma un 6 % de contenido de humedad (Mantilla 2018).

La proliferación de insectos en los recintos de almacenamiento es también causa de deterioro de granos y consecuentes pérdidas económicas. Respecto del riesgo de daño por insectos, las temperaturas superiores a 25 °C se consideran como de riesgo elevado para el desarrollo de insectos, entre 17 y 25 °C de riesgo moderado, y temperaturas menores a 17 °C corresponden a un bajo riesgo de infestación. Los insectos plaga y ácaros de los granos almacenados ocasionan daños directos, por el consumo y contaminación del producto, e indirectos, como el calentamiento del grano, desarrollo de hongos y micotoxinas. Se reconocen aproximadamente 250 especies de insectos que atacan a granos y sus productos en la etapa de almacenaje, y alrededor de 20 son las especies más relevantes (Sánchez *et al.* 2020).

El almacenamiento de semillas de arroz puede realizarse de dos maneras: a granel y en sacos los cuales pueden ser guardadas en almacenes convencionales o cámaras de refrigeración (Mantilla 2018).

Para combatir las plagas de los granos almacenados se invierte gran cantidad de dinero en plaguicidas. Muchas veces estos gastos se incrementan porque se hacen aplicaciones curativas, cuando el grano ya está dañado o el insecto se encuentra dentro del mismo, o por falta de investigación en este

campo, y además de aumentar los costos de almacenaje no aportan los beneficios esperados por que se han acostumbrado a utilizar los mismos productos que tarde o temprano trae como consecuencia la resistencia adquirida por los insectos (Ceballos 2016).

El almacenamiento al granel es de carácter temporal, se necesita que las semillas se encuentren limpias y secas. Normalmente se relaciona almacenamiento al granel con silos cilíndricos metálicos, cajas de maderas, ambos de pequeños volúmenes de semilla, donde la semilla va a ser utilizada para la próxima siembra. Se necesita inspeccionar la semilla almacenada para identificar la presencia de plagas y tomar acciones sobre el mismo. El silo deberá presentar un sello hermético que impida un intercambio gaseoso con el aire ambiente que rodea al silo (Mantilla 2018).

Los mayores perjuicios económicos son provocados por coleópteros “gorgojo del arroz”. Se consideran plaga primaria debido a que cumplen su ciclo biológico en el interior del grano que infestan. Las que se alimentan de granos dañados, quebrados y harina se consideran plagas secundarias (Sánchez *et al.* 2020).

En el almacenamiento en sacos, el almacén debe tener dispositivos de control para poder monitorear las condiciones internas como temperatura y humedad relativa. Esta configuración va a ser necesaria en regiones de alta humedad durante todo el año y de altos registros de temperaturas durante la época lluviosa (Mantilla 2018).

Los empresarios necesitan desarrollar inversiones en el secamiento del arroz paddy verde y en el procesamiento y almacenamiento del arroz paddy seco y/o blanco. En caso contrario, los empresarios arroceros deben contratar estos servicios de un proveedor pero sin la transferencia del dominio sobre el arroz paddy seco o el arroz blanco (Suárez y Vargas 2015).

La conservación de productos al granel requiere un sistema de ventilación para combatir los fenómenos de transferencia de humedad, y de forma

consecuente de insectos y microorganismos. La ventilación involucra la circulación forzada de aire ambiente (también puede ser aire enfriado artificialmente) al interior de una masa de granos (Mantilla 2018).

Los factores ecológicos de temperatura y humedad relativa, además del contenido de humedad del grano y sus condiciones físicas, son de mucha importancia en el almacenamiento y conservación de granos y productos almacenados (Ceballos 2016).

La aireación de granos en climas templados tiene tres diferentes propósitos, los cuales son: enfriamiento, mantenimiento de condición, secado y fumigación. Cada propósito tiene asociado un flujo de volumen de aire por cada 6 toneladas de grano (Mantilla 2018).

La investigación en relación con el cultivo de arroz se ha focalizado principalmente en el desarrollo de nuevas variedades de arroz que mejoran las características de ecofisiología, rendimiento, manejo y ciclo biológico de plagas en la etapa del cultivo de arroz. Sin embargo, con respecto al conocimiento del ecosistema que constituye el grano almacenado en silo no se han desarrollado estudios a nivel nacional que profundicen en el estudio de los factores bióticos y abióticos que interactúan en este ambiente. La inocuidad y calidad son aspectos decisivos para permanecer en los mercados donde se exporta este grano, por lo que estas características deben ser preservadas durante el almacenamiento (Sánchez et al. 2020).

En el diseño de forma del silo el cuerpo cilíndrico como tal no presenta mayor complejidad geométrica dado a que su diseño se encuentra estandarizado, las alternativas que se tiene en este apartado son respecto a las configuraciones de entrada y salida de producto (arroz cáscara), entrada y salida de aire (proveniente de ventilador), disposición y selección de perfiles para la estructura de soporte, y las adecuaciones internas para la instalación de sensores de temperatura (Mantilla 2018).

Una vez recolectado y seco, el arroz cáscara experimenta durante el

almacenamiento un proceso de maduración posterior que completa y perfecciona sus características organolépticas y cualitativas; el arroz almacenado, mediante el proceso de envejecimiento que se verifica, alcanza gradualmente una mayor uniformidad y equilibrio cualitativo. El metabolismo que se produce durante el reposo supone la verificación de una respiración muy lenta por la cual como ya se ha dicho en otro capítulo se consume una pequeñísima parte de azúcares, mediante la absorción de oxígeno ambiente y la producción de anhídrido carbónico y vapor de agua; este último se elimina del arroz almacenado de forma espontánea, o forzada por el reciclo mecánico o manual del producto o con la insuflación de aire (Bastidas y Romero 2015).

El almacenaje de arroz cascara es un proceso donde se debe controlar la humedad y temperatura para obtener un buen almacenaje y no poder afectar su calidad física y organoléptica; el proceso de almacenaje de arroz cascara se envase en sacos negros cosecheros de un peso de aproximadamente de 80 a 100 kg, con una humedad de 12 a 14 %, con temperatura ambiente y se almacena por un periodo mínimo de 8 a 12 meses (Pisfil 2020).

La alta humedad durante todo el año, de igual forma el producto a almacenar puede ser contaminado fácilmente, por esto se necesita un material que no se descomponga con el tiempo y pueda prever la oxidación. En diseños de estructuras resistentes a la corrosión generalmente nos encontramos con dos tipos de materiales: acero inoxidable o acero galvanizado (Mantilla 2018).

El almacenaje de arroz cascara se da en Silos de diferentes capacidades de 30 t a 1500 t de arroz cáscara, donde se controla y verifica la humedad y temperaturas del grano para evitar alguno otro comportamiento e infestación (Pisfil 2020).

La mejor forma de prevenir infestaciones en la masa de granos es el monitoreo. Esta herramienta debe incluir la dinámica de población, así como los cambios de temperatura y humedad relativa. El objetivo del muestreo continuo es precisamente detectar en que momento la población de insectos-plaga puede incrementarse por el efecto de estas dos variables. Si esta práctica se realiza de

forma correcta, seremos capaces de detectar cuando una plaga ha llegado a su umbral económico, e implementar las estrategias de control que aseguren bajar poblaciones con la menor inversión y sin mermas en grano almacenado (Intagri 2020).

Si se ven gorgojos (según el periodo de almacenamiento), se trata con pastillas de fosfuro de aluminio (fosfamina). Para ello, se puede recurrir a empresas especializadas. Se tapan los montones de arroz con plástico y se incorpora el producto por el sistema de refrigeración y se sella durante 2 días o una semana. La temperatura del grano debe ser al menos 10 °C para una mayor eficacia. Este tratamiento es efectivo y tiene un efecto inmediato, es decir mata los insectos que haya vivos pero no protege de las infestaciones posteriores (García y Torres 2016).

La fosfina es uno de los materiales más utilizados, puede ser aplicada por inyección y por vía fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio, estos últimos son sólidos que reaccionan con la humedad de la atmósfera para producir gas fosfina (sustancia activa que actúa como plaguicida). La utilización de fosfuro de aluminio no debe hacerse si la temperatura es inferior a 5 °C o si el contenido de humedad es inferior al 10 %. Cuando los insectos se exponen a estos gases por suficiente tiempo todas las etapas del desarrollo (huevecillos, larvas, crisálidas y adultos) mueren (Intagri 2020).

Los tratamientos preventivos y que hoy algunos agricultores mantienen, con deltametrina (con o sin butóxido de piperonilo), antes de almacenar el grano, son importantes para proteger el grano al principio y de forma residual durante más tiempo. Si bien los tratamientos con fosfuro de aluminio pueden ser necesarios al final (García y Torres 2016).

Cuando los gases son aplicados a mayores dosis de las recomendadas pueden dañar la germinación de los granos (almacenados como semilla). La fumigación debe ocurrir en un compartimiento que pueda ser sellado firmemente. La fosfina puede causar la corrosión de algunos metales (cobre, bronce, plata y oro) a altas temperaturas y humedad, por lo que se deben tomar precauciones

si dentro del almacén se tienen motores eléctricos, cableado y sistemas electrónicos. Son diversos los productos utilizados para prevenir o erradicar insectos plagan en instalaciones y en granos infestados. El correcto uso de los productos debe considerar la oportunidad, la dosis y la rotación de grupos toxicológicos, a fin de obtener la mejor eficacia (Intagri 2020).

Los tratamientos se aplican cuando se vacía el grano en el contenedor u otro depósito de almacenamiento, si se va aplicar tratamientos con agentes inertes, minerales o polvos de plantas, se debe mezclar perfectamente los ingredientes con el grano, en la proporción que se indica en la tabla. Para el grano que se almacena en costales, tambos o silos, se aplica la dosis del agente elegido, se mezcla perfectamente y se deposita en el contenedor. Si emplea un tratamiento con pastillas, hay que tomar precauciones, debido a que las pastillas de fosfina son muy peligrosas y únicamente personas capacitadas deben aplicarlas (Abad y Vicente 2017).

Se recomienda emplear insecticidas únicamente cuando las poblaciones de plagas alcanzan valores anormales y ponen en riesgo el grano almacenado. Para aplicar el agente elegido, el usuario deberá apegarse a las instrucciones del fabricante, considerando que las sustancias de esta clase son muy peligrosas (Abad y Vicente 2017).

1.6. Hipótesis

Ho= en el Arroz paddy no influye la preservación y tratamiento de granos almacenados.

Ha= en el Arroz paddy influye la preservación y tratamiento de granos almacenados.

1.7. Metodología de la investigación

Con la finalidad de desarrollar el presente documento se efectuó investigaciones en libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencias que serán sometidas a la técnica de análisis y resumen con temas referentes a la preservación y tratamiento de arroz almacenado.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente documento trató lo referentes a la preservación y tratamiento de arroz almacenado.

El periodo de almacenamiento para el arroz cáscara de consumo abarca desde el momento de la cosecha, hasta aproximadamente de 6 a 9 meses, dependiendo de las condiciones ambientales y previa desinfección y reparación de las instalaciones de almacenamiento.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).

Entre las situaciones detectadas puede describirse:

Falta infraestructura pública de riego y drenaje, electrificación y vías en zonas de arroz seco; no hay sistemas de secamiento y almacenamiento en fincas

Alta concentración de los sistemas de acopio, secamiento y almacenamiento en la industria; pérdidas y costos de transporte arroz paddy verde; costos de almacenamiento, acondicionamiento y transporte de paddy seco y blanco.

Existen insectos relativamente pequeños (3-6 mm) y difíciles de ver en el tratamiento de granos almacenados. La forma más frecuente de detección de las plagas es observando la superficie de los montones de arroz o tomando muestras del grano. En algunas grandes cooperativas se colocan trampas. Como referencia se puede decir que en un muestreo de 3 Kg por cada 20 toneladas la presencia de 1 insecto por Kg puede ser indicativo de infestación peligrosa.

Los pequeños productores no tienen una infraestructura referente al almacenamiento de su grano lo que hace que comercialicen su producto a menor precio.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas tenemos:

El sector considera que las plagas de almacén son importantes. Su aparición se agrava a medida que aumenta el periodo de almacenamiento. Igualmente, si en el mismo almacén se guardan por más tiempo otros granos tales como maíz o trigo, las plagas proliferan fácilmente. Si se almacena sólo arroz cáscara y por un corto periodo de tiempo (por ejemplo 3 meses), no se trata el arroz (salvo en algún año excepcional) y con tratar el almacén es suficiente para un buen control de las plagas.

Las dificultades de control vienen ligadas, a veces, a infraestructuras más antiguas. La apreciación es que los métodos disponibles (fumigantes, insecticidas, control de temperatura y humedad así como trampas) son suficientes aunque algunos apuntan que hace falta otro tipo de productos químicos.

La desinsectación debe realizarse no más tarde de 3 semanas antes de introducir el grano, aunque es mejor hacerlo con 4 a 6 semanas de antelación. Además de los productos mencionados también están autorizados otros organofosforados (metil pirimifos) y piretroides (permetrina), o sus mezclas. Algunas de las plagas de almacén están desarrollado resistencia a los insecticidas. Para evitar esto conviene asegurarse de que el tratamiento se aplica bien, es decir, que se utilicen las dosis adecuadas (ni superiores ni inferiores a las recomendadas) para evitar que queden insectos vivos, y alternar las materias activas utilizadas.

2.4. Conclusiones

Entre las conclusiones planteadas se plantea los siguientes:

El acero es mejor material que el hormigón o la madera para conservar el grano. Los silos de chapa de acero son los lugares ideales para almacenar el grano, aunque dado que una parte importante se almacena a granel, una consideración para facilitar la aireación e inspección del producto, es depositarlo sobre soportes de plástico.

Por otra parte, un buen método preventivo para dificultar el ataque de insectos en postcosecha es evitar que la cosechadora produzca daños físicos en el arroz cáscara que lo hagan más susceptibles al daño por las plagas.

Las condiciones de almacenamiento no afectaron la capacidad germinativa del grano de arroz cáscara, que se mantuvo viable a lo largo del período y las condiciones de humedad del grano y temperatura no promovieron el desarrollo fúngico ni la presencia de micotoxinas.

Los insectos generalmente se presentan en los últimos meses de almacenamiento, lo que se asocia a aumento de la temperatura de grano, por tanto las condiciones de almacenamiento no afectaron la sanidad del grano de arroz cáscara desde el punto de vista fúngico, contenido de micotoxinas e insectos.

Estudiar almacenamiento comercial de arroz paddy, en empaques de fique tratados previamente con Deltametrina. Evitar el almacenamiento conjunto de varios cereales en una misma bodega. Utilizar en bodega, para el control de insectos de granos almacenados, tratamientos con Deltametrina, por brindar mayor protección y residualidad, a menor costo.

2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)

Como recomendaciones se plantea los siguiente:

La generación de nuevos modelos y estrategias de control, son proyectos que se pueden plantear y desarrollar gracias no solo al secador a escala construida, sino también a los modelos y algoritmos desarrollados. Entre los principales problemas a resolver, está la determinación y definición de curvas de secado que reduzcan la cantidad de grano partido.

Modificaciones en el equipo deberán ser realizadas según el lugar de operación debido a que el sistema de acondicionamiento de la semilla depende de las condiciones climáticas de la zona.

Proceder a la limpieza y desinfección del grano de arroz paddy antes de almacenarlo, para eliminar los posibles hongos o insectos presentes.

Que se realicen investigaciones para desarrollar otros productos químicos o naturales, naturales que sirvan para la prevención y tratamiento de plagas de almacenamiento de arroz paddy.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, S., Vicente, J. (2017). Análisis de riesgo de plagas de granos de arroz (*Oryza sativa* L.) para consumo, originarios de Uruguay (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Arias, C. (2015). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural (No. F019. 018). FAO.
- Bastidas Murillo, B., Romero Loor, W. (2015). Diagnóstico en la competitividad del arroz Paddy en el cantón Nobol Provincia del Guayas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).
- Castellanos Ortégón, I. Y., Chávez, I. D. (2016). Predicción del comportamiento del precio promedio mensual del arroz paddy verde en Colombia teniendo en cuenta la información entre 1996-2015 y el tlc.
- Ceballos Dávila, E. (2016). Aplicación de Dos Insecticidas Como Protectantes del Empaque contra Insectos de Arroz Paddy (*Oryza Sativa* L) en Dos Sitios de Almacenamiento de Villavicencio (Doctoral dissertation).
- Escobal, J. (2014). Comercialización agrícola en el Perú. 1ª Ed. Perú. — Lima: GRADE. ISBN 84-89305-42- 0
- Eymond, M., Santos, A. (2015). Asociatividad para el acceso a la comercialización de pequeños arroceros en Ecuador. Dinámicas de comercialización para la agricultura familiar campesina: desafíos y alternativas en el escenario ecuatoriano. 2ª Ed. Pág. 65-69.
- García, T. C., Torres, F. P. (2016) plagas de artrópodos en los ecosistemas agrarios de Andalucía y su control.
- Intagri (2020). Manual de Plagas en Granos Almacenados. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manual-plagas-granos-almacenados>
- Jordán, P., Yagual, A. (2018). Modelo de gestión para la comercialización del arroz en beneficio de los pequeños productores del recinto La Barranca perteneciente al Cantón Samborondón. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador. Disponible en <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2018/comercializacion->

arroz.html

- Kassen, F. (2016). El arroz en Venezuela. Presentación Asamblea Anual de la Confederación Nacional de Productores Agropecuarios, Fedeaagro. Valle de La Pascua, Venezuela.
- Mantilla Morán, X. M. (2018). Diseño y construcción de un sistema de almacenamiento de semillas de arroz para pequeños productores (Bachelor's thesis, Espol).
- Martínez, H., Acevedo, X. (2014). Características y estructura de la cadena de arroz en Colombia. IICA, Bogotá (Colombia). Pág. 21
- Ministerio de Agricultura. (2019). Cifras-agroproductivas. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Pascual Villalobos, M., Aguilar Portero, M. (2017). [Pests of stored rice in Andalusia [Spain]]. Agricultura. Serie Sanidad Vegetal-Junta de Andalucía (España).
- Pisfil Fernández, D. J. (2020). Evaluación del tipo de almacenamiento de arroz cáscara, para su añejamiento (*Oryza Sativa*).
- Ramírez, J. (2013). Política Comercial para el Arroz. Disponible en <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/208/Politica%20Comercial%20para%20el%20Arroz%20-%20Reporte%20Final.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Sánchez, A., Gómez-Guerrero, B., Billiris, A. (2020). Almacenamiento de arroz: influencia en la inocuidad del grano. Innotec.
- Suárez, A., Vargas, E. (2015). Requerimientos y posibilidades para la administración de riesgos de precios del arroz en Colombia. Revista Lebrét, (3), 85-114.
- Valencia, M., César, A. (2014). Evaluación de la Calidad del Arroz.
- Varela, A. C., Mendoza, O. B. (2015). Diseño e implementación de una estrategia de control predictivo para el secado de arroz paddy. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (56), 78-86.
- Vera, M., León, J., Goyes, M., Goyes, J., Olvera, O. (2018). Alternativa para incrementar la rentabilidad de los productores mediante el diagnóstico de la comercialización de arroz. 1ª Ed. Centro de Investigación y Desarrollo Profesional, CIDEPRO. ISBN: 978-9942-792-56-3 (eBook)
- Viteri, G., Zambrano, C. (2016). Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis

de la evolución de precios en el eslabón productor-consumidor. Revista de Ciencias Agrarias. Cienc Tecn UTEQ (2016) 9(2) p 11-17 ISSN 1390-4051; e-ISSN 1390-4043