



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

### Carrera de Ingeniería Agrícola

#### PROPUESTA POSCOSECHA EN LA TECNOLOGÍA DE SECADO NATURAL DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*) CANTÓN MACARÁ PROVINCIA DE LOJA

Trabajo de Titulación, previo a  
la obtención del título de  
Ingeniería Agrícola.

#### AUTOR:

Segundo Johan Morocho Cumbicus

#### DIRECTOR:

Ing. Víctor Ramiro Castillo Bermeo. Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2023

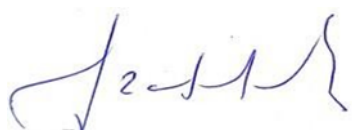
## Certificación

Loja, 16 de septiembre de 2022

Ing. Víctor Ramiro Castillo B. Mg. Sc  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Qué, he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“PROPUESTA POSCOSECHA EN LA TECNOLOGÍA DE SECADO NATURAL DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*) CANTÓN MACARÁ PROVINCIA DE LOJA”** de autoría del señor estudiante, **Segundo Johan Morocho Cumbicus**, con cédula de identidad Nro. **1105328403**, previa a la obtención del título de **Ingeniero Agrícola**. Una vez que, el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Ing. Víctor Ramiro Castillo Bermeo Mg. Sc  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **Autoría**

Yo, **Segundo Johan Morocho Cumbicus**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma



**Cédula de Identidad:** 1105328403

**Fecha:** 24/11/2023

**Correo electrónico:** segundo.morocho@unl.edu.ec

**Celular:** 0997601111

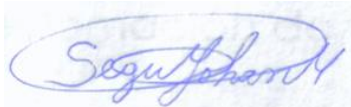
**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo **Segundo Johan Morocho Cumbicus** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **PROPUESTA POSCOSECHA EN LA TECNOLOGÍA DE SECADO NATURAL DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*) CANTÓN MACARÁ PROVINCIA DE LOJA** como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veinticuatro días del mes de noviembre del dos mil veintitrés.

**Firma:**



**Autor:** Segundo Johan Morocho Cumbicus

**Cédula de identidad:** 1105328403

**Dirección:** Loja, Monseñor Alberto Zambrano-Noruega y Grecia

**Correo electrónico:** johanmorocho14@gmail.com

**Celular:**0997601111

#### **DATOS COPLEMENTARIOS**

**Director de Trabajo de Titulación:** Ing. Víctor Ramiro Castillo Bermeo, Mg. Sc.

### **Dedicatoria**

Dedico este Trabajo que es resultado de mi esfuerzo y dedicación por varios meses primeramente a Dios que siempre ha sido mi guía y me ha permitido culminar mis estudios universitarios. A mis padres Daysi Cumbicus y Segundo Morocho, a mi hermana que día a día me han brindado apoyo moral y motivación, para cumplir una meta más en mi vida. A todos mis profesores que compartieron sus conocimientos a lo largo de la carrera. A las autoridades, agricultores del cantón Macará por la colaboración en el desarrollo del Trabajo de Titulación.

***Segundo Johan Morocho Cumbicus.***

## **Agradecimiento**

Dejo constancia de mi gratitud a las autoridades y docentes de la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, y particularmente a la carrera de Ingeniería Agrícola, por las enseñanzas impartidas durante todo mi proceso de formación profesional, por haberme permitido ser parte del alumnado de esta prestigiosa entidad educativa, adquirir conocimientos, experiencias y así lograr cumplir cada uno de mis objetivos. Al Ing. Víctor Ramiro Castillo Mg. Sc. Por su acertada asesoría y dirección que me permitió culminar con éxito este Trabajo de Investigación. Así mismo agradezco a las autoridades, agricultores del cantón Macará, por haberme brindado su total y valiosa colaboración para poder realizar la presente investigación, finalmente a mi familia por el apoyo brindado en el transcurso de mi formación universitaria.

*Segundo Johan Morocho Cumbicus.*

## Índice de contenidos

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen.....</b>	<b>2</b>
Abstract .....	3
<b>3. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico .....</b>	<b>6</b>
4.1. Generalidades .....	6
4.2. Origen del arroz.....	6
4.3. Clasificación taxonómica .....	7
4.4. Manejo poscosecha de granos .....	7
4.5. Cosecha .....	7
4.5.1. Cosecha manual .....	7
4.5.2. Cosecha semi mecanizada.....	7
4.5.3. Cosecha mecánica .....	8
4.6. Poscosecha.....	8
4.7. Factores que influyen en los procesos poscosecha de granos.....	8
4.7.1. Condiciones climáticas durante el período de madurez.....	8

4.7.2. Grado de madurez fisiológica.....	9
4.7.3. Daños mecánicos.....	9
4.7.4. Contenido de impurezas.....	9
4.7.5. Humedad.....	9
4.7.6. Temperatura.....	10
4.7.7. Microorganismos.....	10
4.7.8. Calidad del arroz.....	10
4.8. El agua en los granos.....	10
4.9. Secado.....	11
4.10. Elementos de importancia en el proceso de secado.....	11
4.10.1. Determinación del contenido de humedad.....	11
4.10.2. Métodos para determinar el contenido de humedad.....	12
4.11. Humedad en equilibrio.....	13
4.12. Métodos de secado.....	13
4.12.1. Secado natural.....	13
4.12.2. Secado artificial.....	14
4.13. Tecnología de secado.....	14
4.13.1. Secador de bandejas.....	15
4.13.2. Secador rotatorio.....	15
4.13.3. Secador solar parabólico.....	16
4.13.4. Secadora de gabinete.....	16
4.13.5. Secador tipo tienda de campaña.....	16
4.14. Tecnológica alternativa de secado natural.....	17
<b>5. Metodología.....</b>	<b>18</b>
5.1. Ubicación.....	18
5.2. Climatología en el cantón Macará.....	18
5.3. Materiales.....	19



5.3.1. Materiales de campo .....	19
5.3.2. Materiales y equipos de oficina .....	19
5.4. Técnicas y métodos de investigación .....	19
5.5. Muestreo .....	20
5.6. Metodología por objetivos.....	22
5.6.1. Metodología para el primer objetivo.....	22
5.6.2. Metodología para el segundo objetivo .....	23
5.6.3. Metodología para el tercer objetivo .....	23
<b>6. Resultados.....</b>	<b>25</b>
6.1. Caracterización de los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz.....	25
6.1.1. Recopilación de información .....	25
6.1.2. Evaluación de las operaciones de secado en los centros de acopio. ....	30
6.2. Elaboración de una guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural ajustada a los requerimientos de calidad vigentes en el mercado .....	32
6.2.1. Título.....	32
6.2.2. Introducción .....	32
6.2.3. Justificación .....	32
6.2.4. Objetivos .....	33
6.2.5. Materiales.....	33
6.2.6. Metodología .....	35
6.2.7. Diseñar la secadora tipo invernadero para el cultivo del arroz con el uso del programa AutoCAD.....	35
6.2.8. Metodología del segundo objetivo .....	36
6.2.9. Capacitación a los cincuenta pequeños productores de arroz sobre la propuesta tecnológica de secado natural .....	36
6.2.10. Especificaciones técnicas de los componentes del sistema de secado.....	40
6.2.11. Cronograma.....	42

6.2.12. Presupuesto .....	42
6.3. Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural.....	43
6.3.1. Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural .....	43
6.3.2. Socializar la validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural .....	45
<b>7. Discusión .....</b>	<b>46</b>
7.1. Caracterización de los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz.....	46
7.2. Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural. ....	46
7.3. Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural .....	47
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>49</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>50</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>55</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Pisos térmicos. ....	19
<b>Tabla 2.</b> Métodos y técnicas de investigación.....	20
<b>Tabla 3.</b> Zonificación de fincas arroceras del cantón Macará.....	22
<b>Tabla 4.</b> Forma de cosecha.....	25
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de humedad. ....	25
<b>Tabla 6.</b> Pérdidas.....	25
<b>Tabla 7.</b> Técnica de secado .....	26
<b>Tabla 8.</b> Método de secado. ....	26
<b>Tabla 9.</b> Realización del secado.....	26
<b>Tabla 10.</b> Ejecución del secado.....	27
<b>Tabla 11.</b> Cantidades que secan. ....	27
<b>Tabla 12.</b> Tecnología de secado natural.....	27
<b>Tabla 13.</b> Centro de acopio (piladora). ....	28
<b>Tabla 14.</b> Secado artificial en las piladoras.....	28
<b>Tabla 15.</b> Pérdidas al secar el arroz.....	28
<b>Tabla 16.</b> Tiempo al secar el arroz de forma natural. ....	29
<b>Tabla 17.</b> Tiempo de remoción del arroz. ....	29
<b>Tabla 18.</b> Materiales y presupuesto de la secadora.....	34
<b>Tabla 19.</b> Lista de exigencia de la secadora.....	35
<b>Tabla 20.</b> Calificación de la guía o propuesta tecnológica. ....	43
<b>Tabla 21.</b> Propuesta tecnológica fortalece los conocimientos. ....	44
<b>Tabla 22.</b> Guía o propuesta tecnológica de secado natural. ....	44
<b>Tabla 23.</b> Reducción del tiempo de secado, mano de obra, pérdidas. ....	45
<b>Tabla 24.</b> Rentable la secadora natural. ....	45

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Secador de bandejas.....	15
<b>Figura 2.</b> Secador rotatorio.....	15
<b>Figura 3.</b> Secador solar con cubierta de plástico.....	16
<b>Figura 4.</b> Mapa del cantón Macará.....	18
<b>Figura 5.</b> Especificaciones técnicas.....	30
<b>Figura 6.</b> Especificaciones técnicas de la secadora artificial .....	31
<b>Figura 7.</b> Especificaciones técnicas del secador artificial.....	31
<b>Figura 8.</b> Diseño de las camas de madera .....	37
<b>Figura 9.</b> Camas de madera donde se distribuye el grano.....	37
<b>Figura 10.</b> Distribución de los arcos de PVC.....	38
<b>Figura 11.</b> Diseño de la puerta y arco puerta .....	39
<b>Figura 12.</b> Diseño de la puerta .....	39
<b>Figura 13.</b> Colocación del plástico invernadero.....	40
<b>Figura 14.</b> Secadora tipo invernadero .....	41
<b>Figura 15.</b> Camas de madera .....	41
<b>Figura 16.</b> Puerta de la secadora tipo invernadero .....	42

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Cuestionario (caracterización de métodos y técnicas de secado). .....	55
<b>Anexo 2.</b> Diseño de la tecnología alternativa (vista lateral izquierda). .....	57
<b>Anexo 3.</b> Diseño de la tecnología alternativa de secado (vista lateral derecha). .....	58
<b>Anexo 4.</b> Diseño de la tecnología alternativa (vista superior). .....	59
<b>Anexo 5.</b> Diseño de la tecnología alternativa (secadora tipo invernadero vista frontal). .....	60
<b>Anexo 6.</b> Cuestionario (pertinencia de la guía) .....	61
<b>Anexo 7.</b> Recorridos y conversaciones a los pequeños productores del cantón Macará. ....	63
<b>Anexo 8.</b> Encuestas realizadas a los productores de arroz del cantón Macará. ....	64
<b>Anexo 9.</b> Cosecha mecanizada del cultivo del arroz. ....	65
<b>Anexo 10.</b> Cosecha manual del cultivo de arroz en el cantón Macará .....	65
<b>Anexo 11.</b> Secado natural del cultivo de arroz. ....	66
<b>Anexo 12.</b> Recorrido en los centros de acopio (piladora Luzuriaga). ....	67
<b>Anexo 13.</b> Recorrido en los centros de acopio (piladora del pueblo). .....	67
<b>Anexo 14.</b> Arroz almacenado en los centros de acopio. ....	68
<b>Anexo 15.</b> Socialización de la propuesta sobre la tecnología de secado natural. ....	68
<b>Anexo 16.</b> Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural. ....	69
<b>Anexo 17.</b> Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural. ....	69
<b>Anexo 18.</b> Socialización de la pertinencia de la guía sobre la tecnología de secado natural. .	70
<b>Anexo 19.</b> Proforma de cotización. ....	71
<b>Anexo 20.</b> Certificación de traducción del Abstract. ....	72

## **1. Título**

**PROPUESTA POSCOSECHA EN LA TECNOLOGÍA DE SECADO NATURAL DE  
ARROZ (*ORYZA SATIVA*) CANTÓN MACARÁ PROVINCIA DE LOJA**

## 2. Resumen

El arroz (*Oryza sativa*) es un producto básico que se encuentra en todas partes del mundo, considerado el segundo cereal más producido después del maíz. Los pequeños productores del cantón Macará realizan el secado del arroz de forma natural, a la intemperie, sin un manejo técnico entre el grano y los factores atmosféricos lo que sumado a las plagas y animales que, suelen contaminarlo y comérselo, limitan la conservación del grano por un mayor período de tiempo, lo cual afecta económicamente a los agricultores, ya que su valor comercial se ve reducido alrededor del 25%. La falta de tecnología poscosecha, y la escasa información acerca de los métodos de secado, producen pérdidas que superan el 10% del producto final. La presente investigación tiene como finalidad caracterizar los métodos y técnicas de secado natural, además de elaborar una guía y/o propuesta tecnológica para el secado natural a cincuenta fincas arroceras del cantón Macará, para ello se determinó mediante observación directa y encuestas, los métodos utilizados para secar el arroz. Se indagó sobre las tecnologías de secado que conocen, posteriormente se evaluó la pertinencia de la guía o propuesta poscosecha en la tecnología mencionada. Los resultados establecen que, durante el secado, la calidad del grano disminuye aproximadamente un 10% aumentando las pérdidas de la gramínea. Se diseñó una alternativa tecnológica de secado natural tipo invernadero, con capacidad de secado de 60 quintales de grano húmedo en cáscara. Su precio oscila entre 500,00 dólares americanos, accesible al presupuesto del productor, lo anteriormente mencionado contribuye a conservar la calidad del producto y tener mejores ingresos económicos.

**Palabras claves:** arroz, factores atmosféricos, propuesta tecnológica, técnicas, secado.

## **Abstract**

Rice (*Oryza sativa*) is a basic product found in all parts of the world, considered the second most produced cereal after corn. Small farmers in Macará canton dry rice naturally, outdoors, without technical management between the grain and atmospheric factors, which, in addition to pests and animals that tend to contaminate and eat it, limits the conservation of the grain for a longer period of time, which affects farmers economically, since its commercial value is reduced by about 25%. The lack of post-harvest technology and the scarce information on drying methods cause losses that exceed 10% of the final product. The purpose of this research is to characterize the methods and techniques of natural drying, as well as to develop a guide and/or technological proposal for natural drying for fifty rice farms in the Macará canton. The relevance of the post-harvest guide or proposal for the aforementioned technology was then evaluated. The results establish that, during drying, the quality of the grain decreases by approximately 10%, increasing the losses of the grass. A technological alternative was designed for natural greenhouse drying, with a drying capacity of 60 quintals of wet grain in the husk. Its price ranges between 500.00 US dollars, accessible to the producer's budget, which contributes to preserve the quality of the product and improve their income.

**Key words:** rice, atmospheric factors, technological proposal, techniques, drying.



### 3. Introducción

El arroz es un producto básico, aproximadamente la mitad de la población mundial consume este cereal. En Ecuador las provincias productoras de arroz son: Manabí (11%), Loja (1%), Esmeraldas (1%), Bolívar (1%). La mayor producción la tiene Guayas con el 47% y los Ríos con el 40%. En la provincia de Loja, los cantones de Macará y Zapotillo producen por hectárea 130 quintales superando a la media a nivel nacional que es de 110 quintales por hectárea (Quito, 2017).

En Ecuador los pequeños agricultores realizan el secado natural en días de buen sol, pero el grano expuesto a la intemperie ocasiona problemas, las plagas suelen aparecer contaminarlo y comérselo, además, el poco conocimiento técnico sobre el uso de nuevas tecnologías de secado repercute en la conservación de la calidad del arroz. El sector arrocero está representado por pequeños productores en un 51% aproximadamente (Jima, 2017).

Durante el manejo poscosecha, los pequeños agricultores realizan el secado natural, sin embargo, las plagas y animales menores pertenecientes a las fincas suelen aparecer y contaminarlo, impidiendo la conservación del grano por un largo período de tiempo, provocando pérdidas en sus componentes, valor nutricional y atributos organolépticos (Tacuri y Quintana, 2010). Si el arroz se seca demasiado, puede afectar sus atributos organolépticos en un 20% perdiendo sabor y textura, y si se seca insuficientemente, puede desarrollar moho y bacterias, el secado al sol puede reducir la cantidad de vitamina B1 en el arroz hasta un 10%. El 13% de humedad en el grano evita la pérdida de elementos químicos, como proteínas, sodio, fósforo, calcio, hierro, entre otros (Alvarado y López, 2023).

El proyecto de tesis surgió a partir de una reunión que se mantuvo con los cincuenta pequeños productores de arroz del cantón Macará, en donde se conversó y evidencio mediante observación directa, cuáles son los problemas que enfrentan en el tema de poscosecha, en donde se identificó que el secado natural es uno de los principales factores que produce pérdidas de calidad en aproximadamente un 10%, afectando la economía a los agricultores, reduciendo su valor comercial hasta 24 dólares americanos el quintal cuando su valor original es de 32.50 dólares americanos (Monge, 2022). El limitado conocimiento en técnicas de secado repercute en la conservación de la calidad del arroz y aumentan las pérdidas y deterioro de las cosechas. Al respecto, se planeó una propuesta poscosecha en la tecnología de secado natural de arroz, brindando información y diseño tecnológico, que pueda ser replicado por los pequeños agricultores por su construcción sencilla con material económico.

En el presente estudio, los resultados obtenidos darán apertura a nuevos métodos de secado del grano de arroz, minimizando las pérdidas y contribuir a la seguridad alimentaria etc., mejorando las condiciones de vida de los habitantes de esta zona. En este contexto se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general: Contribuir al mejoramiento del manejo poscosecha del arroz a nivel de pequeños productores del cantón Macará.

#### Objetivos específicos

- Caracterizar los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz.
- Elaborar una guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural ajustada a los requerimientos de calidad vigentes en el mercado.
- Socializar la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Generalidades**

Desde el nacimiento de la humanidad, la producción de alimentos siempre ha sido una necesidad para el desarrollo de la civilización. La agricultura ya no es solo granjas y alimentos, es un recurso importante que ha ido evolucionando con el pasar de los años y ha sufrido cambios tecnológicos para dar respuesta a la demanda de alimentos a nivel mundial y combatir la inseguridad alimentaria y la pobreza entre las comunidades marginadas (Arias et al., 2005).

Durante la era Neolítica, hace aproximadamente diez mil años, es posible que la mayoría de grupos humanos comenzaran a consumir cereales y sus derivados abandonando la vida nómada y asentándose para cultivar la tierra (Aguerre, 1984).

### **4.2. Origen del arroz**

El cultivo del arroz es muy antiguo y es difícil establecer la época en que el hombre inicio su propagación. La literatura China hace 3000 años antes de Cristo, consideraban el inicio de la siembra como una ceremonia religiosa que estaba reservada a su emperador (INIAP, 2007).

En el siglo XV en África y Madagascar se introdujo este cultivo. Hacia finales del siglo XVII en América del Norte y América del Sur se introdujo el cultivo de arroz, así como en Australia y en las Islas del Pacífico. Después del maíz el arroz es el cereal más cultivado en el mundo; y es la base de la alimentación de los pueblos del Asia monzónica, de la India y del Japón. En diversos países de África tropical tiende a menudo a sustituir a otros cereales, como los mijos y sorgos en particular (Aguerre, 1984).

En Ecuador, el arroz es uno de los principales alimentos en la dieta de las personas. El arroz es un producto básico, aproximadamente la mitad de la población mundial consume este cereal. Las zonas productoras principales son las provincias de Los Ríos y Guayas, que concentran el 94,3% del total de la producción del litoral (Bermeo, 2010).

Además, otras provincias productoras son: Manabí (11%), Loja (1%), Esmeraldas (1%), Bolívar (1%); el 3% restante se encuentra en otras provincias. La mayor producción la tiene Guayas con el 47% y los Ríos con el 40%, la provincia de Manabí tiene el 8%, las demás provincias productoras poseen producciones menores, su rendimiento es bajo en comparación con las principales zonas productoras. En la provincia de Loja, los cantones de Macará y Zapotillo producen por hectárea 130 quintales superando a la media a nivel nacional que es de 110 quintales por hectárea (Quito, 2017).

### 4.3. Clasificación taxonómica

Según Rodríguez (2013), el arroz es una planta fanerógama:

Nombre científico	Oryza sativa L.
Nombre común	Arroz
Clase	Monocotiledonea
Orden	Glumiflora
Familia	Graminea
Subfamilia	Panicoideas
Tribu	Oryzae
Subtribu	Oryzieneaes
Genero	Oryza
Tipo	Espermatofita
Subtipo	Angiosperma

### 4.4. Manejo poscosecha de granos

El manejo poscosecha toma en cuenta, los métodos de cosecha, plagas o enfermedades, el acondicionamiento y el almacenamiento influyen en el deterioro de la calidad del grano.

### 4.5. Cosecha

La cosecha del arroz es la última manipulación en el proceso de producción por lo tanto se debe realizar con mucho cuidado, consiste en recoger las semillas que se encuentran en la panícula de la planta; se debe efectuar en relación con la madurez fisiológica del grano. Hay tres diferentes métodos para realizar la cosecha, depende del área de producción que disponga el agricultor, de las condiciones locales existentes en el lugar, la tecnología, máquinas disponibles y el costo en que se debe incurrir (Pérez et al., 2018).

#### 4.5.1. Cosecha manual

Para realizar la cosecha manual se debe disponer de suficiente personal para cortar, pre secar y trillar, además de tener carpas o mantas, plásticos, sacos, amarradores y disponer del lugar donde se va a realizar el secado y posterior acondicionamiento para asegurar la calidad del grano (Urbina, 2018).

#### 4.5.2. Cosecha semi mecanizada

El trabajo se lo ejecuta con la utilización de máquinas, el corte se realiza manualmente y la trilla de forma mecanizada, mediante la utilización de trilladoras estacionarias. La limitante es el corte de las plantas y acarreo de los manojos con las espigas a la trilladora, aunque es más productivo en comparación con la trilla efectuada a mano (Pérez et al., 2018).

#### **4.5.3. Cosecha mecánica**

La utilización de maquinaria como cosechadoras y trilladoras además de personal que apoye las labores de cosecha con maquinaria. Se puede producir daños mecánicos si no se ejecuta este proceso con cuidado; como son roturas de los granos; cuando no se observan a simple vista, se muestran en las pruebas de laboratorio, los efectos inmediatos son pérdida del poder germinativo y del vigor de la semilla, si se realiza la cosecha mecánica sin conocimientos técnicos pueden afectar tanto a la semilla como a la planta (Urbina, 2018).

#### **4.6. Poscosecha**

El manejo poscosecha es el conjunto de prácticas que se realizan post producción incluyen limpieza, lavado, selección, clasificación, desinfección, secado y almacenamiento, empleados para separar elementos no deseados, mejorar la presentación del producto y cumplir con las normas de calidad para la comercialización. Las prácticas poscosecha están relacionadas con el manejo y control de variables como: temperatura y la humedad relativa y la utilización de tratamientos suplementarios, como fungicidas y recubrimientos (Riveros, 2006).

Las operaciones de acondicionamiento que aseguran el almacenamiento de los granos a nivel rural son: el secado, la limpieza, la selección y el control de plagas por citar algunas. Con la realización de estas actividades se deja al grano en condiciones adecuadas para almacenarlo, y así conservar la calidad que trae desde la recolección para una posterior comercialización (Hernández y Puentes, 1998).

#### **4.7. Factores que influyen en los procesos poscosecha de granos**

##### **4.7.1. Condiciones climáticas durante el período de madurez**

Durante dos etapas de maduración las condiciones climáticas influyen en el desarrollo vegetativo de los granos; en la primera etapa el grano acumula materia seca; para que suceda requiere de humedad en los suelos en cantidades favorables sin esto la planta experimenta un estrés hídrico que causaría la presencia de espigas con granos pobres en tamaño y peso. La segunda etapa se presenta cuando la semilla alcanza su máximo contenido de materia seca, disminuye su contenido de humedad para encontrarse en equilibrio con el ambiente (Bermeo, 2010).

#### **4.7.2. Grado de madurez fisiológica**

Durante la madurez fisiológica se observa un cambio de coloración de los granos, pasando de verde amarillento a amarillo. Sucede cuando las semillas tienen un contenido de humedad del 22 al 28 %, las panículas se curvan y los granos no están demasiados maduros ni demasiados verdes. La madurez fisiológica indica que la semilla de arroz tiene su máxima calidad biológica, expresada como; una mayor acumulación de materia seca, mayor sanidad, mayor poder de germinación, excelente vigor y un mínimo proceso de deterioro de la semilla (Urbina, 2018).

#### **4.7.3. Daños mecánicos**

Los daños mecánicos se presentan desde la cosecha hasta el almacenamiento.

**Cosecha:** Se la realiza en el momento de la separación del grano de la espiga, sucede cuando de forma manual los granos o semilla son separados de la planta (panículas) y se realiza por medio de golpes de las panículas en una superficie dura. Los pequeños agricultores realizan el golpeteo de las estructuras que contienen la semilla, en troncos de árboles, tablas, piedras grandes (Urbina, 2018).

**Limpieza:** Máquinas de limpieza mal calibradas (Bermeo, 2010).

**Almacenamiento:** Cuando se encuentran los granos debajo de una pila de sacos, por el sobrepeso que soportan reduce su calidad y se deterioran en grandes cantidades produciendo pérdidas significativas a los productores (Bermeo, 2010).

**Transporte:** en las operaciones poscosecha del arroz, al transportar el producto desde el campo hasta el centro de acopio del grano, puede influir debido a que puede deteriorarse el grano por una mala manipulación al momento de la descarga (Miranda et al., 2019).

#### **4.7.4. Contenido de impurezas**

Las impurezas ocasionan el deterioro en los granos, dificultando el almacenamiento porque aumenta la temperatura y humedad del grano y obstaculizan el secado impidiendo la circulación del aire a través de los espacios entre granos (Bermeo, 2010).

#### **4.7.5. Humedad**

Los granos son higroscópicos, absorben o pierden agua, dependen de la humedad que tiene el grano, la temperatura y humedad relativa que prevalece donde está almacenado, es más fácil almacenar un grano seco por más tiempo que un grano que este húmedo debido a que acelera la descomposición del mismo. Durante el manejo poscosecha, el contenido de humedad es muy importante en especial durante su procesamiento y almacenamiento, un control

inadecuado, puede producir calentamiento de la masa de grano y generar el crecimiento de hongos e insectos. Los granos con contenido de humedad al 13% son poco susceptibles al ataque de microorganismos en cualquier medio (Ospina, 2001).

#### **4.7.6. *Temperatura***

Las altas temperaturas contribuyen al desarrollo de hongos y al ataque de insectos, por lo tanto, un aumento de la temperatura durante el almacenamiento deteriora el producto final. La temperatura ayuda a establecer la cantidad de energía que se necesita para lograr la temperatura de secado. (Hernández y Puentes, 1998).

#### **4.7.7. *Microorganismos***

Los microorganismos dañan el grano en el almacenamiento; tanto en finca como en los centros de servicio de secado. El desarrollo de hongos y bacterias en los granos de arroz origina la aparición de olores y sabores desagradables debido a su actividad metabólica, además de sustancias tóxicas llamadas micotoxinas, siendo las más peligrosas las aflotoxinas (Bermeo, 2010).

#### **4.7.8. *Calidad del arroz***

Al cosechar el arroz con una adecuada madurez fisiológica, se debe retirar todo material extraño para conservar la calidad y ejercer un control durante el proceso de secado, para mantener la calidad durante un tiempo prolongado en almacenamiento y realizar una posterior comercialización. Las principales causas de pérdida de calidad del arroz en el secado son, daños mecánicos; choque térmico; secado desigual; exceso de temperatura de secado; secado con humedad final muy baja (Allebrandt, 2011).

Entre los países productores de arroz en el mundo Ecuador se encuentra en el puesto 26, pese a que el mayor desarrollo de cultivos se da en las provincias y cantones de la costa del país, el consumo de arroz predomina en todo el territorio nacional sin importar el estrato social o cultural (Mendoza et al., 2019).

### **4.8. El agua en los granos**

El agua que se encuentra en los granos se presenta de distintas formas una de ellas es el agua absorbida o libre se la puede localizar como agua superficial en los espacios entre grano y grano o se puede encontrar libremente dentro de los poros de los granos sometidos a fuerzas capilares, además este tipo de agua tiene las mismas propiedades que el agua libre. La presencia de agua libre en los granos dificulta el almacenamiento puesto que ayuda al desarrollo de hongos, este tipo de agua se evapora fácilmente. El agua absorbida, se mantiene en los granos gracias a fuerzas de atracción molecular o está ligada a la sustancia absorbente. En este caso

hay una interacción entre las moléculas de agua y aquellas que componen el grano. El agua de constitución, esta combinada químicamente con la materia seca y sostenida por fuertes uniones químicas, esta agua no es de fácil eliminación, pero ocasionalmente puede ser removida en condiciones controladas mediante algunos métodos de determinación de humedad (Ospina, 2001).

#### **4.9. Secado**

El grano de arroz se cosecha con un alto contenido de humedad y es sometido a un proceso de secado con el fin de almacenarlo por un tiempo prolongado. El secado es el primer paso del proceso industrial del arroz después realizan las operaciones de limpieza, descascarado, blanqueo y clasificación y de esta manera el arroz está listo para ser entregado a la población, si el secado no se realiza con cuidado puede causar grandes pérdidas. Los métodos de eliminación de humedad, varían desde medios mecánicos, utilizando prensas, máquinas centrífugas, hasta el secado por medios térmicos con aire caliente por tiro natural o forzado (Álvaro y Burbano, 2005).

El secado requiere mucha atención y muchas veces constituye un cuello de botella, debido a que el arroz es cosechado con un alto porcentaje de humedad y su procesamiento toma más tiempo en comparación a otros cultivos, lo que hace más difícil la eficiencia de funcionamiento de la planta industrial. Además, provoca, que frecuentemente, se eleve la temperatura de secado intentando acortar el proceso, lo que origina pérdidas en el porcentaje de grano entero, por consiguiente, mayores costos del proceso industrial. La tecnología que permite mejorar los procesos de secado presenta influencia en el análisis de costo e incide en el beneficio económico de la planta procesadora (Pérez et al., 2018).

El secado de granos da respuesta a cuatro requerimientos.

- La disminución del contenido de agua en los granos.
- Evitar la germinación de las semillas.
- Conservar la calidad del grano.
- Alcanzar un grado de humedad óptimo (13%) que no permita el crecimiento de hongos y bacterias.

#### **4.10. Elementos de importancia en el proceso de secado**

##### ***4.10.1. Determinación del contenido de humedad***

Según Ospina y Hernández (1989), un grano está compuesto de materia seca y agua, la base humedad y base seca son dos maneras de expresar la humedad contenida en un producto. La humedad en base humedad es la relación entre el peso del agua contenida en el grano y el



peso total del mismo, en base seca la relación es entre el peso de la masa de agua contenida en el grano y el peso de la materia seca, en todo el proceso de secado esta materia seca es constante.

El contenido de humedad en base húmeda se expresa como:

$$CH_{bh} = \left( \frac{W_a}{W_a + W_{ms}} \right) * 100$$

Donde:

$CH_{bh}$  = Contenido de humedad en base humedad (%).

$W_a$  = Peso del agua (g).

$W_{ms}$  = Peso de la materia seca (g).

El contenido de humedad en base seca se expresa como:

$$CH_{bs} = \left( \frac{W_a}{W_{ms}} \right) * 100$$

$CH_{bs}$  = Contenido de humedad en base seca (%).

$W_a$  = Peso del agua (g).

$W_{ms}$  = Peso de la materia seca (g).

El contenido de humedad en base seca siempre será mayor al contenido de humedad en base humedad, cuando no es definido el contenido de humedad del grano se lo considera a base humedad.

#### **4.10.2. Métodos para determinar el contenido de humedad**

El contenido de humedad es importante en las operaciones de secado, almacenamiento y procesamiento, se puede determinar por dos métodos la humedad. Los métodos directos son los más precisos; miden el contenido de agua de los productos, por diferencia de peso, reacción química o por absorbancia de luz. Cada grano tiene un comportamiento particular, el método de estufa consiste en colocar en el horno dos o tres muestras del material a una temperatura dada dependiendo del tipo de grano y por un tiempo determinado (Ospina y Hernández, 1989).

Los resultados dependen de varios factores como el grado de molienda del material y las condiciones en las cuales se realiza el secado (tiempo, temperatura y presión atmosférica). Los métodos más usados son: el método de estufa con circulación forzada de aire y el método de estufa al vacío (Ospina, 2001).

En el método de destilación el agua es removida por el calentamiento de los granos en aceite u otro líquido caliente cuya temperatura de ebullición es mayor a la del agua. El vapor del agua proveniente del calentamiento de la muestra es condensado y recogido en un recipiente. Este método consiste en pesar una muestra de granos y colocarlos en un recipiente que contenga

aceite, al ebulir el aceite, el agua que se encuentra en el grano se elimina en forma de vapor y se condensa y es recogido en un recipiente (Ospina y Hernández, 1989).

En los métodos indirectos; la conductividad eléctrica y las propiedades dieléctricas se usan como principio las cuales dependen de la humedad que contenga los granos. El método de resistencia eléctrica, es empleado en la fabricación de varios determinadores de humedad. Los medidores de humedad deben calibrarse para cada grano, estos quipos calculan el contenido de humedad en base seca y humedad. En el método dieléctrico, cualquier producto biológico sus propiedades dieléctricas dependen del contenido de humedad. Los aparatos cuyo funcionamiento se basan en estas propiedades son: Motomco, Steinlite, Radson, Burrows digital (Ospina, 2001).

#### **4.11. Humedad en equilibrio**

La humedad que posee el grano cuando estando a la misma humedad relativa del aire que lo rodea y temperatura, no gana ni pierde humedad se denomina humedad de equilibrio. Cuando se realiza el proceso de secado el valor de humedad de equilibrio establece el valor final de contenido de humedad hasta el cual el producto se puede secar. En el contenido de humedad en equilibrio los factores que influyen son, temperatura y humedad relativa del aire, temperatura del grano, tipo y variedad del grano (Ospina y Hernández, 1989).

#### **4.12. Métodos de secado**

##### ***4.12.1. Secado natural***

El grano está expuesto a la luz solar y a las corrientes de aire, que arrastran la humedad del producto. La demanda energética de este producto se obtiene a través de medios naturales, la entalpía del aire y la radiación solar, a pesar de la naturaleza rudimentaria de este producto actualmente es muy utilizado por los pequeños productores, aunque pueden sufrir pérdidas. La capacidad, el tiempo de secado y la calidad del producto final dependen de las condiciones climáticas, que varían de un lugar a otro, y en ocasiones conducen a la pérdida del producto final debido a esta técnica de secado (Contento et al., 2009).

El Secado al sol presenta algunas ventajas, pero también presenta muchas desventajas, las principales ventajas por las cuales los agricultores la utilizan son que no demanda ningún costo es decir no utilizan combustible. Después de realizar el secado, el terreno queda disponible para la agricultura o para otros fines por lo tanto no necesitan estructuras permanentes. Las desventajas son, la pérdida de humedad no es constante, ya que depende de los cambios climáticos, el riesgo de deterioro aumenta, debido al desarrollo de hongos o el ataque de roedores. Los niveles finales de humedad no son los adecuados, por ello, aumenta

las posibilidades de deterioro del producto durante el almacenado. En otras ocasiones, el producto alcanza niveles de secado superiores a los límites recomendables. El producto se puede contaminar por el polvo y la suciedad y la infestación por insectos. Se requiere de mano de obra adicional para extender el grano, voltearlo y recogerlo cuando hay presencia de lluvia. El secado en patios, es uno de los métodos más utilizados por los agricultores para secar los granos. El secado se realiza en la finca arrocera y consiste en extender el producto en el patio de cemento o sobre mantas durante varios días es recomendable colocar el grano por la mañana antes de que este muy caliente el suelo y pueda causarle algún daño (Tran, 2011).

#### ***4.12.2. Secado artificial***

El secado artificial requiere más atención, para no afectar la calidad de los granos. El propósito es asegurar que el grano conserve sus propiedades el mayor tiempo posible durante el almacenamiento. Este proceso previene el desarrollo o crecimiento de microorganismos. El proceso de secado debe responder a unos requisitos para reducir la humedad en el grano; evitar la germinación de la semilla; mantener la máxima calidad del grano; alcanzar un nivel de humedad que no permita el crecimiento de bacterias y hongos y prevenga el crecimiento de ácaros e insectos (Casiello et al., 2019).

En el secado artificial su principio es la transferencia de calor por convección forzada, por el aire caliente que es succionado y empujado por un ventilador. El piso es de lámina perforada o malla metálica se encarga de soportar el grano y posee túneles que permita la circulación del aire. Algunos tienen una serie de compuertas que permiten que el flujo de aire, cambie de dirección y sentido, como la descarga del grano una vez esté seco (Baidal, 2009).

#### **4.13. Tecnología de secado**

Existen diversas tecnologías utilizadas en el secado industrial. Las secadoras de flujo continuo son las más empleadas actualmente, el grano se introduce y se descarga en estas instalaciones en forma continua, permaneciendo llenas las secciones de secado y enfriamiento. El enfriamiento y secado se realizan en forma simultánea e ininterrumpida. De acuerdo al tipo de flujo se pueden clasificar en: secadoras de flujo mixto "caballetes", en las zonas de secado y enfriamiento poseen como elemento principal, un conjunto de conductos en forma de V invertida, por donde circula el aire caliente o frío. Las secadoras de flujo cruzado, poseen columnas rectas por donde circula por gravedad el grano; las cuales se encuentran formadas por paredes de chapas perforadas, que atraviesa el aire caliente o frío en forma cruzada o perpendicular al espesor de la columna (Boffa et al., 2012).

#### 4.13.1. Secador de bandejas

Consiste en un armario metálico rectangular, lo suficientemente grande para contener el material a secar. Tiene una bandeja poco profunda sobre la que se coloca el producto a secar. Estos pueden perforarse para aumentar el área de contacto entre el aire y los sólidos, reduciendo así el tiempo del proceso. El secado implica en hacer correr aire caliente y seco a través de un ventilador hasta que llegue a las bandejas. El aire generalmente se calienta con vapor insaturado para asegurar un secado eficiente (Loja, 2019).

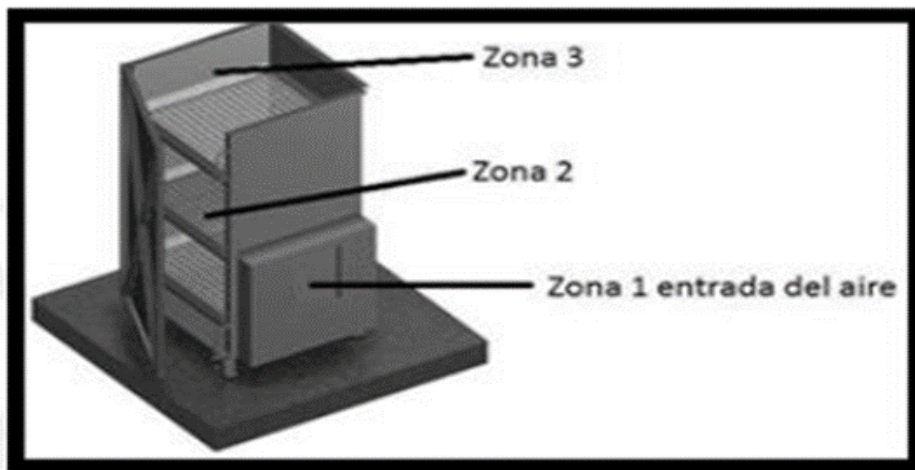


Figura 1. Secador de bandejas.  
Fuente: Loja (2019)

#### 4.13.2. Secador rotatorio

Es una de las formas de secado más utilizadas, ya que cuenta con una amplia gama de materiales a nivel industrial, y el costo unitario es relativamente bajo en comparación a grandes cantidades. Está compuesto por un cilindro hueco que gira alrededor de su eje y está ligeramente inclinado para permitir que el sólido seco se deslice hacia la boca de salida. El material húmedo avanza por gravedad en virtud de la inclinación y rotación, y luego sale seco en el otro extremo. El flujo de aire caliente puede ser paralelo o contracorriente (Loja, 2019).

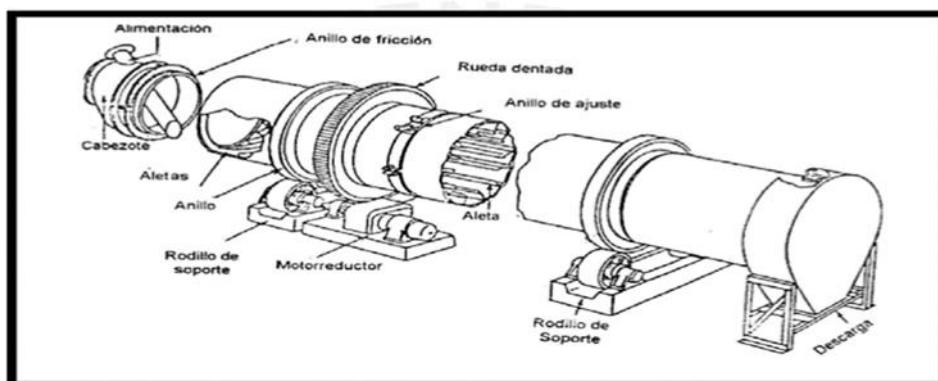


Figura 2. Secador rotatorio  
Fuente: Loja (2019)

#### **4.13.3. Secador solar parabólico**

El secador solar parabólico es una máquina con la misma estructura, que facilita secar todo tipo de granos. El sistema básico que utiliza este secador es un sistema de tipo invernadero, como su nombre indica, utiliza este fenómeno para generar concentración de calor debido a los principios físicos involucrados (Álvaro y Burbano, 2005).



Figura 3. Secador solar con cubierta de plástico

Fuente: Álvaro y Burbano (2005)

#### **4.13.4. Secadora de gabinete**

Consiste en un cajón rectangular con techo de vidrio. El producto se ubica en bandejas de malla. Se debe pintar de negro con una pintura que no sea tóxica el interior de la secadora. Para lograr mayor eficacia, el piso y las paredes deben ser de material aislante y el techo de debe tener doble capa de vidrio (Pardo y Tacury, 2010).

#### **4.13.5. Secador tipo tienda de campaña**

Consiste en una cubierta de plástico tipo tienda de campaña en el lado expuesto al sol y de color oscuro en el lado que da a la sombra, también se elabora en su totalidad con plástico con piso de color negro. El arroz se ubica en una rejilla a unos 40 cm del suelo, se puede acceder a través de una de las paredes plegable. La temperatura y el viento se pueden controlar al elevar o bajar los lados inferiores de la cubierta de plástico, se despliegan sobre una varilla (Pardo y Tacury, 2010).

Secador con tendal; es un tipo de secador natural, el secador con tendal se fabrica de diversos tamaños con materiales económicos (madera o caña), se coloca una cubierta de polietileno negro, sostenida con un caballete de madera, para proteger de la lluvia los granos de arroz. Se aprovecha los rayos del sol para secar los granos (Siguencia, 2013).

El secado en lecho fluidizado es una técnica que elimina la humedad de los sólidos pasando gas o líquido a través de un lecho donde se encuentra depositado el sólido. En un lecho fluidizado, el producto a secar (en este caso arroz) se convierte en fluido bajo la acción del gas que fluye hacia arriba, reduciendo así la humedad del sólido y ajustándolo a la humedad deseada. En este caso, el gas se obtiene del vapor de una caldera que utiliza cáscara de arroz como combustible (Najar y Merino, 2007).

El secado en lecho fluidizado es uno de los métodos de secado más efectivos debido al buen contacto entre el aire seco y las partículas, y los altos coeficientes de transferencia de calor y masa. El tiempo de secado de este tipo de secador es más corto que el de un secador de bandeja o túnel, lo que ayuda a reducir la pérdida de diferentes nutrientes durante el proceso de secado de los alimentos. Por otro lado, el costo operativo de un secador de lecho fluidizado es mucho menor que el de un liofilizador, lo cual es una ventaja desde el punto de vista del proceso (Mahn et al., 2017).

#### **4.14. Tecnológica alternativa de secado natural**

Según Masias (2019), las técnicas de secado solar para productos agrícolas varían y deben responder a los parámetros ambientales de cada lugar donde se realiza el proceso de secado, además de considerar las características de cada producto a secar, por lo tanto se establece una tecnología de secado tipo invernadero. El diseño y dimensionamiento de un secador solar directo tipo invernadero cumple con las normas de calidad y no causa un impacto ambiental, brindando información de sus características, proceso constructivo, materiales y además toma en cuenta la humedad inicial y final del producto, así como la masa de producto que se desea secar. Reducir la humedad en el producto es tarea del secador, el periodo de secado se realiza durante el día cuando hay radiación solar, y durante la noche ocurre un fenómeno conocido como tempering, durante este período la humedad del producto disminuye a un ritmo lento únicamente debido a la acumulación de energía térmica en el producto.

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación

El GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) de Macará en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial señala que: el cantón Macará se ubica a 195 km de la ciudad de Loja, posee una altitud de 460 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas: 4° 22' 34" latitud Sur y 79° 56' 10" longitud Oeste. El cantón Macará limita al Norte con los cantones Céllica y Paltas; al Sur con la República del Perú; al Este con el cantón Sozoranga y al Oeste con los cantones Pindal y Zapotillo (Quito, 2017).



Figura 4. Mapa del cantón Macará  
Fuente: El autor

### 5.2. Climatología en el cantón Macará.

Características globales del cantón Macará:

**Habitantes:** 25 901 habitantes.

**Extensión:** 550 Km<sup>2</sup>.

**Clima:** el clima en el cantón Macará es tropical seco.

**Temperatura:** promedio de 25°C.

En la provincia de Loja prevalecen los climas tropicales, temperados y subtropicales se reporta en la tabla 1.

**Tabla 1**  
*Pisos térmicos.*

N	Clase	Rango térmico °C	Superficie Km <sup>2</sup>	Porcentaje (%)
1	Frio	0 a 5,9	511	4,7
2	Subtemperado	6 a 11,9	611	6,1
3	Temperado	12 a 17,8	2.959	27,4
4	Subtropical	18 a 21,9	2.836	26,2
5	Tropical	+ de 22,0	3.826	35,6
<b>Total</b>			10.793	100

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del cantón Macará.

Al realizar la visita en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del cantón Macará, aportaron información de la climatología del cantón. El clima Tropical se localiza en los cantones Zapotillo, Macará, Pindal y Catamayo. En la mayoría de los países tropicales, los agricultores usan secadores solares, utilizando la radiación solar como fuente de energía natural.

### 5.3. Materiales

#### 5.3.1. *Materiales de campo*

- Encuesta.
- Transporte.
- Cámara fotográfica.

#### 5.3.2. *Materiales y equipos de oficina*

- Computador.
- Libreta.
- Lápiz.
- Borrador.
- Memoria flash.

### 5.4. Técnicas y métodos de investigación

Para lograr los objetivos propuestos se utilizaron los métodos y técnicas de investigación descritos en la tabla 2, la mayor parte del trabajo es cualitativo, puesto que la investigación incluye observaciones directas, sobre los métodos de secado del grano de arroz de los pequeños agricultores, así como también tiene un aporte cuantitativo, debido a que se aplicó encuestas a una muestra representativa de propietarios de fincas arroceras que permitió, indagar sobre las tecnologías de secado que conocen y utilizan, por lo tanto, cuenta con una variedad de técnicas de investigación.



**Tabla 2.**  
*Métodos y técnicas de investigación.*

Método y/o técnica	Uso y aplicación
<b>Técnicas</b>	
Encuestas	Utilizada para obtener información cuantitativa utilizada en el primer y tercer objetivo.
Observación directa	Recolección de datos, observando el objeto de estudio dentro de una situación particular.
<b>Métodos</b>	
Inductivo	Este método permite la observación, comparación, formación de hipótesis que facilita obtener información de manera directa de los pequeños productores arroceros.
Analítico	Permite analizar cualitativa y cuantitativamente los resultados, es decir, investigar cada variable y cada uno de sus indicadores.

Fuente: El autor.

### 5.5. Muestreo

La investigación llevada a cabo por Sarango (2022), determinó que actualmente existen 194 fincas arroceras, el muestreo se estableció con datos provenientes del cantón Macará, en el cual se realizará los cálculos correspondientes para determinar el número de muestra, se estableció un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%, a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Za^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Za^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población (194).

Z = Nivel de confianza (90%-1,645).

e = Precisión (error máximo admisible) (10%-0,1).

p = probabilidad de éxito o proporción esperada (50%-0,5).

q = probabilidad de fracaso (50%-0,5).

$$n = \frac{194 * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 * (194 - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = 50$$

Se determinó que el número de muestra con el que se va a trabajar será de cincuenta fincas arroceras pertenecientes a pequeños agricultores del cantón Macará.

## 5.6. Metodología por objetivos

### 5.6.1. Metodología para el primer objetivo

Caracterizar los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz.

#### 5.6.1.1. Visita a fincas arroceras del cantón Macará.

Se visitó cincuenta fincas de los pequeños agricultores, con la finalidad de realizar una observación directa en el manejo de secado del arroz. Se aplicó la encuesta descrita en el anexo 1 a los cincuenta pequeños agricultores con el fin de conocer y analizar las técnicas de secado que emplean en el cultivo, debido que no toman las medidas necesarias para evitar su contaminación durante el secado, afectando económicamente a los agricultores presentando pérdidas de calidad del producto. En el cantón Macará se consideran pequeños, medianos o grandes productores de acuerdo a cuantas hectáreas posee, por lo tanto, se zonificó las fincas en los siguientes rangos:

**Tabla 3.**

*Zonificación de fincas arroceras del cantón Macará*

<b>Fincas arroceras</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>Cantidad</b>
Fincas pequeñas	1 a 4 ha	100
Fincas medianas	5 a 12 ha.	50
Fincas grandes	mayores a 12 ha.	44

Fuente: El autor.

#### 5.6.1.2. Recopilación de información del secado de los granos de arroz.

Para la aplicación de las encuestas a los pequeños agricultores, se consideraron las siguientes variables: el secado en espiga en donde eliminan la humedad del grano en la planta y a su vez los métodos de cosecha que utilizan para la recolección del grano (cosecha manual, semi mecanizada y mecánica), porcentaje de humedad del grano cosechado, pérdidas al cosechar el grano por hectárea. Para la poscosecha los métodos y técnicas de secado, donde realiza el secado, quién lleva a cabo el secado, cantidades que secan, tecnología o técnica de secado natural, centro de acopio (piladora), secado artificial en los centros de acopio, pérdidas durante el secado, tiempo empleado al secar el grano, tiempo de remoción del arroz descrito en el anexo 1.

#### 5.6.1.3. Análisis FODA del secado natural.

Con la información aportada por los cincuenta pequeños agricultores en las encuestas aplicadas se estableció un análisis FODA para determinar las fortalezas, oportunidades,

debilidades y amenazas que se presentan durante el secado natural. En el análisis FODA para el caso de debilidades y amenazas se tomó en cuenta la información obtenida por los agricultores durante el recorrido por sus fincas en la realización de las encuestas.

#### **5.6.1.4. Evaluación de las operaciones de secado de arroz.**

En base a las encuestas que se realizaron a los cincuenta pequeños agricultores se identificó los centros de servicio de secado los cuales serán considerados para hacer la visita, esto se lo realizará para tener conocimiento de las tecnologías de secado que utilizan y evaluar las especificaciones técnicas de la secadora.

#### **5.6.2. Metodología para el segundo objetivo**

Elaborar una guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural ajustada a los requerimientos de calidad vigentes en el mercado.

Se realizó una guía y/o una propuesta tecnológica mejorada de secado natural en función de los resultados obtenidos en el primer objetivo, donde fueron identificados los problemas y también dar posibles soluciones técnicamente fundamentadas. Es importante señalar que se realizaron labores de capacitación durante la realización del proyecto de investigación mediante charlas a los pequeños productores e interesados del cantón Macará en la cual se socializó el proyecto.

#### **5.6.3. Metodología para el tercer objetivo**

Socializar la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural.

##### **5.6.3.1. Socializar la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural de arroz.**

Consistió en la exposición de resultados conjuntamente con los cincuenta pequeños agricultores del cantón Macará, plasmándolo en un plano descrito en el anexo 4 en el cual se elaboró un diseño de tecnologías de secado natural.

##### **5.6.3.2. Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural.**

Se realizó la segunda encuesta descrita en el anexo 6 a los cincuenta participantes al final de la socialización, para evaluar la pertinencia de la propuesta sobre la tecnología de secado natural. Para la realización de las encuestas, se consideraron las siguientes variables: calificación de la guía o propuesta tecnológica, reducción de pérdidas, la guía o propuesta tecnológica fortalece los conocimientos, la propuesta tecnológica de secado natural le parece,

reducción del tiempo de secado, reducción de mano de obra, rentable este tipo de secadora natural y la secadora ayudara a mantener la calidad del grano.

#### **5.6.3.3. Socializar los resultados de la investigación.**

Se realizó la segunda socialización de resultados de la investigación a los agricultores e interesados del cantón Macará de la provincia de Loja, exponiendo la información obtenida en base a los criterios y opiniones vertidas por los participantes.

## 6. Resultados

### 6.1. Caracterización de los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz

#### 6.1.1. Recopilación de información

##### 6.1.1.1. Forma de cosecha.

Los agricultores manifiestan cosechar el arroz en su mayoría de forma mecánica descritos en la tabla 4 recogen el grano que se encuentran en la panícula de la planta cuando tengan color pajizo o amarillento, utilizando cosechadoras y personal que apoye las labores de cosecha ver anexo 9.

**Tabla 4**

*Forma de cosecha.*

Cosecha	Frecuencia	Porcentaje (%)
Manual	5	10
Mecanizado	45	90
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

##### 6.1.1.2. Porcentaje de humedad del grano cosechado.

Todos los pequeños productores cosechan el arroz con un porcentaje de humedad del 17 a 18 % (ver tabla 5) y lo llevan a sus fincas arroceras para realizar el secado natural, los niveles establecidos de humedad máximos son del 13 %.

**Tabla 5**

*Porcentaje de humedad.*

Humedad (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
17 a 18	50	100
19 a 20	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

##### 6.1.1.3. Pérdidas al cosechar el grano por hectárea.

Los productores, manifiestan que no hay pérdidas al cosechar el arroz ya sea de forma manual o mecánica descrito en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Pérdidas.*

Pérdidas (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
1 a 2	50	100
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

#### 6.1.1.4. Técnica de secado.

Los pequeños productores arroceros en su mayoría realizan el secado natural descrito en la tabla 7, para alcanzar un nivel de humedad que no permita el desarrollo de bacterias y hongos y prevenir el crecimiento de ácaros e insectos.

**Tabla 7**

*Técnica de secado*

<b>Secado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Secado natural	40	80
Secado artificial	10	20
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

#### 6.1.1.5. Método de secado.

La tabla 8 indica, que los pequeños productores en su mayoría extienden el grano en patios de cemento de las fincas arroceras descrito en el anexo 11 o secan el grano en tendales en capas de 3 a 4 cm de espesor, con un tamaño de 1,80 m de ancho por 2 m de largo, solo el 20% de los agricultores secan el arroz de forma artificial.

**Tabla 8**

*Método de secado.*

<b>Método de secado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Tendales	20	40
Patios de cemento	20	40
Artificial	10	20
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

#### 6.1.1.6. Donde realiza el secado.

La tabla 9 indica, que los pequeños productores en su mayoría realizan el secado en las fincas arroceras, mientras que un pequeño porcentaje manifiestan, secar el arroz de forma artificial en los centros de acopio.

**Tabla 9**

*Realización del secado.*

<b>Realización del secado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Finca	40	80
Centro de acopio	10	20
Otros	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

#### 6.1.1.7. Quién lleva a cabo el secado.

En la tabla 10, el agricultor realiza el secado, extendiendo el grano sobre tendales y revolver cada cierto periodo de tiempo, que se seque de forma uniforme y el 20 % de los agricultores manifiestan, que el secado lo realizan los trabajadores de los centros de acopio.

**Tabla 10***Ejecución del secado.*

<b>Ejecución del secado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Agricultor	40	80
Intermediario	0	0
Otros	10	20
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.8. Cantidades que secan.**

Los agricultores secan el arroz cosechado ya sea de forma natural o artificial. La tabla 11 indica, que el 60 % secan de 120 a 140 quintales de forma natural durante varios días, para lograrlo cosechan pocas cantidades, primero cosechan 60 quintales de arroz para secarlos en los tendales y hacen lo mismo hasta secar todo el producto. Además, el 40% de los agricultores manifiestan secar de 141 hasta 160 quintales de arroz de forma natural o mecánica.

**Tabla 11***Cantidades que secan.*

<b>Cantidades que secan (quintales)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
120 a 140	30	60
141 a 160	20	40
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.9. Tecnología o técnica de secado natural.**

La tabla 12 indica, los pequeños agricultores en su mayoría manifiestan que la única técnica de secado realizada es en tendales y no tienen conocimiento de otra tecnología u otra técnica de secado natural que puedan implementar, sin embargo, un pequeño porcentaje de agricultores si conocen una tecnología realizan el secado artificial.

**Tabla 12***Tecnología de secado natural.*

<b>Tecnología de secado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
No	40	80
Si	10	20
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.10. Centro de acopio (piladora).**

La tabla 13 indica, todos los pequeños productores manifiestan, conocer tres centros de acopio por lo tanto llevan el arroz después de ser secado en sus fincas, para que le realicen prácticas de acondicionamiento como, limpieza, selección, clasificación, almacenamiento y solo el 20% de los agricultores, realizan el secado artificial que se efectúan después de la cosecha.



**Tabla 13***Centro de acopio (piladora).*

<b>Agricultores llevan el arroz a una piladora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	50	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.11. Secado artificial en los centros de acopio.**

La tabla 14 indica, que los pequeños productores en su mayoría no conocen cómo realizan el secado artificial o qué tipo de secadora disponen en las piladoras, muy pocos agricultores tienen conocimiento de cómo realizan ese proceso.

**Tabla 14***Secado artificial en las piladoras.*

<b>Secado artificial</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	10	20
No	40	80
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.12. Pérdidas durante el secado.**

Todos los pequeños agricultores manifiestan que hay pérdidas de calidad al secar el arroz de forma natural, tal como se muestra en la tabla 15, el 90% de los agricultores manifestaron perder 5 quintales por no realizar un secado de calidad y algunos agricultores pueden llegar a perder hasta 10 quintales, durante el proceso de secado, presentan pérdidas de calidad del 10% del producto cosechado y esto representa una gran pérdida económica.

**Tabla 15***Pérdidas al secar el arroz.*

<b>Pérdidas (quintales)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
5	45	90
10	5	10
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

**6.1.1.13. Tiempo empleado al secar el grano de forma natural.**

La tabla 16 indica, los agricultores en su mayoría manifiestan que el secado de arroz depende de la humedad del grano y del calor ambiental, el tiempo de secado puede ser a partir de dos días, el grano es cosechado con porcentaje de humedad del 18% a más se seca en ese periodo de tiempo y de 13% se va al almacén y estaría apto para el pilado, mientras que el 4% de los agricultores declaran que el tiempo de secado es de tres a cuatro días dependiendo de varios factores como cambios climáticos, ataques de roedores e insectos e invasión de animales menores pertenecientes a la finca etc.

**Tabla 16***Tiempo al secar el arroz de forma natural.*

<b>Tiempo al secar el grano de forma natural</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1 a 2 días	48	96
3 a 4 días	2	4
<b>Total</b>	50	100

Fuente: El autor

**6.1.1.14. Tiempo de remoción del arroz.**

La tabla 17 indica, todos los pequeños agricultores realizan una remoción periódica del arroz puede ser a partir de tres horas al día para que se seque de forma uniforme, si este proceso no se realiza los granos que se encuentren cubiertos por otros no se secarían por completo y esto afectaría a la calidad del producto.

**Tabla 17***Tiempo de remoción del arroz.*

<b>Tiempo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1 a 3 horas	50	100
4 a 5 horas	0	0
<b>Total</b>	50	100

Fuente: El autor

**6.1.1.15. Análisis FODA del secado natural en el cantón Macará.**

Con la información aportada por los agricultores y al realizar el análisis FODA se estableció cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se presentan cuando realizan el secado natural.

<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Experiencia al realizar el secado.</p> <p>Clima adecuado para realizar el secado y reducir el contenido de humedad de los granos e impedir el crecimiento de hongos y deterioro del grano.</p> <p>Espacios amplios donde realizar el secado.</p> <p>Calidad reconocida a nivel de país.</p>	<p><b>Oportunidades</b></p> <p>Costos favorables durante el proceso de secado natural.</p> <p>Oportunidad de trabajo para extender y recoger el grano durante el secado.</p> <p>Precios.</p>
<p><b>Debilidades</b></p> <p>Desorganización (Novillo, 2022).</p> <p>Falta de mano de obra.</p> <p>Escaso recursos económicos.</p> <p>Recursos limitados (tendales y saquillos).</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p>Ataque de insectos, roedores etc.</p> <p>Cambios climáticos.</p> <p>Contaminación cruzada (Novillo, 2022).</p> <p>Contrabando (Jumbo, 2022).</p>

Fuente: El autor

## 6.1.2. Evaluación de las operaciones de secado en los centros de acopio.

### 6.1.2.1. Centro de acopio "Piladora del Pueblo".

En este centro de acopio se identificó que debido a los altos costos del combustible que usan para hacer el secado artificial solo los grandes productores utilizan esta secadora. En la actualidad el secado se hace de manera natural en zonas amplias.

La secadora artificial tiene una capacidad máxima de 200 quintales, funciona por medio de la inyección de aire caliente forzado. La instalación consta de las siguientes partes:

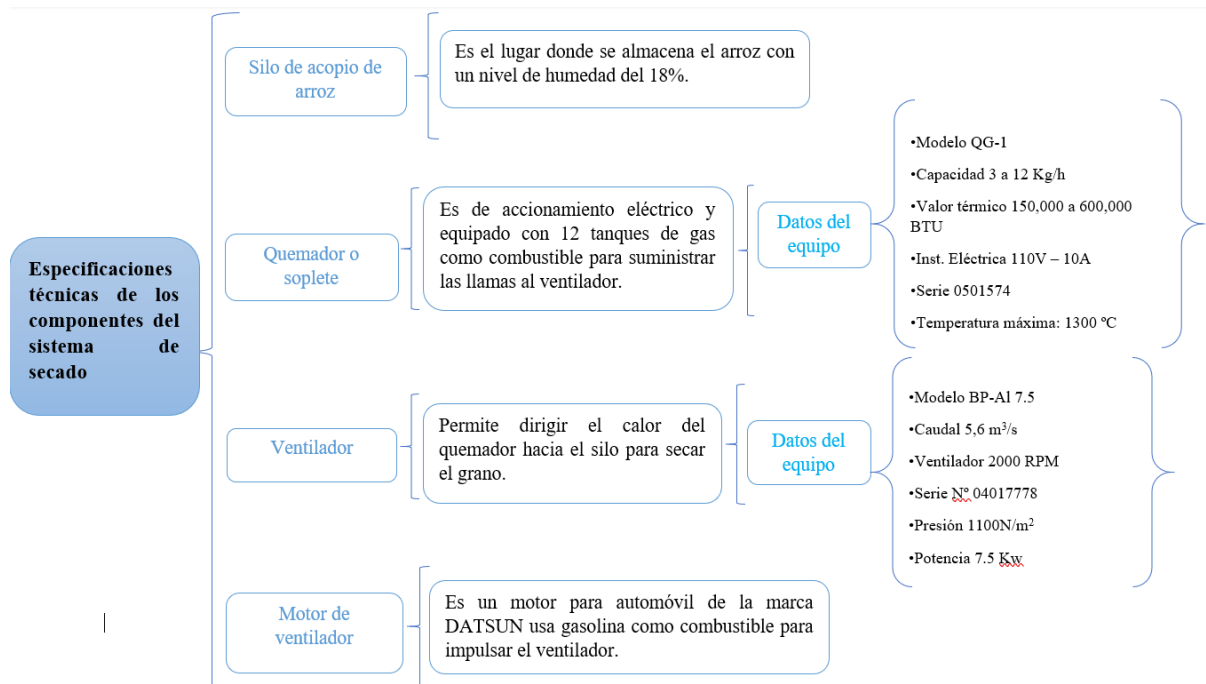


Figura 5. Especificaciones técnicas

Fuente: El autor

El arroz debe secarse para no agrietarse, cuatro pasadas por el secador y unas horas de reposo para liberar tensiones internas.

### 6.1.2.2. Centro de acopio "Familia Gallo".

En el centro de acopio, la secadora artificial tiene una capacidad máxima de 170 quintales la cual es utilizada por los grandes productores de arroz, consta de las siguientes partes:

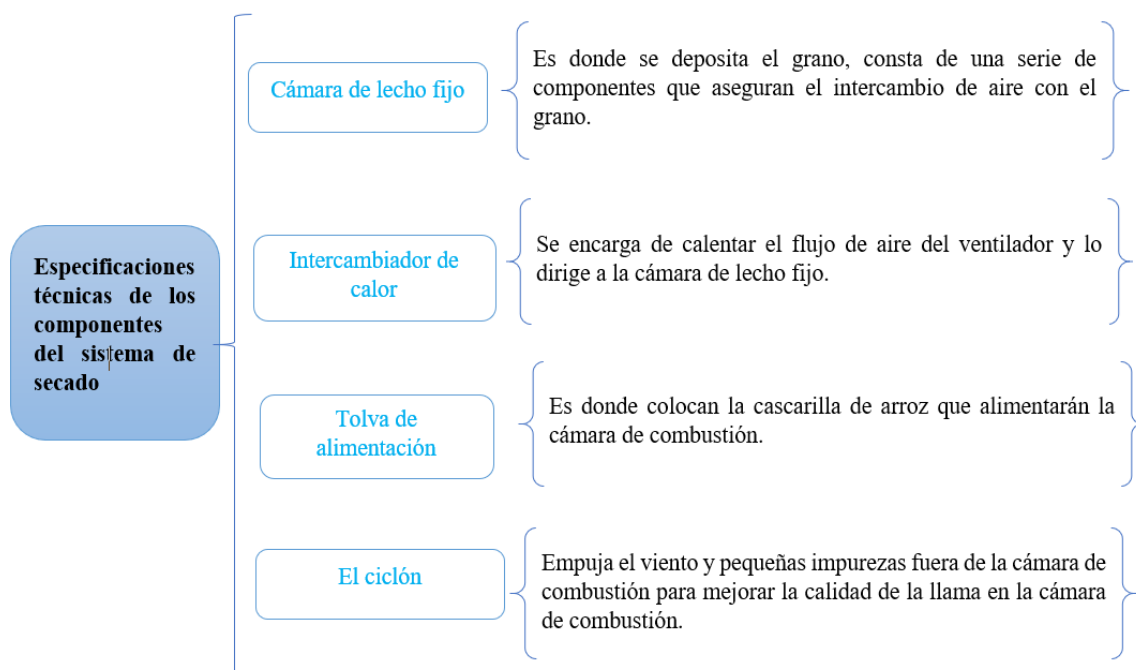


Figura 6. Especificaciones técnicas de la secadora artificial  
Fuente: El autor

### 6.1.2.3. Centro de acopio "Piladora Luzuriaga".

En el centro de acopio la secadora artificial tiene una capacidad máxima de 180 quintales, sin embargo, el ventilador que conforma la secadora está descompuesto, además poseen la misma secadora que el centro de acopio "Piladora del Pueblo", consta de las siguientes partes:

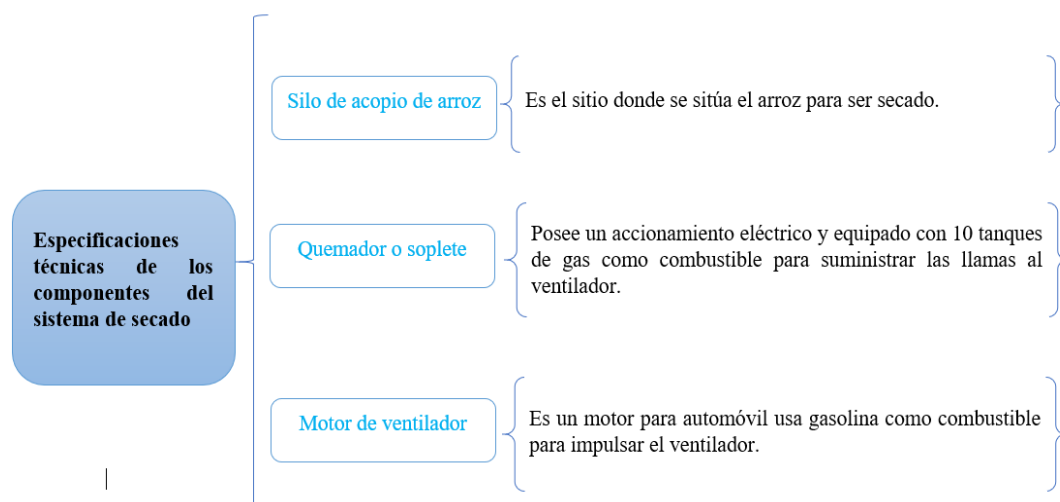


Figura 7. Especificaciones técnicas del secador artificial  
Fuente: El autor

Una vez cosechado el arroz la humedad está en torno al 18%. Para ser pilado y estar listo para el almacenamiento y comercialización los niveles de humedad requeridos son del 13%. La temperatura conveniente para secar el arroz es de 40 a 60°C.

Si se compara el secado natural que se ejecuta en los centros de secado con el realizado por los pequeños agricultores, se puede observar que las piladoras tienen herramientas y mano de obra adicional para esparcir, remover y recoger el grano, hacen el secado en rotación, el grano se esparce en los tendales en la mañana cada tres horas, lo remueven para que se seque uniformemente y se manipula hasta la tarde, después vienen otros trabajadores y hacen lo mismo por la tarde hasta las 17:30 pm y el último trabajador es el encargado de tratar el grano y recolectarlo para esparcirlo nuevamente al día siguiente.

Sin embargo, este procedimiento se vio afectado durante la pandemia, los centros de acopio no contaban con personal, presentaron varios problemas como la invasión de insectos, las precipitaciones y la presencia de animales provocan una disminución en la calidad del grano, además no conocen otras técnicas o métodos para solucionar este problema.

## **6.2. Elaboración de una guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural ajustada a los requerimientos de calidad vigentes en el mercado**

### **6.2.1. Título**

Guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural.

### **6.2.2. Introducción**

En la provincia de Loja, los cantones de Macará y Zapotillo producen por hectárea 130 quintales superando a la media a nivel nacional que es de 110 quintales por hectárea (Quito, 2017). Se identificó que los pequeños agricultores realizan el secado natural en días de buen sol, pero el grano expuesto a la intemperie ocasiona problemas, ya que las plagas suelen aparecer y contaminarlo no toman las medidas necesarias para evitar su contaminación, afectando económicamente a los agricultores reduciendo su valor comercial. El limitado conocimiento en técnicas de secado repercute en la conservación de la calidad del arroz y aumentan las pérdidas y deterioro de las cosechas aproximadamente un 10% (Monge, 2022). En base a eso se diseñó una propuesta tecnológica (secadora tipo invernadero) con capacidad de secado de 60 quintales, brindando información y diseño tecnológico de secado natural, que pueda ser replicado por los pequeños agricultores por su construcción sencilla con material económico. La secadora tipo invernadero está diseñada de diferentes materiales, madera, tubo PVC, forradas con plástico y no genera un impacto ambiental negativo.

### **6.2.3. Justificación**

Con base en los resultados obtenidos, los pequeños agricultores presentan problemas durante el secado natural, las plagas y animales menores pertenecientes a las fincas suelen aparecer y contaminarlo, impidiendo la conservación del grano por un largo período de tiempo

para contrarrestar estos problemas se propuso la elaboración de una propuesta tecnológica mejorada, que contiene información y diseño de la tecnología de secado natural elaborada en el programa AutoCAD. Se llevo a cabo el registro de materiales que serán utilizados durante el diseño de la secadora tipo invernadero con su valor comercial. Los pequeños productores producen 120 quintales por hectárea, de los cuales los agricultores recolectan 60 quintales de grano húmedo por hectárea para secar, en base a eso se diseñó una secadora tipo invernadero con capacidad de secado de 60 quintales. Las dimensiones del secador de acuerdo a las condiciones y materiales del lugar son: ancho: 4,3 m; alto: 2,15 m; largo: 7,6 m; puerta: 1.8 m; ventana: 1,1 x 0,70 m. Así mismo, otros autores realizaron un diseño similar, tal es así que, Cruz et al. (2010), mencionan que los secadores solares con cubierta parabólica son fáciles de construir, los materiales se consiguen sin mayor inconveniente. El secador tiene como función calentar el aire que se encuentra en el interior de la secadora mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad. Dicho aire caliente, al contacto con el grano húmedo, tiende a absorber agua, secando por tal razón el grano. La secadora solar consiste básicamente en una estructura de madera y tubo PVC con piso de tierra, cubierta de nailon para invernadero con protección ultra violeta (UV). Mide 3,40 metros de ancho x 10 metros de largo x 2,25 metros de altura. Las ventanas de ventilación miden 30 cm por 80 cm. Tiene una capacidad de secado de 50 a 70 quintales de grano húmedo.

#### **6.2.4. Objetivos**

- Diseñar la secadora tipo invernadero para el cultivo del arroz con el uso del programa AutoCAD.
- Capacitación a los cincuenta pequeños productores de arroz sobre la propuesta tecnológica de secado natural.

#### **6.2.5. Materiales**

##### **6.2.5.1. Material tecnológico.**

- Computadora programa AutoCAD.

##### **6.2.5.2. Material para elaboración de la secadora tipo invernadero.**

Los materiales para diseñar la secadora tipo invernadero están relacionados con el presupuesto del agricultor, cuenten con recursos para adquirir piezas nuevas, debido a que estarán al aire libre y deberán resistir lluvias, fuertes vientos y ataques de insectos o animales.

**Tabla 18.***Materiales y presupuesto de la secadora*

<b>Tipo de material</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo aproximado (dólares americanos)</b>
Tubos PVC	4,3 m de largo (horizontal)	2	21,75
Tubos PVC	7,6 m de largo (vertical)	2	21,75
Codo rincón PVC	3 unión (32 mm)	4	6,00
Unión en T de PVC	32 mm diámetro	20	30,00
Varillas corrugadas de acero (Opcional)	Longitud: 15 m. 3/8 y 1/2	9	38,00
Tubos PVC	5,8 m de Largo	6	21,75
Lados cruz hembra PVC 4 lados	32 mm de diámetro	20	30,00
Tubos PVC	1,5 m de Largo	25	21,75
Tubos PVC	2,15 m de largo	4	21,75
Abrazadera invertida PVC	38 x 6 mm	2	3,00
Abrazadera paralela PVC	38 x 6 mm	4	6,00
Tubos PVC	0,7 m de largo	10	21,75
Tubos PVC	1,8 m de largo	2	21,75
Unión codo 90° de PVC	Longitud mínima: 40 mm.	10	15,00
Plástico invernadero	430 x 760 cm	1	37,00
Cedro o tablas de madera de desecho	7,2 m x 1,7 m	25	85,00
Bisagra (opcional)	Largo x ancho: 74,0 x 73,6 mm	2	4,00
Recubrimiento de polietileno (opcional)	Largo x ancho 430 x 760 cm	1	54,00

Hormigón simple (opcional)	240 kg/cm <sup>2</sup>	1	13,00
Malla	6 x 4 hilos/cm <sup>2</sup>	2	30,00
<b>Total</b>			<b>503,25</b>

Fuente: El autor

El presupuesto final se determinó de acuerdo al costo aproximado de los materiales utilizados en la secadora es de 503.25 dólares americanos, sin embargo, el precio puede variar dependiendo de la creatividad de los agricultores al momento de la construcción.

### 6.2.6. Metodología

### 6.2.7. Diseñar la secadora tipo invernadero para el cultivo del arroz con el uso del programa AutoCAD

#### 6.2.7.1. Lista de exigencias de diseño.

La tabla 19 resume las características a considerar durante el diseño de la secadora tipo invernadero.

**Tabla 19.**

*Lista de exigencia de la secadora*

Exigencia	Acotaciones
Capacidad 60 quintales	Capacidad de secado de 60 quintales de grano húmedo.
Humedad final	La humedad final del producto será del 13%.
Durabilidad	El secador tenga una vida útil de 7 a 8 años (Cruz et al.2010).
Bajo costo	Se considera la economía de los agricultores para realizar el diseño.
Resistencia a cambios climáticos	Debe ser resistente en épocas de lluvias o fuertes vientos.
Secado uniforme	La humedad final debe ser la misma para todo el lote de secado.
Diseño ergonómico	El agricultor podrá hacer su trabajo sin posturas incómodas.
Tiempo de secado	Tiempo de secado menor al obtenido en un secado tradicional.

Fuente: El autor.



### **6.2.8. Metodología del segundo objetivo**

### **6.2.9. Capacitación a los cincuenta pequeños productores de arroz sobre la propuesta tecnológica de secado natural**

#### **6.2.9.1. Proceso constructivo.**

El diseño de la secadora se realizará en el cantón Macará con la finalidad de secar el grano, distribuyendo la carga a lo largo y ancho de las camas de madera de la secadora. Estructura simple diseñada a base de tubos PVC y troncos de cedro o tablas de madera de desecho y no tiene impacto ambiental.

#### **Paso 1 Ubicación.**

Según Ramírez y Oliveros (2002), señala que la construcción de la secadora se realizará cerca de la propiedad del agricultor, tomando en cuenta la dirección del sol, evitar la cercanía de árboles, propiciar la entrada del sol y ventilación adecuada. La estructura de secado debe estar separada al menos 5 m de fuentes que puedan contaminar el arroz con olores indeseables (establos, gallineros, chancheras etc.).

#### **Paso 2 Realizar la base.**

Juntar los tubos de PVC de 4,3 m de largo junto con las uniones en T, en los laterales de nuestra secadora tipo invernadero en las partes finales se colocará los codos rincón PVC 3 unión para unir los tubos de PVC de 7,6 mm de largo junto con las uniones en T (vertical). Se realizará lo mismo en el frontal donde ira la puerta con el tubo de PVC 2,15 m de largo con las uniones en T de PVC.

Se colocará 4 varillas para anclar al suelo a cada lado del largo de la secadora, se deja 9 cm aproximadamente de estaca sobre el suelo para asegurar la base. Además, se podría construir los cimientos de hormigón esto dará mayor seguridad a la base en el momento de precipitaciones o vientos inesperados.

#### **Paso 3 Construcción de camas de madera.**

Construir el marco principal de las camas de secado con madera formando dos rectángulos. Para hacer las dos camas se necesitan tablas de madera de desecho, dichas estructuras tendrán una altura del suelo de 0,3 m (30 cm), un ancho de 1,7 m y una longitud de 7,2 m. En el interior se colocan mallas de acero o plástico, y estarán cubiertas por tendales donde se distribuye el grano húmedo como lo indica la figura 8.

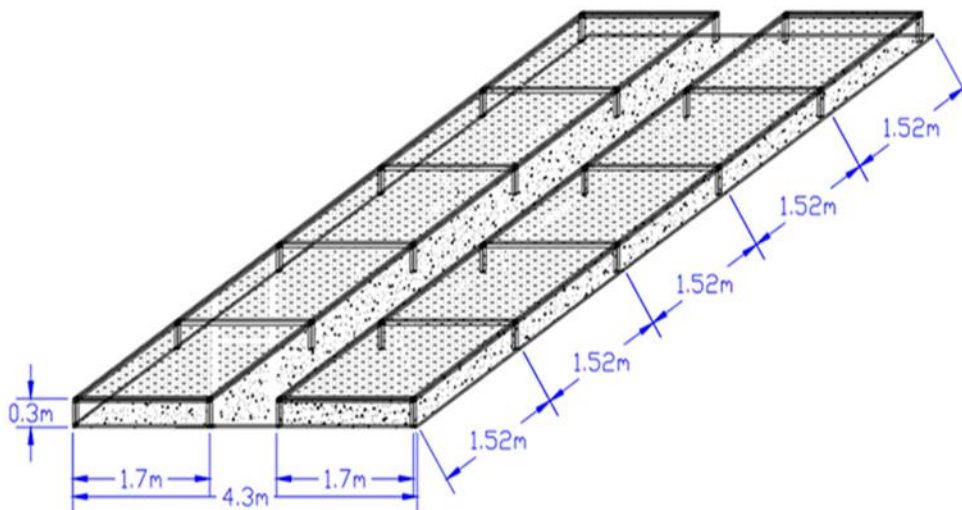


Figura 8. Diseño de las camas de madera  
Fuente: El autor

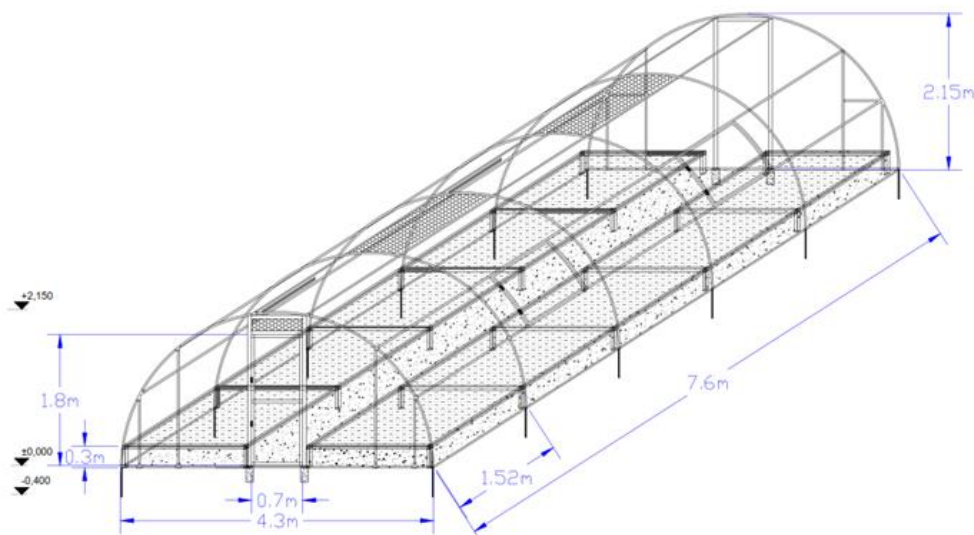


Figura 9. Camas de madera donde se distribuye el grano  
Fuente: El autor

**Paso 4 Colocar los arcos.**

Unir los tubos de PVC 5,8 m de largo con las crucetas (cruz hembra PVC 4 lados), en la parte delantera se debe colocar entre los tubos uniones en T para la puerta. A continuación, se unirá cada arco que hemos ido realizando con el anterior utilizando los tubos de PVC 1,5 m de largo, dejando espacio entre los arcos de 152 cm. El último arco lo acoplaremos en la parte superior con una unión en T.

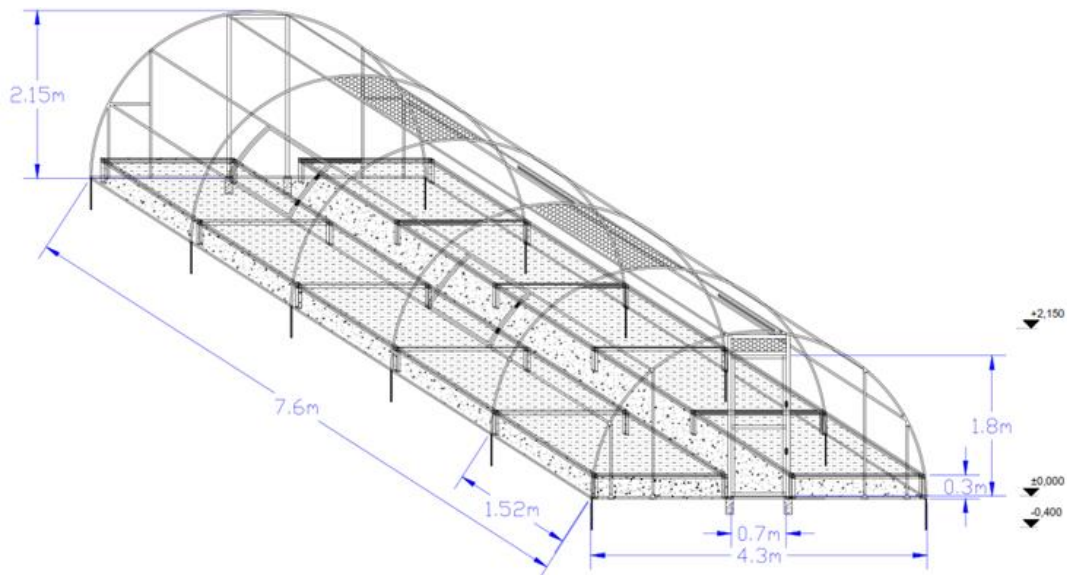


Figura 10. Distribución de los arcos de PVC  
Fuente: El autor

### **Paso 5: Ensamblar puerta y arco puerta.**

Para situar el arco de la puerta, se seleccionó los tubos de PVC de 2,15 m de largo y se procede a instalar las uniones en T en la parte superior aproximadamente 25 cm del extremo. Colocar dos abrazaderas de PVC en paralelo que harán de unión para poner la puerta. Acoplar los lados verticales del marco de la puerta con la tubería de PVC 0,7 m (70 cm) de largo y ubique una abrazadera de PVC invertida a media altura para finalizar.

Para hacer la puerta se utiliza los tubos de PVC de 1,8 m de largo uniéndolos con las uniones en T en la mitad y en las esquinas superiores e inferiores con la unión codo 90° de PVC, cada lateral vertical los uniremos con 3 tubos de PVC de 0,7 m (70 cm) de largo para darle mayor estabilidad. En la parte superior se puede colocar las abrazaderas paralelas de PVC y una abrazadera invertida de PVC para poder montar sobre la puerta la ventana que se usara para la ventilación o también se podría colocar una malla.

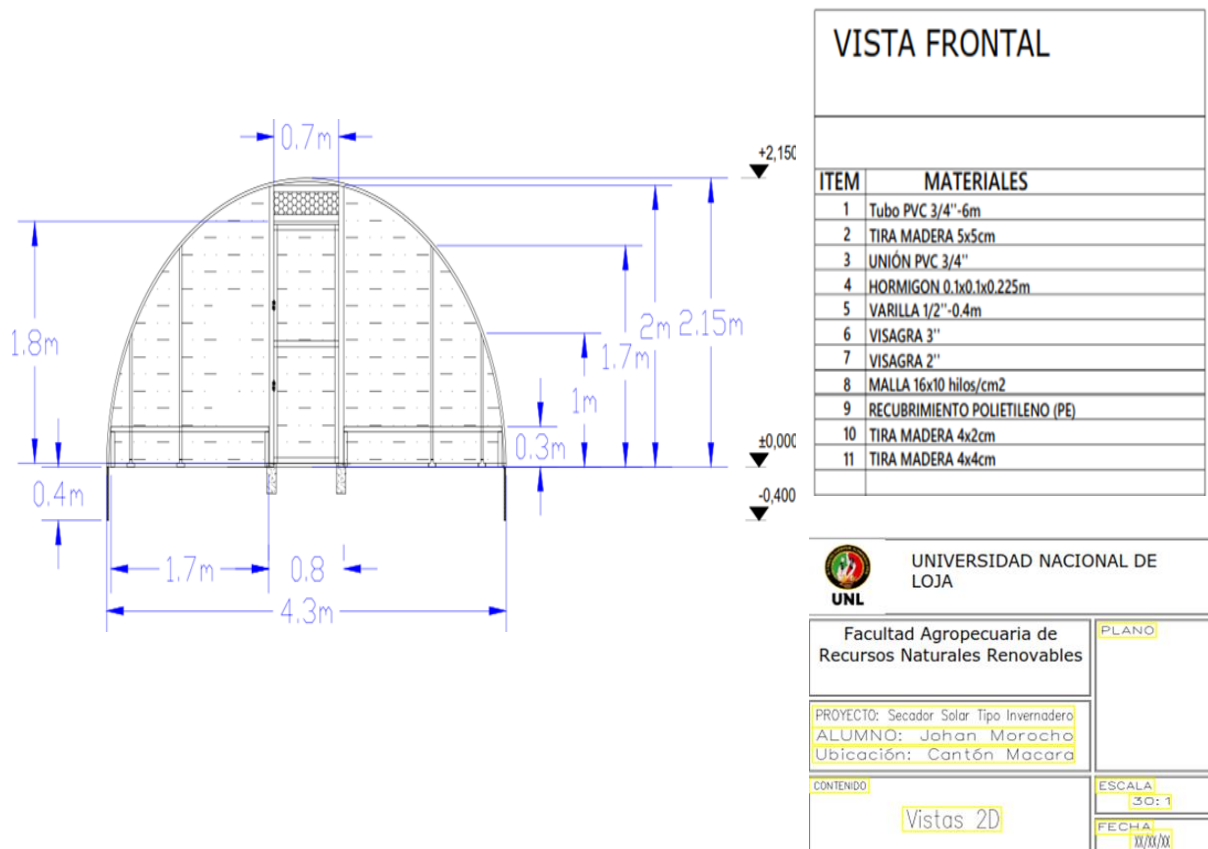


Figura 11. Diseño de la puerta y arco puerta  
Fuente: El autor

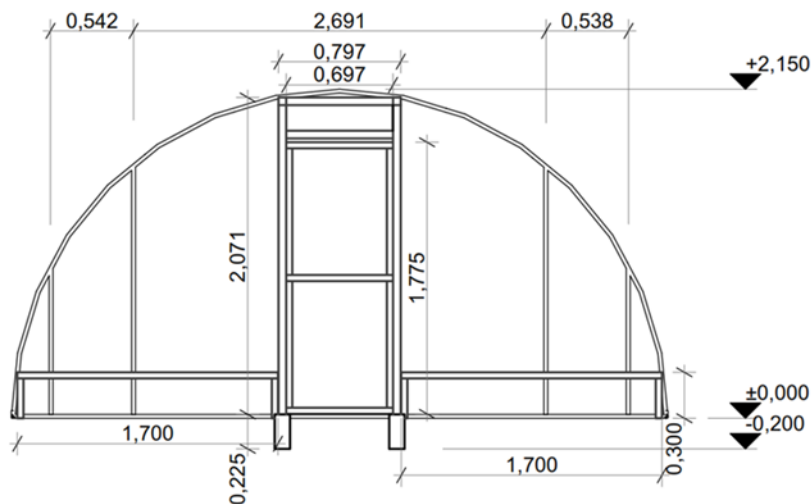


Figura 12. Diseño de la puerta  
Fuente: El autor

### Paso 6: Acoplar marco de la ventana.

Para hacer la ventana se deben unir los tubos de PVC de 0,7 m (70 cm) de largo con las esquineras, codo de PVC de 90° y estará lista la ventana que ira sobre la puerta realizada en el paso anterior. También hay la posibilidad de hacer un marco en otra parte del secador y crear una nueva ventana, el marco sería similar al de la puerta.

## Paso 7: Colocación del plástico o Recubrimiento Polietileno.

Colocar el plástico sobre la estructura de la secadora para eso utilizaremos las piezas que poseemos para sujetar el plástico con el tubo PVC. Es recomendable que el plástico nos sobre por los laterales y enterrar el plástico en el suelo, esto nos dará mayor seguridad.

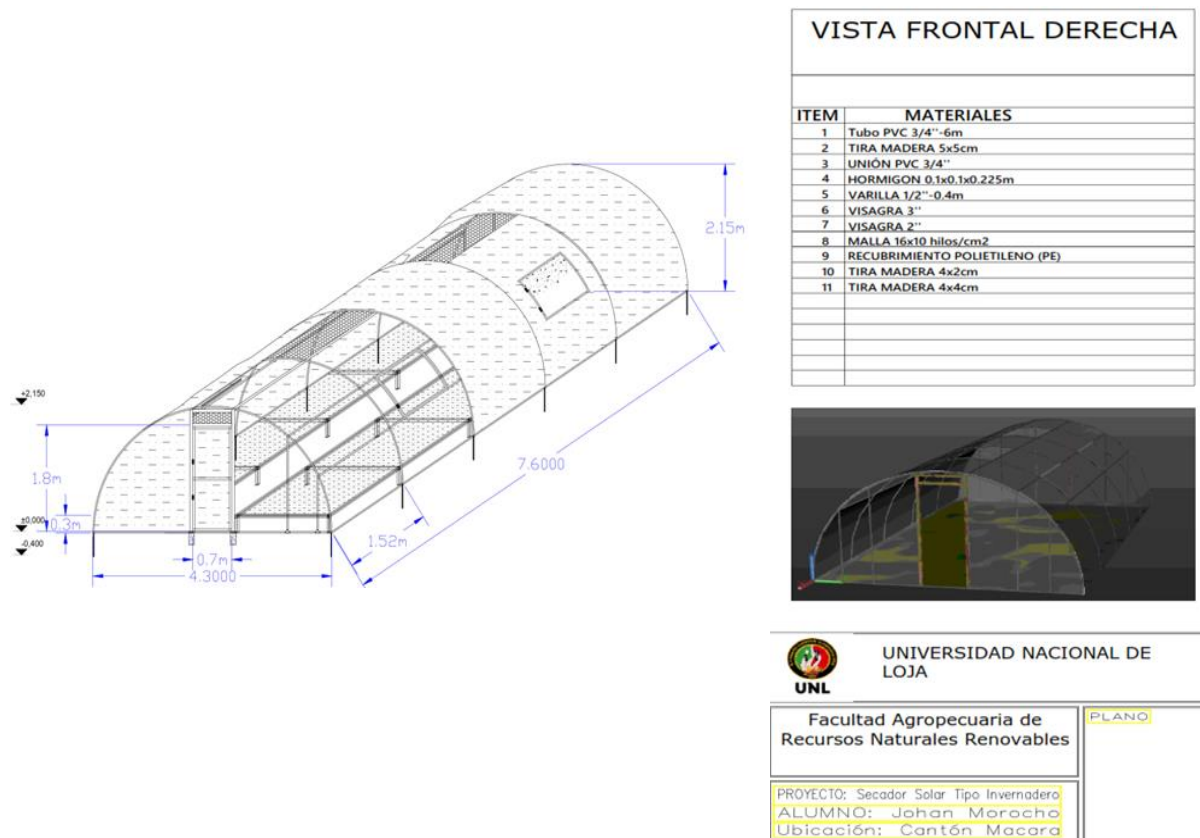


Figura 13. Colocación del plástico invernadero  
Fuente: El autor

## Paso 8: Mantenimiento.

Según Ramírez y Oliveros (2002), se debe realizar el mantenimiento de la secadora cada 11 meses revisar si hay algún desperfecto y cambiarlo. Aumentando la vida útil de los equipos y mayor seguridad en las instalaciones.

### 6.2.10. Especificaciones técnicas de los componentes del sistema de secado

La secadora tendrá una capacidad de secado de 60 quintales respondiendo de forma óptima a las necesidades de los pequeños agricultores. La instalación está constituida por las siguientes partes:

Secadora tipo invernadero: Es el sitio, donde se sitúa el arroz a secar como se puede observar en la figura 14.

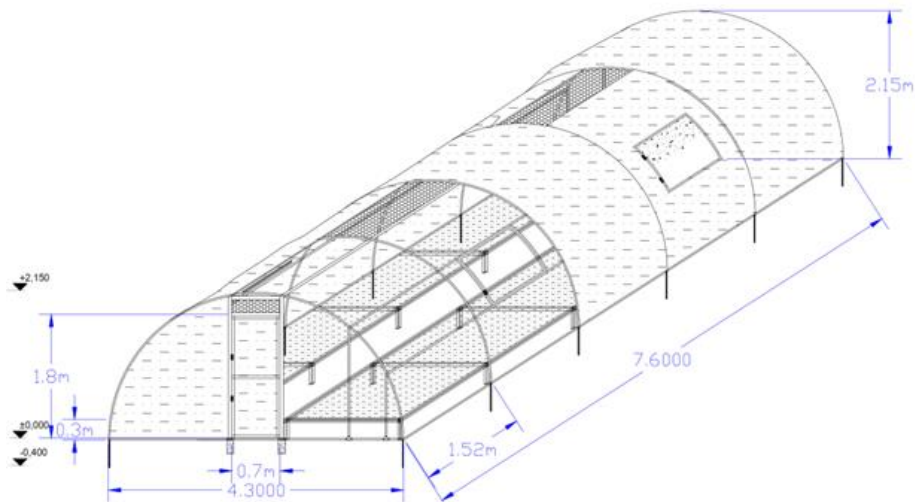


Figura 14. Secadora tipo invernadero  
Fuente: El autor

La secadora tipo invernadero permitirá reducir el contenido de humedad de los granos, secando alrededor de 60 quintales, además protege a los granos de factores externos manteniendo la calidad.

Camas de madera: Donde irán colocados los granos de arroz descrito en la figura 15.

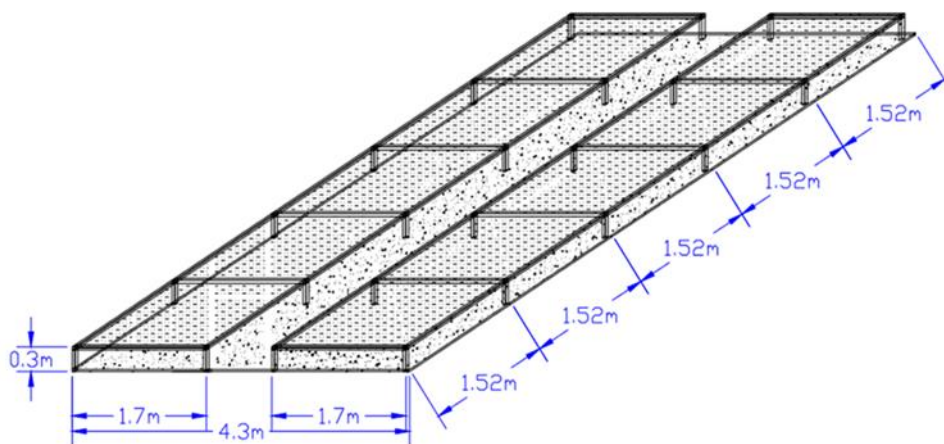


Figura 15. Camas de madera  
Fuente: El autor

Los tendales se colocarán encima de las camas de madera, se distribuirá la carga a lo largo y ancho de los recipientes para esparcir y remover el grano para empezar a secar.

Puerta: es importante tener acceso al interior del secador y no permitir el acceso excesivo de aire descrito en la figura 16.

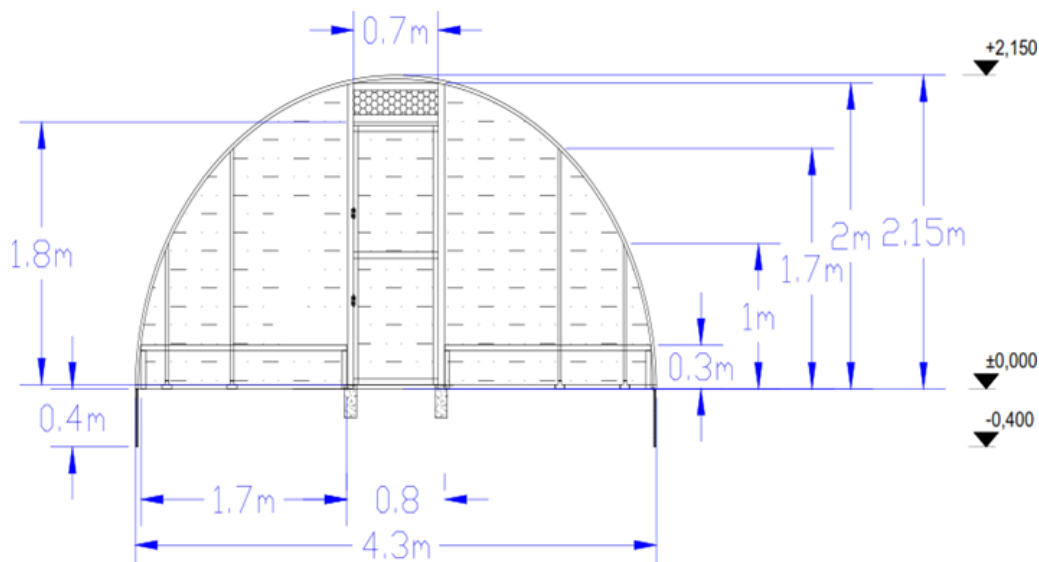


Figura 16. Puerta de la secadora tipo invernadero  
Fuente: El autor

La puerta además de permitir el acceso al interior junto con las ventanas o mallas permite el ingreso de aire, para una mayor aireación sobre el grano, tiene el propósito de controlar el flujo de aire para reducir la humedad.

### 6.2.11. Cronograma

Se procedió a realizar las actividades en un tiempo estimado, para la finalización del segundo objetivo de elaborar la propuesta tecnológica mejorada de secado natural.

Cronograma de actividades																
Actividad	2022															
	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Semanas															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Objetivo 1 Diseñar la secadora tipo invernadero para el cultivo del arroz con el uso del programa AutoCAD.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Registro de los materiales que serán utilizados durante el diseño de la secadora con su valor comercial.	■	■	■	■												
Objetivo 2 Capacitación a los cincuenta pequeños productores de arroz sobre la propuesta tecnológica de secado natural.													■	■	■	■

Fuente: El autor

### 6.2.12. Presupuesto

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Investigador tesista	U	1	150	150
			Subtotal	150
<b>Recursos materiales</b>				
Materiales de oficina		1	60	60
Materiales de campo		1	30	30
			Subtotal	90
<b>Gastos administrativos</b>				
Comunicación y día de campo	Stock	2	50	100
Transporte	Km	2	5,0	75
			Subtotal	175
			Subtotal	415
			Imprevistos 5%	20,75
			Costo total	435,75

Nota: Los gastos que se generen durante el desarrollo del presente trabajo de investigación serán asumidos por el autor y por parte de los agricultores interesados en la propuesta.

### **6.3. Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural**

Para cumplir este objetivo se realizó la socialización de resultados, que se efectuó en el cantón Macará, en la propiedad a cargo del Sr. Víctor Jumbo y con la participación de los cincuenta pequeños productores arroceros de la zona e interesados en general; exponiendo la información obtenida a lo largo de este proceso de investigación, para ello se utilizó medios didácticos como un plano donde se elaboró un diseño de tecnologías de secado natural descrito en el anexo 3 y contribuir al manejo poscosecha de forma eficiente en el cantón.

#### **6.3.1. Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural**

##### **6.3.1.1. Calificación de la guía o propuesta tecnológica.**

En la tabla 20, los agricultores en su mayoría manifiestan que la socialización de la guía o propuesta tecnológica fue muy buena, se utilizó medios didácticos que facilitaron la comprensión como: planos donde se elaboró un diseño de tecnología de secado natural, mientras que el 10% de los encuestados, declaran que fue buena la socialización.

**Tabla 20**

*Calificación de la guía o propuesta tecnológica.*

<b>Calificación de la guía o propuesta tecnológica</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy buena	45	90
Buena	5	10
Regular	0	0
Mala	0	0
<b>Total</b>	50	100

Fuente: El autor



### 6.3.1.2. La guía o propuesta tecnológica fortalece los conocimientos.

La tabla 21 indica, que, durante la socialización, todos los agricultores tuvieron nuevas ideas para realizar el secado natural, declararon que les interesa construir una estructura o cubierta para proteger el grano en especial de las precipitaciones.

**Tabla 21.**

*Propuesta tecnológica fortalece los conocimientos.*

<b>Propuesta tecnológica fortalece los conocimientos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	50	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

### 6.3.1.3. Propuesta tecnológica de secado natural.

Todos los agricultores manifiestan que la propuesta tecnológica es motivadora y novedosa descrito en la tabla 22, el diseño de una secadora natural depende de los recursos con los que cuente el productor.

**Tabla 22**

*Guía o propuesta tecnológica de secado natural.*

<b>La guía o propuesta tecnológica de secado natural le parece</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Motivadora	25	50
Novedosa	25	50
Repetitiva	0	0
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: El autor

### 6.3.1.4. Reducción del tiempo de secado, mano de obra, pérdidas y calidad del grano.

En la tabla 23, todos los agricultores, manifiestan que con la construcción de este tipo de secadora se puede dejar el grano extendido toda la noche por lo tanto el tiempo de secado se podría reducir. Además, manifiestan, que la construcción de cualquier tipo de secadora natural, reducirá la mano de obra, debido que solo el agricultor podrá secar el grano, removiéndolo para que se seque de forma uniforme sin la necesidad de contratar personal para realizar este proceso y también se reducirán las pérdidas y se mantendrá la calidad del arroz durante el secado porque brinda una mayor protección al grano una vez extendido en la finca, reduciendo al 13% la humedad y estaría apto para el pilado, almacenamiento y comercializado.

**Tabla 23***Reducción del tiempo de secado, mano de obra, pérdidas.*

<b>La secadora reducirá el tiempo de secado, mano de obra, pérdidas y mantendrá la calidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	50	100
No	0	0
<b>Total</b>	50	100

Fuente: El autor

**6.3.1.5. Rentable este tipo de secadora natural.**

La tabla 24 indica, los agricultores en su mayoría manifiestan que los materiales utilizados en el diseño de la secadora tipo invernadero son rentables, que disponen de los recursos para comprar partes nuevas y el 4% de los agricultores manifiestan que solo la construcción de la cubierta sería suficiente para proteger el grano durante el secado.

**Tabla 24***Rentable la secadora natural.*

<b>Es rentable este tipo de secadora natural</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Si	48	96
No	2	4
<b>Total</b>	50	100

Fuente: El autor

**6.3.2. Socializar la validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural**

Se socializo los resultados que se efectuó en el cantón Macará, en la propiedad a cargo del Sr. Víctor Jumbo y con la participación de los pequeños productores arroceros de la zona e interesados en general; exponiendo la información obtenida en base a los criterios y opiniones vertidas por los participantes se reporta en el anexo 18.

## **7. Discusión**

### **7.1. Caracterización de los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz**

De acuerdo a los resultados obtenidos, los pequeños agricultores consideran el secado en espiga, recogen las semillas que se encuentran en la panícula de la planta cuando tengan color pajizo o amarillento con un porcentaje de humedad del 17 a 18 %, además el 80 % de los agricultores manifiestan secar el arroz en las fincas arroceras, consiste en extender el grano en los patios de cemento o tendal durante varios días (2 a 3 días), mientras que el 20% de los agricultores secan el arroz de forma artificial en los centros de secado, este resultado coincide a lo reportado por Bermeo (2010), señala que consideran el secado en espiga, es decir mientras el grano de arroz aún se encuentra en la planta donde la cosecha toma más tiempo, lo que permite a la plantación tomar una coloración amarillenta, además el 81,8% de los agricultores someten al grano al secado natural en patio o tendal, y el 18,2% envían la cosecha directamente al servicio de secado. El secado natural en patio o tendal, se encuentra influenciado por el clima, demorando de 2 a 3 días si existe sol y extendiéndose hasta 5 días si el clima se presenta nublado y poco soleado. Como se evidencio los resultados obtenidos por Bermeo son similares a los obtenidos en el presente proyecto de tesis, donde se tienen similares valores en el tema de porcentajes de humedad, técnicas o métodos de secado y días al secar el arroz.

### **7.2. Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural.**

Con base en lo analizado anteriormente, los agricultores, manifiestan que la secadora tipo invernadero reducirían las pérdidas de calidad durante el secado, brinda una mayor protección al grano una vez extendido en la finca lo protege de los cambios climáticos, en especial de las precipitaciones, del ataque de insectos o roedores y de la invasión de animales menores pertenecientes a la finca, con la secadora se podría dejar el grano extendido toda la noche, por lo tanto, el tiempo de secado se reduce. Además, se puede utilizar para secar diferentes tipos de grano, este resultado coincide a lo reportado por Cruz et al. (2010), mencionan que la secadora aprovecha de mejor manera la energía del sol en forma de calor. La secadora contribuye en la disminución de hasta el 50% del trabajo físico requerido y disminución hasta en un 40% en el tiempo de secado. Así mismo, otro autor realizó un diseño similar, tal es así que, Masias (2019), señala que el diseño y dimensionamiento de un secador solar tipo invernadero cumple con las normas de calidad y no causa un impacto ambiental, brindando información de sus características, proceso constructivo, materiales y además toma en cuenta la humedad inicial y final del producto, así como la masa de producto que se desea

secar. La disminución de humedad en el producto es el objetivo del secador, el periodo de secado se lleva a cabo durante el día mientras se tiene radiación solar, y durante la noche la humedad del producto disminuye más lentamente.

### **7.3. Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural**

Los resultados obtenidos durante la socialización darán apertura a nuevas técnicas y métodos de secado del grano de arroz, minimizando pérdidas y contribuir a la seguridad alimentaria, mejorando las condiciones de vida de los habitantes de esta zona. Se plantea una propuesta tecnológica de secado, brindando información y diseño tecnológico de secado natural, que pueda ser replicado por los pequeños agricultores por su construcción sencilla con material económico, este resultado coincide a lo reportado por Cruz et al, (2010), quienes señalan que el funcionamiento ideal de la secadora depende directamente de las condiciones ambientales y especialmente de la radiación solar, no debe proyectarse sombra hacia la secadora. Además, la secadora contribuye en la disminución del 100% de los riesgos de contaminación por basura, polvo o animales. Disminución de hasta el 50% del trabajo físico requerido y disminución hasta en un 40% en el tiempo de secado, minimizando pérdidas y contribuyendo a la seguridad alimentaria.

## **8. Conclusiones**

Durante la caracterización de los métodos y técnicas de secado natural empleados actualmente en el cultivo de arroz, el 80 % de los agricultores secan el arroz en las fincas arroceras. El nivel de humedad del arroz está en torno al 18%. La temperatura apropiada para secar el arroz es de 40 a 60°C. Si la temperatura aumenta, el arroz se cocinaría en vez de secarse.

La elaboración de la guía y/o propuesta tecnológica mejorada de secado natural dará apertura a nuevas técnicas y métodos de secado del grano de arroz, minimizando pérdidas de calidad del producto. La secadora tipo invernadero es una estructura con materiales del lugar, tiene un costo de 503,25 dólares americanos, no afecta al ambiente, es de fácil construcción y permite secar 60 quintales.

Durante la socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural, todos los agricultores, manifiestan que, pensaron en nuevas ideas para realizar el secado natural y reducir pérdidas de calidad.

La propuesta tecnológica, es una tecnología mejorada que responde a las exigencias que pide el mercado en cuanto a la calidad del producto, la capacidad de secado está acorde a las cantidades que manejan el pequeño productor, en general permite mejorar el manejo poscosecha del arroz a nivel de pequeños productores del cantón Macará.

## **9. Recomendaciones**

La temperatura conveniente para secar el arroz es de 40 a 60°C a mayor temperatura el grano podría presentar roturas y su calidad disminuiría.

No es recomendable secar el grano de arroz húmedo en horas de la tarde, las altas temperaturas podrían afectar la calidad.

Al término del presente trabajo investigativo, se ha creído conveniente sugerir a los agricultores utilizar y averiguar varias técnicas de secado natural, porque existe muchos secadores naturales que podrían implementar durante el secado para evitar pérdidas y mantener la calidad del grano.

## 10. Bibliografía

- Abadía, B., y Bartosik, R. (2014, septiembre 2). *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos*. Recuperado de: <https://inta.gov.ar/documentos/manual-de-buenas-practicas-en-poscosecha-de-granos-1>
- Aguerre, J. (1984). *Secado de arroz: Estudio de la cinética y de las variables que afectan la calidad del grano en la deshidratación* [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales].  
[http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n1829\\_Aguerre](http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n1829_Aguerre)
- Allebrandt, F. (2011, marzo). *Secado y Almacenaje de Arroz*.  
<https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Jornadas-2011/3%20-%20Kepler%20Weber%20-%20Secado%20y%20almacenaje%20de%20arroz.pdf>
- Alvarado, A., y López, S. (2023). *Desarrollo de un prototipo de una máquina secadora de arroz con control de temperatura y humedad* [BachelorThesis].  
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24986>
- Álvaro, V., y Burbano, J. (2005). DISPONIBILIDAD TÉRMICA SOLAR Y SU APLICACIÓN EN EL SECADO DE GRANOS. *Scientia et Technica*, 1(27), 127-132.
- Arias, J., Vallejo, S., y Trejos, R. (2005). *La Real Contribucion de la Agricultura a la Economia de Ecuador*. IICA.
- Baidal, J. (2009). *Mejorar el proceso de secado del arroz en la piladora "El Porvenir"*.  
<http://201.159.223.2/bitstream/123456789/596/1/Tesis%20PDF.pdf>
- Bermeo, A. (2010). *Plan de mejoramiento de las operaciones poscosecha y sistema de secado de arroz en el cantón Ventanas en la provincia de los Ríos*.  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2111>

- Boffa, G., Farías, A. M., Casiello, F., y Galaretto, O. (2012). Secado industrial de granos de origen agrícola: Estado del arte, herramientas de cálculo en la determinación de parámetros psicrométricos del aire de secado y aplicación de redes neuronales al control de procesos de secado. *Energeia*, 10(10).  
<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/5923>
- Casiello, F., Castagnani, G., Farías, A., Galaretto, O., Herrera, L., y Hollmann, D. (2019). Diseño y modelización de equipo para el estudio del secado convectivo de granos de origen agrícola II. *Energeia*, Vol. 16, N° 16, 2019.  
<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/9636>
- Contento, R., Abril, D. F., Vargas, E., Muñoz, D., Muñoz, V., Arango, L. M., Useche, B. L., Garzón, F. A., y Eslava, A. (2009). *Manual de prácticas de Ingeniería de Alimentos*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Cruz, D., Pascual, E., Battaglia, M., y López, E. (2010). *Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo*. Issuu.  
<https://www.originicaffe.it/doc/15-84-1-pb.pdf>
- GAD de Macará <https://www.municipiomacara.gob.ec/gadmacara/joomla-pages-2/menup-macara-canton>
- Google Maps (2022) <https://www.google.com.ec/maps/@-4.3757546,-79.9398036,1739m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- Hernández, J., y Puentes, L. (1998). *Manejo poscosecha de granos a nivel del pequeño productor*. Universidad Nacional de Colombia - UNAL.  
<http://localhost:8080/handle/11348/6757>
- INIAP. (2007). *Manual Del Cultivo De Arroz*. INIAP Archivo Historico.
- Jima, K. (28 de Noviembre de 2017). *Estudio de la comercialización del arroz en las provincias de Guayas y Los Ríos*. Obtenido de scpm:



<https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Version-Publica-arroz-2.pdf>

Loja, G. (2019). Sistema automático de secado de granos de café accionado con energía solar.

*Pontificia Universidad Católica del Perú.*

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14882>

Mahn, A., Pérez, C., y Reyes, A. (2017). Efecto de las Condiciones de Secado en Lecho

Fluidizado Pulsante sobre el Contenido de Sulforafano de Brócoli. *Información tecnológica*, 28(4), 17-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400004>

Masias, L. (2019). Diseño de un secador solar directo de circulación natural tipo invernadero

para cacao. *Universidad de Piura*. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4234>

Mendoza, H., Loor, Á., y Vilema, S. (2019). El arroz y su importancia en los

emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de samborondón. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 324-330.

Miranda, A., Morejón, Y., y Paneque, P. (2019). La cosecha mecanizada de arroz:

Experiencias y retos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2071-00542019000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542019000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Najar, C., y Merino, J. (2007). Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante

sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Industrial Data*, 10(1),

Article 1. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i1.6210>

Ospina, J. (2001). *Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos*. Univ.

Nacional de Colombia.

Ospina, J., y Hernández, J. E. (1989). *Secado*.

<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1405>

- Pardo, C., y Tacury, C. (2010). *Diseño, construcción y monitoreo de un sistema de secado de arroz por aire forzado con fuente de energía solar utilizando aceite térmico en la piladora de arroz «Don Lucho» en el Cantón Macará*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/17028>
- Pérez, H, Rodríguez, I., y García, R. (2018). *Cosecha, postcosecha y comercialización del arroz en Ecuador*. Machala: Universidad Técnica de Machala.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14411>
- Quito, C. (2017). *Manejo orgánico del cultivo de arroz en ladera en el cantón macará provincia de Loja*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/18685>
- Ramírez, C., y Oliveros, C. (2002). *CONSTRUYA EL SECADOR SOLAR PARABÓLICO. AVANCES TÉCNICOS*.  
<https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/AVT0305-Construya-el-secador-solar-parab%C3%B3lico..pdf>
- Riveros, H. (2006). *Poscosecha y servicios de apoyo a la comercialización*. Gestión de Agronegocios en Empresas Asociativas Rurales.  
<http://repiica.iica.int/docs/B0352e/B0352e.pdf>
- Rodríguez, R. (2013). *Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5437>
- Siguencia, J. (2013). *Evaluación de un secador solar inclinado con absorbedor de zeolita para granos de cacao CCN51*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3734>
- Tacur, L. y Quintana M. (2010). *Diseño Concurrente de una Secadora Vertical Intermitente para Arroz*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/908>

Tran, K. (2011). *Análisis de alternativas de secado de arroz con uso de energía renovable o residual*.

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2318/Kien%20Tran%20Trung.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Urbina, R. (2018, noviembre). *Control de Calidad en la Producción «Tradicional» y «No convencional» de semilla de arroz (Oryza sativa L)*. HarvestPlus.

[http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2018/11/revista\\_manual\\_produccion\\_semillaarroz.pdf](http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2018/11/revista_manual_produccion_semillaarroz.pdf)

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Cuestionario (caracterización de métodos y técnicas de secado).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES REBOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES ARROCEROS**  
**DEL CANTÓN MACARÁ**

Sr. /Srta. Productor/a se le solicita de la manera más respetuosa se digne a dar respuesta a las siguientes interrogantes; cuyos resultados permitirán el desarrollo de la investigación previo para la obtención del Título de Ingeniería Agrícola

Seleccione el ítem que considere conveniente:

### **Información General**

Fecha: ..... Encuesta N°.....

Persona Encuestada.....Edad.....

Cantón.....

### **COSECHA**

#### **1. ¿Qué forma de cosecha emplea?**

Manual ( )

Semi-mecanizada ( )

Mecanizado ( )

**¿Cuál es el porcentaje de humedad que es cosechado el grano? \_\_\_\_\_**

**¿Cuánto se pierde al cosechar el grano por hectárea? \_\_\_\_\_**

### **POSCOSECHA**

#### **1. ¿Técnica de secado que utiliza?**

Secado Natural ( )

Secado Artificial ( )

#### **2. ¿Qué método de secado utiliza?**

Tendales ( )

En patios de cemento ( )

Otros métodos ( )

**3. ¿Dónde se lleva a cabo el secado?**

En la finca ( )

Centro de acopio ( )

Otros ( )

**4. ¿Quién lleva a cabo el secado?**

El agricultor ( )

Intermediario ( )

Otros ( )

**5. ¿Qué cantidades secan? \_\_\_\_\_**

**6. ¿Utiliza alguna tecnología de secado natural?**

Si ( )

No ( )

¿Si su respuesta es sí cuál? \_\_\_\_\_

**7. ¿Una vez cosechado lleva el arroz a una piladora?**

Si ( )

No ( )

**8. ¿Conoce cuantas piladoras hay y como realizan el secado artificial en los centros de secado?**

Si ( )

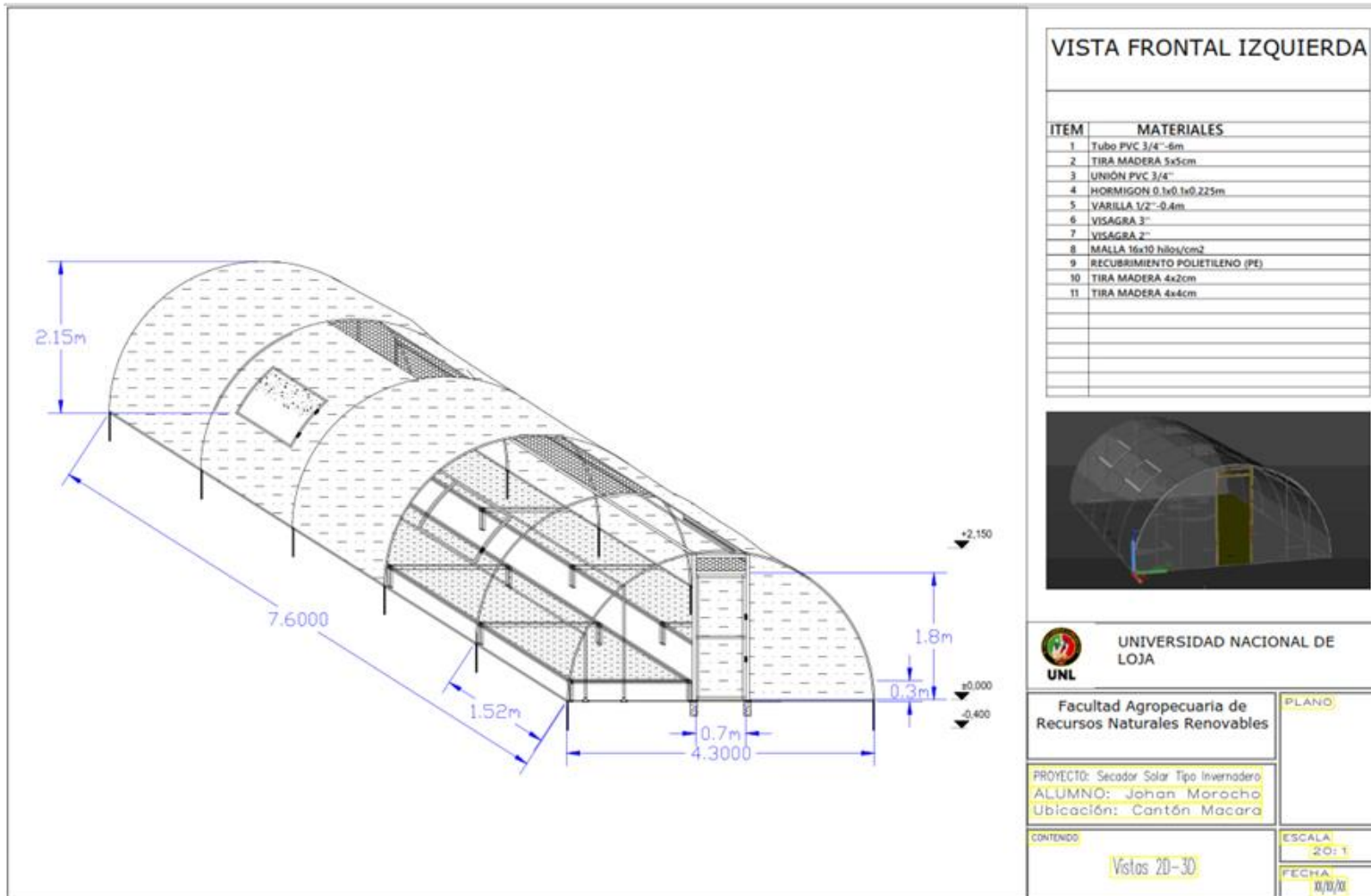
No ( )

**9. ¿Pérdidas que se producen al realizar el secado natural? \_\_\_\_\_**

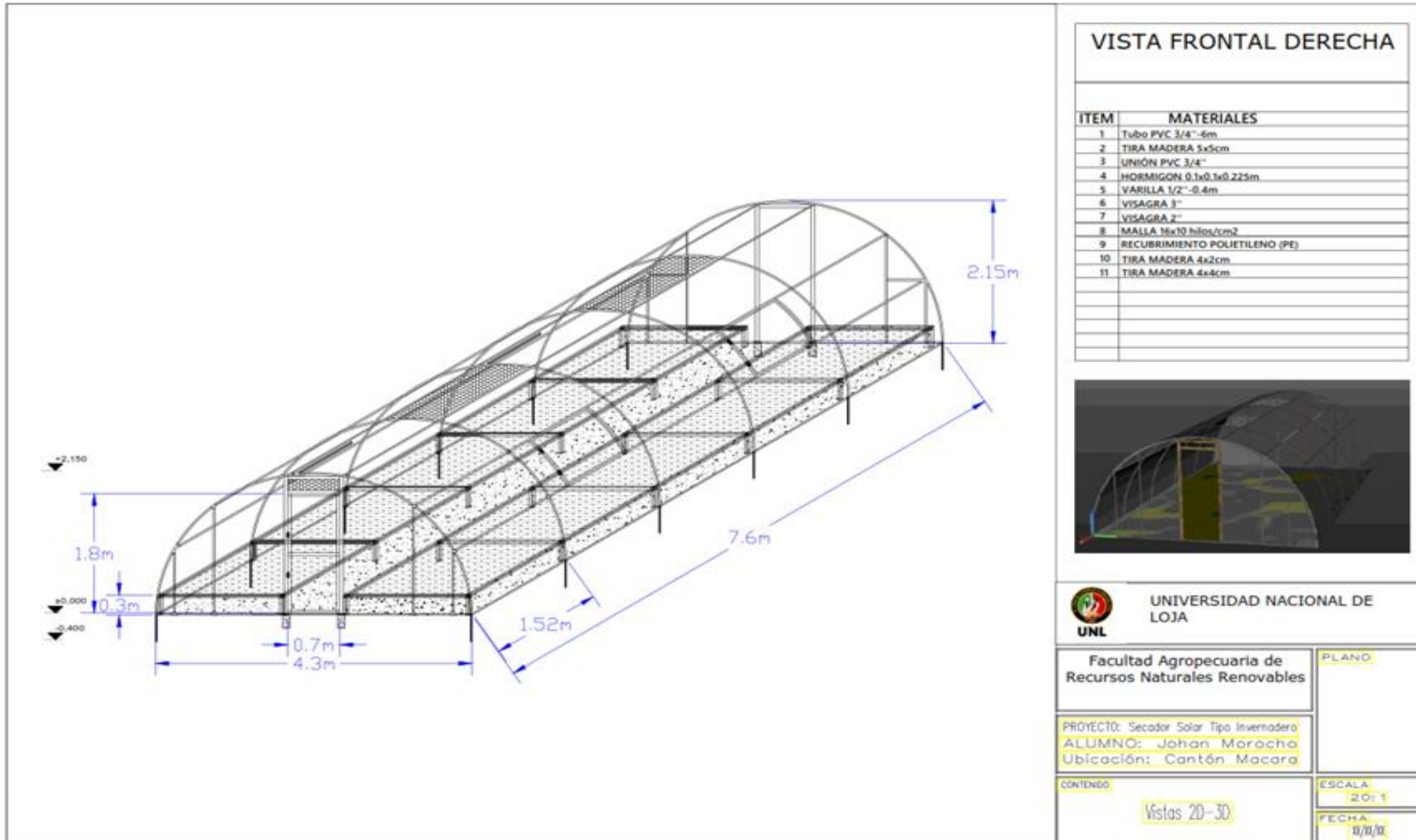
**10. ¿Cuánto tiempo toma el secado de forma natural? \_\_\_\_\_**

**11. ¿Cada que tiempo pasan meneando el grano de arroz para que se seque de forma uniforme? \_\_\_\_\_**

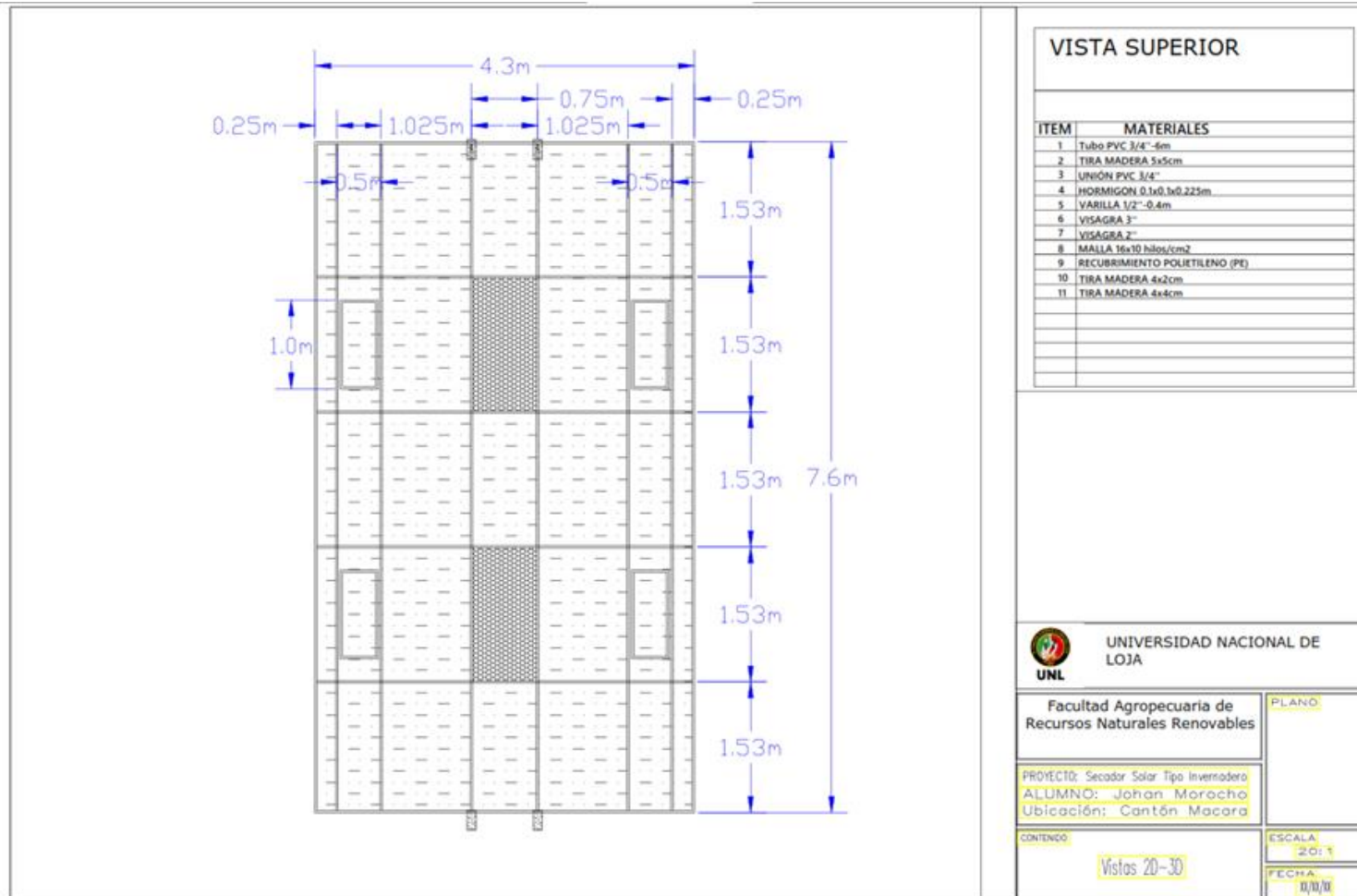
Anexo 2. Diseño de la tecnología alternativa (vista lateral izquierda).



Anexo 3. Diseño de la tecnología alternativa de secado (vista lateral derecha).



**Anexo 4.** Diseño de la tecnología alternativa (vista superior).



**UNL** UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables

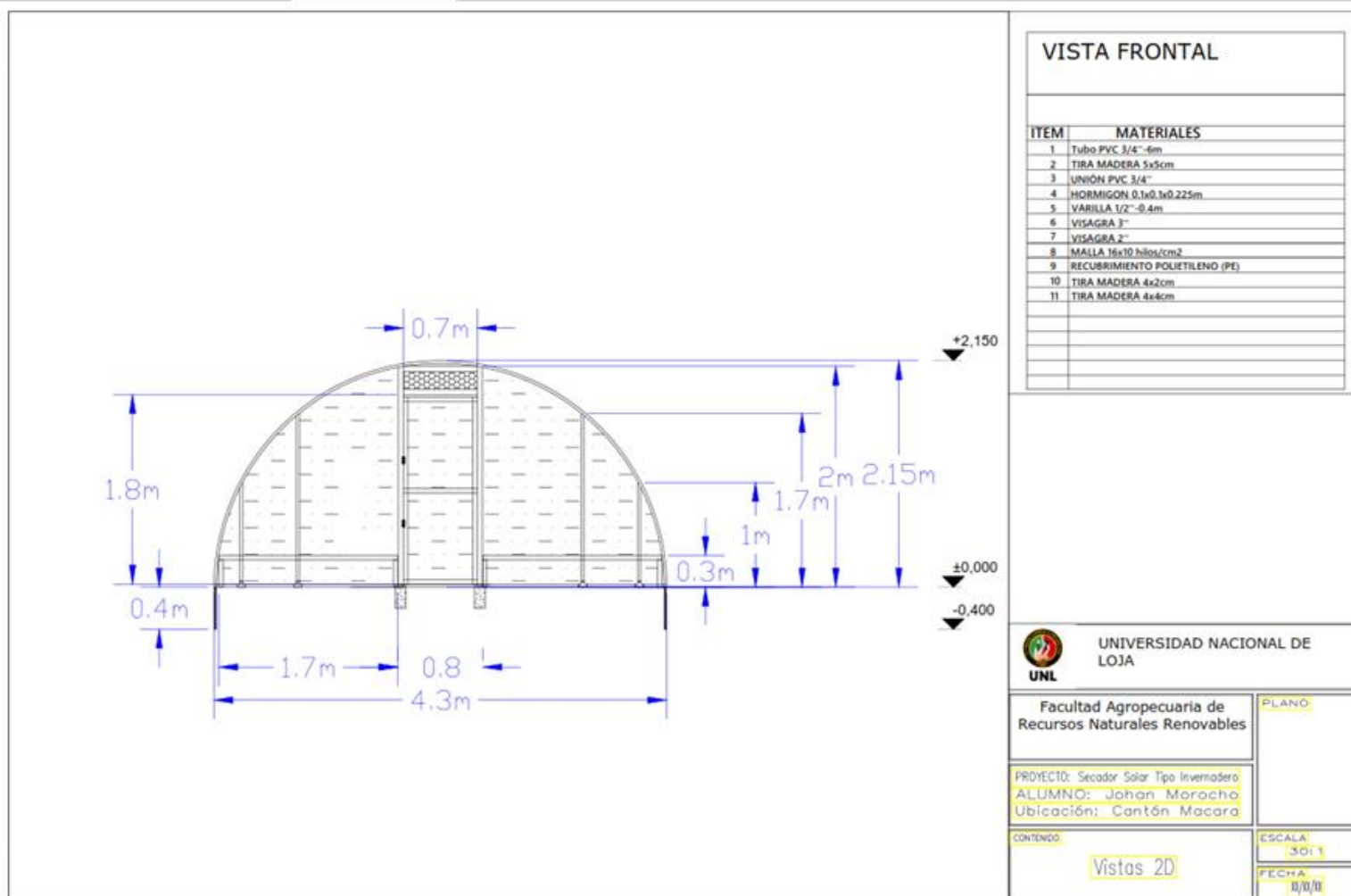
PROYECTO: Secador Solar Tipo Invernadero  
 ALUMNO: Johan Morocho  
 Ubicación: Cantón Macora

CONTENIDO: Vistas 2D-3D

ESCALA: 2.0:1  
 FECHA: 11/11/18



**Anexo 5.** Diseño de la tecnología alternativa (secadora tipo invernadero vista frontal).



Anexo 6. Cuestionario (pertinencia de la guía)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES REBOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES ARROCEROS DEL  
CANTÓN MACARÁ**

Sr. /Srta. Productor/a se le solicita de la manera más respetuosa se digne a dar respuesta a las siguientes interrogantes; cuyos resultados permitirán el desarrollo de la investigación previo para la obtención del Título de Ingeniería Agrícola.

Seleccione el ítem que considere conveniente:

**Información General**

Fecha: ..... Encuesta N°.....

Persona Encuestada.....Edad.....

Cantón.....

**Socializar la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural**

**1. ¿Cómo calificaría usted la guía o propuesta tecnológica de secado natural?**

Muy buena ( )

Buena ( )

Regular ( )

Mala ( )

**2. ¿Cree que con la guía o propuesta tecnológica se reducirían las pérdidas si se realiza la construcción de la secadora?**

Si ( )

No ( )

**3. ¿Cree que la guía o propuesta tecnológica fortalece sus conocimientos acerca del secado que utiliza actualmente?**

Si ( )

No ( )

**4. La guía o propuesta tecnológica de secado natural le parece**

Motivadora ( )

Novedosa ( )

Repetitiva ( )

**5. ¿Cree que la secadora tipo invernadero reducirá el tiempo de secado?**

Si ( )

No ( )

**6. ¿Cree que este tipo de secadora ayudaría a reducir la mano de obra al secar grano?**

Si ( )

No ( )

**7. ¿Cree que la secadora tipo invernadero es rentable?**

Si ( )

No ( )

**8. ¿Cree que la secadora tipo invernadero ayudaría a mantener la calidad del grano?**

Si ( )

No ( )

**Anexo 7.** Recorridos y conversaciones a los pequeños productores del cantón Macará.

<b>Conversaciones</b>	<b>Recorridos en los cultivos de arroz del cantón Macará</b>
	

**Anexo 8.** Encuestas realizadas a los productores de arroz del cantón Macará.

<p><b>Encuestas realizadas a los productores de arroz.</b></p> 	<p><b>Encuestas realizadas a los productores de arroz</b></p> 
---	---

**Conversaciones y encuestas realizadas a los pequeños productores del cantón Macará.**





**Anexo 9.** Cosecha mecanizada del cultivo del arroz.



**Anexo 10.** Cosecha manual del cultivo de arroz en el cantón Macará



**Cosecha manual**



**Cosecha manual**



**Anexo 11. Secado natural del cultivo de arroz.**

**Secado natural**



**Secado natural**





*Secado natural*



**Anexo 12.** Recorrido en los centros de acopio (piladora Luzuriaga).



**Anexo 13.** Recorrido en los centros de acopio (piladora del pueblo).





**Anexo 14.** *Arroz almacenado en los centros de acopio.*



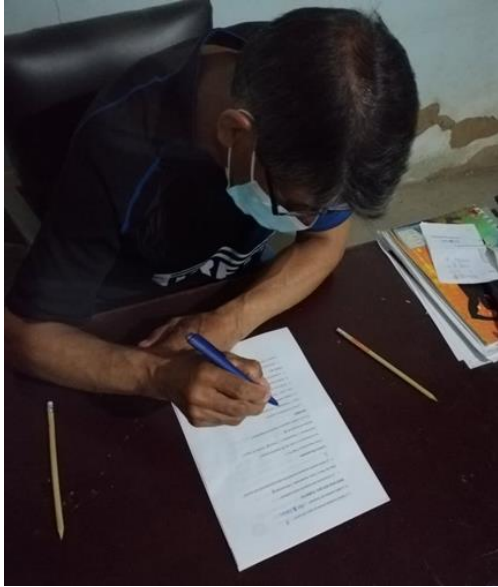
**Anexo 15.** *Socialización de la propuesta sobre la tecnología de secado natural.*



**Anexo 16.** Socialización de la guía o propuesta sobre la tecnología de secado natural.



**Anexo 17.** Validación de la propuesta sobre la tecnología de secado natural.



*Anexo 18.* Socialización de la pertinencia de la guía sobre la tecnología de secado natural.



**Anexo 19.** Proforma de cotización.

<b>Tipo de material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo aproximado (dólares americanos)</b>
Tubos PVC	2	21,75
Tubos PVC	2	21,75
Codo rincón PVC	4	6,00
Unión en T de PVC	20	30,00
Varillas corrugadas de acero (Opcional)	9	38,00
Tubos PVC	6	21,75
Lados cruz hembra PVC 4 lados	20	30,00
Tubos PVC	25	21,75
Tubos PVC	4	21,75
Abrazadera invertida PVC	2	3,00
Abrazadera paralela PVC	4	6,00
Tubos PVC	10	21,75
Tubos PVC	2	21,75
Unión codo 90° de PVC	10	15,00
Plástico invernadero	1	37,00
Cedro o tablas de madera de desecho	25	85,00
Bisagra (opcional)	2	4,00
Recubrimiento de polietileno (opcional)	1	54,00
Hormigón simple (opcional)	1	13,00
Malla	2	30,00
<b>Total</b>		<b>503,25</b>

Loja, 17 de noviembre del 2023

**CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN**

Lic.

Nadine Alejandra Narváez Tapia

**Licenciada en Ciencias de la Educación, Mención Inglés**

**CERTIFICO:**

Qué he realizado la traducción de español al idioma Inglés del resumen del presente trabajo de integración curricular o de titulación denominado "**PROPUESTA POSCOSECHA EN LA TECNOLOGÍA DE SECADO NATURAL DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*) CANTÓN MACARÁ PROVINCIA DE LOJA**" de ~~autoría~~ de Segundo Johan Morocho Cumbicus, portador de la cédula de identidad, número 1105328403, egresado de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que se creyera conveniente.



Lic. Nadine Alejandra Narváez Tapia

CI: 1150753067