

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Diseño del proceso de validación de las mejoras propuestas en un sistema post cosecha de manejo de semilla de arroz, para pequeños productores de la Asociación “Dios con Nosotros”, cantón Santa Lucia, provincia de Guayas.

PROYECTO INTEGRADOR MULTIDISCIPLINARIO

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniera Agrícola y Biológica

Presentado por:

Anggie Sughey Escobar Alarcón

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios por ser la luz que ilumina mi camino, a mi madre porque sin ella no sería nadie, a mi madrina por estar siempre a mi lado, a mis hermanas por tener esa camaradería de competencia innata que nos obliga a superarnos, a Gabriela, Denisse y Neill por tenerme esa paciencia infinita que se necesita para ser mis amigos del alma, a la miss María Isabel por ser ese angelito para todos los estudiantes de agrícola (miss usted sabe que la amamos).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiar mi camino y darme todo lo que se necesita para seguir alcanzando metas en la vida, a mi familia por su amor incondicional y ser capaces de transformarse a eso que yo necesite siempre (mami te amo), a todos mis amigos porque ya recorrimos este tramo de los muchos más que nos esperan para llegar al camino del éxito, en especial a Gabriela por estar con su modestia, paciencia y sensibilidad en esos momentos críticos de mi vida universitaria como lo es el básico (álgebra mi némesis), a Denisse y Neill porque siempre van en combo estimulándome con su responsabilidad, humildad, prudencia y puntualidad (estas dos últimas todavía no se me pegan) convirtiéndose en mi soporte en la facultad, a todos mis profesores que con su ética nos forman dentro y fuera de las aulas, en particular a la miss María Isabel por esas reflexiones que llegan al corazón, por ser ese faro en la carrera que con su apoyo constante e incondicional transmite sabiduría, a la miss Rosita por ser la personificación de la motivación y la lindura, a todas esas personas que aportaron su gotita de sabiduría en este documento y finalmente a mi banda favorita Imagine Dragons por mantenerme despierta con buena energía en esas largas noches de este último semestre.

Muchas gracias.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; a Anggie Sughey Escobar Alarcón y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Anggie Sughey Escobar A.

EVALUADORES

María Isabel Jiménez Feijoo

PROFESOR DE LA MATERIA

María Isabel Jiménez Feijoo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los altos costos de producción del cultivo de arroz en el país ocasionan que los ingresos por esta actividad no sean rentables, por lo tanto, el uso de semillas recicladas como material de siembra es una práctica común en los pequeños agricultores debido a los bajos costos de esta actividad. Estos procesos conocidos como post cosecha influyen directamente en la calidad de la semilla que es utilizada para el siguiente ciclo de cultivo y al no estar estandarizados ni tecnificados contribuyen al deterioro de ésta, con una baja en germinación, vigor y sanidad. El proyecto multidisciplinario propuso la optimización de los procesos de post cosecha para la obtención de semilla de calidad en función de la economía, accesibilidad y conocimiento del pequeño agricultor, dentro del proyecto se desarrolló la validación de todas las mejoras propuestas mediante las pruebas en semillas, donde se obtuvieron seis tratamientos con tres repeticiones y se evaluaron los parámetros físicos, fisiológicos y sanitarios. Los resultados obtenidos de los análisis de varianza, expresan la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y las propuestas de mejora. El test de Tukey expresa que el aumento en el porcentaje de germinación del 16% y la reducción en un 10% la sanidad corresponde a las propuestas de mejora. Los mayores porcentajes de germinación, vigor y sanidad se obtuvieron en las semillas en las que se optimizó los procesos de post cosecha con respecto al proceso que siguen los pequeños agricultores.

Palabras Clave: calidad en semillas, sanidad, vigor, germinación, post cosecha.

ABSTRACT

The high production costs of rice crop in the country produce incomes from this activity that are not stable, therefore, the use of recycled seeds as planting material is a common practice in small farmers due to the low costs of the activity. These processes known as post harvest directly influence the quality of the seed that is used for the next crop cycle and, since they are not standardized or technified, contribute to its deterioration, with a low germination, vigor and health. The multidisciplinary project proposed the optimization of post-harvest processes for obtaining quality seed in accordance with the economy, accessibility and knowledge of the small farmer, within the project the validation of all the proposed improvements was developed through seed tests, where six treatments with three replications were obtained and the physical, physiological and health parameters were evaluated. The results obtained from the analysis of variance, express the existence of significant differences between the treatments and the proposals for improvement. The Tukey test expresses that the increase in the percentage of germination of 16% and the reduction in 10% of the health correspond to the proposals for improvement. The highest percentages of germination, vigor and health were obtained in the seeds in which the post-harvest processes were optimized with respect to the process that small farmers follow.

Keywords: quality in seeds, health, vigor, germination, post harvest

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	11
1. Introducción.....	11
1.1 Descripción del problema.....	11
1.2 Justificación del problema.....	12
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Marco teórico.....	13
1.5 Importancia del arroz en el contexto mundial.....	13
1.6 Importancia del arroz en el Ecuador.....	14
1.7 Principales problemáticas sanitarias del arroz en el Ecuador en los últimos cinco años.....	15
1.8 Características de la semilla de arroz.....	15
1.9 Calidad de semilla y factores que afectan a la calidad de la semilla.....	16
1.9.1 Definición.....	16
1.9.2 Factores físicos.....	16
1.9.3 Factores fisiológicos.....	17
1.9.4 Factores Sanitarios.....	18

1.10	Análisis en semillas	18
1.10.1	Pureza física	19
1.10.2	Contenido de humedad.....	19
1.10.3	Germinación.....	19
1.10.4	Vigor	20
1.10.5	Sanidad.....	20
1.11	Organismo Regulador en Ecuador	20
CAPÍTULO 2.....		21
2.	Metodología	21
2.1	Esquema de Trabajo	21
2.2	Fase de diseño	22
2.3	Diseño de muestreo	22
2.3.1	Método de Muestreo	23
2.4	Diseño Análisis de Calidad.....	23
2.4.1	Especificaciones	25
2.4.2	Hipótesis	25
2.4.3	Análisis Estadístico	25
2.5	Fase de Validación	25
2.5.1	Proceso de laboratorio.....	25
Pruebas de Análisis de Calidad		26
2.5.2	Contenido de Humedad	26
2.5.3	Pureza Física	26
2.5.4	Germinación.....	27
2.5.5	Vigor	28
2.5.6	Fitosanitaria	¡Error! Marcador no definido.
2.5.7	Procesos de Evaluación de Pruebas de Análisis de Calidad.....	29
Pureza Física		29

Prueba de germinación	30
Vigor 31	
Fitosanitaria.....	31
2.6 Restricciones.....	31
CAPÍTULO 3.....	33
3. Resultados Y ANÁLISIS	33
3.1 Análisis de las semillas.....	33
3.1.1 Contenido de Humedad	33
3.1.2 Pureza Física	34
3.1.3 Germinación.....	34
3.1.4 Vigor	35
3.1.5 Sanidad.....	37
3.2 Análisis de la calidad	38
CAPÍTULO 4.....	42
4. Conclusiones Y RECOMENDACIONES.....	42
4.1 Conclusiones.....	42
4.2 Recomendaciones.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	46

ABREVIATURAS

DCA	Diseño Completamente al Azar
ESPAC	Encuesta de Superficie Agropecuaria Continua
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ISTA	International Seed Tasting Association
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
PIB	Producto Interno Bruto
SIPA	Sistema de Información Pública Agropecuaria
WBG	World Bank Group

SIMBOLOGÍA

g	gramos
ha	hectáreas
t	Tonelada
MI	Materia Inerte
OS	Otras Semillas
SP	Semilla Pura
UPAs	Unidades de producción agropecuaria
T_1	Tratamiento 1 semilla almacenada a un ciclo de cultivo (control)
T_2	Tratamiento 2 semilla proceso actual
T_3	Tratamiento 3 semilla proceso mejorado de secado limpieza
T_4	Tratamiento 4 semilla recién cosechada
T_5	Tratamiento 5 semilla almacenada equipo un mes
T_6	Tratamiento 6 semilla almacenada equipo dos meses
R1	Repetición 1
R2	Repetición 2
R3	Repetición 3

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1,1 Histograma de Producción y superficie mundial de arroz en cáscara FAOSTAT. 2018.	14
Figura 1,2 Descripción de la semilla de arroz.....	16
Figura 1,3 Secuencia de cambios en el proceso de deterioro de las semillas (Delouche, 2002)	18
Figura 2,4 Esquema de Trabajo. Autora.....	21
Figura 2,5 Saquillo que contiene semilla de arroz con sus respectivos niveles de muestreo Mantilla 2018.	22
Figura 2,6 Diseño de Muestreo. Autora	23
Figura 2,7 Proceso de laboratorio. Autora.....	26
Figura 2,8 Escala de clasificación prueba de pureza física. Autora.....	27
Figura 2,9 Semillas de arroz durante prueba de germinación .Autora.....	28
Figura 2,10 Conteo al día 4 del ensayo de germinación. Autora	28
Figura 2,11 Placa para identificación en microscopio del T1 R2. Autora.....	29
Figura 2,12 Escala de clasificación para prueba de germinación. Autora.	30
Figura 3,13 Diagrama de barras del contenido de humedad en los tratamientos. Autora	33
Figura 3,14 Diagrama de barras de pureza física de los tratamientos. Autora.....	34
Figura 3,15 Gráfico de medias de germinación. Autora.	35
Figura 3,16 Gráfico de medias en vigor. Autora	36
Figura 3,17 Curva de germinación de las semillas de arroz de los tratamientos. Autora	37
Figura 3,18 Gráfica de medias en sanidad. Autora	38
Figura 3,19 Grafico de dispersión de la evaluación de la calidad en los tratamientos. Autora.....	39
Figura 3,20 Diagrama de frecuencia de los hongos en los tratamientos Autora.....	40
Figura 3,21 Plántula de arroz del T_4 R3 infectada con <i>Aspergillus Fumigatus</i> . Autora..	40
Figura 3,22 Plántula de arroz del T_4 R1 infectada con <i>Aspergillus Nigger</i> . Autora	40
Figura 3,24 Semilla de arroz del T_4 R2 infectada con <i>Collectotrichum sp.</i> Autora.....	41

Figura 3,23 Plántula de arroz del T_1 R3 infectada con <i>Rhizoctonia sp.</i> Autora.....	41
Figura 3,26 Semilla de arroz del T_1 R2 infectada con <i>Fusarium sp.</i> Autora tratamientos. Autora.....	41
Figura 3,25 Semilla de arroz del T_1 R3 infectada con <i>Curvularia sp.</i> Autora.	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Descripción de los tratamientos.....	24
--	----

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en el país tiene una superficie de 385.039 hectáreas sembradas, el 67.47% de la producción nacional se concentra en Guayas siendo la provincia de mayor producción al nivel nacional (ESPAC, 2016).

En el país se cosechan 1'066.611 toneladas al año que representa el 3,30% al producto interno bruto (PIB), siendo la fuente de trabajo de más del 40% de la población económicamente activa (CFN, 2018). El cantón Santa Lucía es uno de los cantones de alto rendimiento del Guayas y el 50 % de sus agricultores utilizan semillas recicladas como material de siembra.

Los pequeños agricultores tienen una economía inestable debido al constante cambio de los precios del saco de arroz en el mercado, razón por la cual, no invierten en semilla certificada. Entonces, se ven en la necesidad de realizar el manejo de su propia semilla con métodos tradicionales y esto ocasiona que decline su calidad.

El presente componente del proyecto multidisciplinario realiza la validación de la optimización del proceso de post cosecha con la finalidad de conocer su eficiencia y transmitir los resultados para la obtención de semilla de calidad.

1.1 Descripción del problema

La asociación de agricultores “Dios con Nosotros”, ubicada en el recinto Paipayales del cantón Santa Lucía, se dedica al cultivo y producción de arroz desde generaciones anteriores y como gremio desde el año 2000, donde cada uno de sus miembros, cuyo número asciende a 26 socios, llevan a cabo procesos de post cosecha de semillas el cual no es estandarizado ni tecnificado, debido a que para el reciclaje y acopio de semillas reutilizan sacos que provienen de otros insumos agrícolas, además de las bajas condiciones de higiene, técnicas de secados y limpieza deficiente que en conjunto afectan a la calidad de la semilla.

La alternativa del reciclaje de semillas se justifica por el bajo costo del proceso, a pesar de que paradójicamente al término de éste las ganancias son exiguas a causa de la merma en el producto que se produce en la fase de secado.

En relación con el proceso descrito se determina la existencia de dos causas la primera es la falta de recursos económicos de los miembros de la asociación y en segundo lugar la deficiencia del sistema de manejo de semilla de arroz que actualmente no garantiza la producción proyectada en función del área y los insumos aplicados.

Para la resolución del problema se ha tomado como objeto de estudio y modelado el caso de un socio que representa la problemática del conglomerado asociado, que desde el 2013 hasta el presente año ha evidenciado una disminución en los ingresos económicos producto de su actividad, tomando en cuenta esta situación, se propondrán mejoras en el proceso de post cosecha de manejo de semillas las cuales finalmente serán evaluadas por este componente de proyecto multidisciplinario.

1.2 Justificación del problema

La falencia de los procesos artesanales de post cosecha que se realizan actualmente en la asociación desmejoran la calidad de la semilla, lo que ocasiona que aumente el número de semilla utilizadas para sembrar. Por esto, la propuesta de mejoras en el proceso de post cosecha de la producción de arroz, ayudaría a solucionar las necesidades que tienen los socios en la conservación de la calidad de la semilla, por ende, aumentarían las ganancias del agricultor.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Mejorar la calidad de semilla de arroz de pequeños productores, mediante la optimización de los procesos de secado, limpieza y el diseño, construcción y validación de un sistema de almacenamiento.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar los parámetros físicos de las semillas de arroz en el proceso de post cosecha para la verificación del cumplimiento de las normas para el secado y almacenamiento de semillas ortodoxas. (Ingeniería Agrícola y Biológica)
2. Estandarizar las etapas post cosecha de secado y limpieza considerando factores operacionales y humanos. (Ingeniería Industria I)

3. Establecer niveles operacionales adecuados para la etapa de Secado. (Ingeniería Industrial)
4. Establecer los parámetros necesarios para el diseño y construcción de un sistema de almacenamiento de semillas de arroz. (Ingeniería Mecánica)
5. Observar la temperatura y humedad para poder implementar un sistema de control automático de aireación que conecte sensores con un ventilador. (Ingeniería Mecánica)
6. Diseñar ensayos biológicos para el monitoreo de los parámetros fisiológicos de la semilla de arroz almacenada.(Ingeniería Agrícola y Biológica)
7. Analizar la calidad de la semilla de arroz almacenada para el control de parámetros fitosanitarios. (Ingeniería Agrícola y Biológica)
8. Redactar un manual de uso y mantenimiento para el empleo adecuado del equipo. (Ingeniería Mecánica)
9. Examinar la factibilidad económica del proyecto. (Ingeniería Industrial)

1.4 Marco teórico

1.5 Importancia del arroz en el contexto mundial

El arroz es un cereal que pertenece a la familia de las Poáceas, es considerado el alimento básico para 123 países incluido Ecuador, ya que se encuentra en la dieta diaria de sus habitantes con un consumo per cápita promedio mundial de 53,7 kilos y aporta 20% de calorías diarias (FAO, 2018). Es un alimento capaz de aportar a la dieta humana 359 kilocalorías en 100 gramos, además de ser un componente fundamental para generar el fenómeno de suplementación, renovando así la calidad de la proteína ingerida en las comidas y adicionalmente su libre contenido de gluten lo hace consumible a un gran variedad personas (Carbajal, 2018).

De lo anterior se conoce que, el arroz ocupa el tercer lugar en el ranking de productos agrícolas de mayor demanda en el mundo. Según los pronósticos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la superficie mundial de arroz sembrada es de 167 millones de hectáreas con una producción de arroz en cáscara de 769,9 millones de toneladas para el año 2018, se observó un aumento del 1,4 por ciento con respecto al año anterior debido a que se

destinaron mas tierras para la produccion de este grano. En la Figura 1,1 se observa el histograma de la producción y superficie mundial de arroz en cáscara.



Figura 1.1. Histograma de Producción y superficie mundial de arroz en cáscara FAO/STAT. 2018.

Asia es el continente donde se concentran los países de mayor producción y consumo de arroz, ocupando el primer puesto se encuentra China con 200 millones de toneladas, seguido por India con 170 millones de toneladas.

La agricultura representó el 3.83% al producto interno bruto (PIB) mundial (WBG, 2014), lo que significa que mas de mil millones de personas se dedican a la produccion de arroz como unica actividad de ingreso (FAO, 2014).

1.6 Importancia del arroz en el Ecuador

En el Ecuador, el 7.32% de la superficie agrícola del país está destinada a cultivos transitorios de los cuales el arroz es uno de los más producidos en esta categoría, con una superficie de 358.100 hectáreas (ha) sembradas y una producción en cáscara de 1'066.611 toneladas en el año 2017 que se concentran en el Litoral Ecuatoriano.

El arroz es un alimento de consumo diario para 16 millones de ecuatorianos de los cuales 75.814 son productores de este cultivo y el 45% de ellos son considerados pequeños agricultores, es decir aquellas personas que poseen unidades de produccion

agropecuaria (UPAs) menores de 5 ha y dependen directamente de esta producción para su sustento (Camacho, 2018) por lo tanto, este cultivo es considerado de importancia económica y social.

El 71.44% de la producción nacional se reúne en Guayas siendo la provincia de mayor producción (ESPAC, 2017). Los cantones de alto rendimiento de esta provincia son Daule y Santa Lucía donde este último posee 9.011 has destinadas a este cultivo, además, de un rendimiento de 4.69 t/ha superior al rendimiento promedio nacional (Aguilar, 2016). El 50 % de los agricultores de este cantón son pequeños. (Inga, 2016)

1.7 Principales problemáticas sanitarias del arroz en el Ecuador en los últimos cinco años.

En los dos últimos años se ha observado un decrecimiento promedio del 9,5% en el rendimiento del arroz, debido esencialmente a problemas fitosanitarios. Las principales enfermedades que ocasionan la baja producción son: manchado y vaneamiento de grano (CFN, 2018).

Desde el año 2013 se ha presentado un decrecimiento en el precio del arroz (100 libras) a nivel de productor con una variación promedio de -4.51% al año (CGSIN, 2017), ocasionando un mercado inestable para los agricultores. Consecuentemente los costos de producción en este cultivo son altos impidiéndole así costear semillas certificadas para su uso en los dos ciclos de producción que realizan al año (Anastacio & Prieto, 2018).

Una de las principales causas de estos bajos rendimientos es el uso de semilla reciclada de baja calidad como material de siembra, que para el cantón en estudio su uso está en un 58% (Castro, 2017).

Los pequeños agricultores son los principales afectados, debido a que destinan una parte de su producción para su dieta diaria y la otra parte la comercializan como arroz para ser pilado donde no obtienen suficientes ganancias para su economía.

1.8 Características de la semilla de arroz

Se denomina semilla a la simiente que será utilizada para la siembra produciendo una nueva planta. Esta tiene que conservar cualidades fisiológicas intactas hasta su disposición en campo tales como: viabilidad, vigor y germinación. La semilla de arroz (*Oryza sativa*) está compuesta por un cariopse y la cascara que es un agregado de glumas. Al conjunto que se forma del embrión, el endospermo, capas de aleurona, tegmen, y el pericarpio se lo conoce como cariopse (Olmos, 2007), además es una semilla recalcitrante. Obsérvese la Figura 1,2 acerca de la descripción de la semilla de arroz.

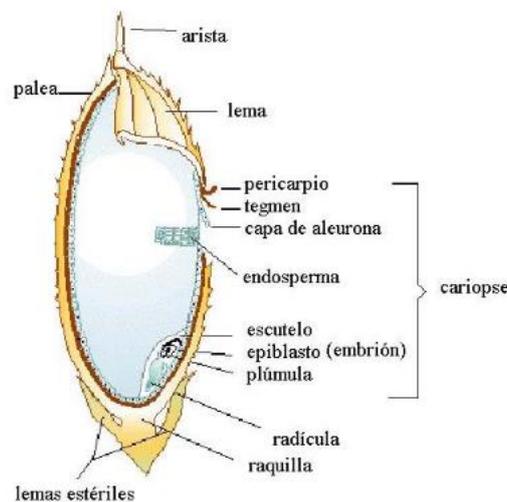


Figura 1.2. Descripción de la semilla de arroz

1.9 Calidad de semilla y factores que afectan a la calidad de la semilla.

1.9.1 Definición

Se define como el conjunto de atributos deseables en una semilla. Esta se determina bajo tres factores que son físico, fisiológico y fitosanitario (Martínez, 2015).

1.9.2 Factores físicos

Se describe como factores físicos a aquellos parámetros que afectan el entorno de las semillas, es decir las condiciones ambientales. La temperatura y humedad

son los parámetros físicos más importantes ya que de estos depende la conservación de las semillas. Por lo tanto, estos están relacionados con el proceso de deterioro, almacenamiento y calidad de las semillas.

La longevidad de las semillas es inversamente proporcional a la humedad y temperatura de almacenamiento. (Ellis & Roberts, 1980; Harrington, 1972). No obstante si existe una descenso en la temperatura de almacenamiento provoca un aumento el contenido de humedad optimo de las semillas ocasionando perdida en la fisiología de la semilla y sanidad (Ellis & Hong, 2006).

Estos factores determinan la composición en apariencia y en pruebas de semilla miden aspectos coma la pureza física y en contenido de humedad.

1.9.3 Factores fisiológicos

Se describe como factores fisiológicos a aquellos parámetros que permiten evaluar el desempeño de la semilla. La germinación y vigor son los parámetros esenciales que permite cuantificar o medir la viabilidad de las semillas y por ende la emergencia en campo (ISTA, 2018). Por lo tanto estos están relacionados con el proceso de deterioro, almacenamiento y calidad de las semillas.

El deterioro se refiere al conjunto de cambios degenerativos irreversibles en una semilla en función del tiempo (Delouche, 2002) como se muestra en la figura 1,3 donde se detallan los cambios.

La relacion entre germinacion y vigor es propocional siempre y cuando se mantengas constantes las condiciones climaticas y nutricionales. El vigor es inversamente proporcional al proceso de deterioro de las semillas ya que afecta a la velocidad de germinación y viabilidad (Navarro, Febles, & Herrera, 2015). Esta última es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento en una semilla (FAO, 2014).

Estos factores determinan el comportamiento del embrion y en pruebas de semillas miden aspectos como germinacion y vigor.



Figura 1.3. Secuencia de cambios en el proceso de deterioro de las semillas. (Delouche, 2002)

1.9.4 Factores Sanitarios

Se describe como factores fitosanitarios a aquellos parámetros que miden la sanidad de las semillas. La sanidad en semilla es importante ya que permite detectar el inóculo de agentes causales de enfermedades. Un aumento en la humedad y las variaciones de temperatura crean las condiciones idóneas para el desarrollo de los ciclos biológicos de patógenos y plagas (Cuervo M & Muñoz L, 2016). Además de conocer las causas de las anomalías de las plantas madre. (FAO, 2011)

Estos factores determinan la contaminación de la semilla y en pruebas de semillas miden la presencia de insectos, bacterias y hongos.

1.10 Análisis en semillas

Las pruebas realizadas en los laboratorios es lo que se conoce como el análisis de semillas y estas definen la calidad de las semillas. Las pruebas en semillas son las que se detallan a continuación y se rigen por las especificaciones de la asociación internacional de semillas (ISTA por sus siglas en inglés).

1.10.1 Pureza física

Consiste en identificar a las semillas puras de una muestra y otros componentes considerados impurezas. Además de separarlos por la composición en peso y clasificándolas en semillas puras, otras semillas y materia inerte. Este análisis tiene como fin obtener el peso de la fracción de las semillas pura en una muestra. Los tres elementos en los que se clasifica la muestra son: semillas puras, otras semillas y materia inerte (Arreola, 2014), donde estas se definen a continuación.

Semilla Pura: Es aquella semilla que pasó por el proceso de pureza física y por consiguiente posee una apariencia normal en función del tamaño, forma y aspecto general externo. (Hernandez, 2013)

Otras semillas: Son aquellas que no son las del objeto de estudio.

Materia inerte: Es el conjunto de materias extrañas tales como: pajas, tierra, tamo, grano de arroz estropeado y sin caracara.

1.10.2 Contenido de humedad

Es el aspecto que controla la respiración en la semilla y se define como el ratio existente entre la masa de agua contenida en la misma con respecto a su masa de materia seca. Este análisis tiene como fin controlar e impedir el deterioro de la semilla.

Existen dos métodos de medición como se detalla a continuación:

Método directo que consiste en la determinación de humedad, por diferencia de peso en seco de las muestras, a través de la estufa causando la muerte del embrión en las semillas.

Método indirecto que consiste en medir la humedad por conductividad eléctrica en la semilla sin dañar el embrión.

1.10.3 Germinación

Es la sucesión mediante la cual el embrión se desarrolla y puede transformarse en una planta. La cuantificación de las semillas vivas en una muestra se la conoce como viabilidad. Esta se define como la inherencia que permite a la semilla después de suprimir la dormancia germinar en condiciones adecuadas y

dar origen a una planta normal (ISTA, 2018). En una prueba de germinación las condiciones adecuadas son requisito de luz, temperatura y humedad suficientes para activar su actividad metabólica.

Existen tres sustratos mediante el cual se puede realizar el ensayo: sobre papel, entre papel y arena.

1.10.4 Vigor

Es la capacidad de alcanzar un crecimiento y desarrollo ideal comprendido de semilla a plántula. El vigor y el deterioro de una semilla son inversamente proporcionales, es decir, mientras que uno de los dos aumenta el otro va a disminuir. Por lo tanto, es uno de los principales aspectos en calidad y almacenamiento de la semilla (Mezzalama, 2014).

Existen cuatro métodos para evaluar el vigor tales como, las pruebas de crecimiento de plántulas, pruebas de estrés, pruebas bioquímicas e indicadores basados en resultados de pruebas de germinación y emergencia.

1.10.5 Sanidad

Se vincula a la apariencia o falta de agentes causales de enfermedades y de plagas. Este análisis tiene como fin determinar la causa más probable de anomalías en el crecimiento de las plántulas. Se consideran organismos como hongos, bacterias y los insectos (Arreola, 2014).

Para evaluar la sanidad se lo realiza de dos maneras macro y microscópica.

1.11 Organismo Regulador en Ecuador

La institución encargada de legislar y vigilar los procesos en materia de semillas y de custodiar su pureza genética, es la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (Agrocalidad), que está dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El propósito de los proyectos de certificación de semilla de arroz, es asegurar la calidad de las variedades de semilla.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Esquema de Trabajo

Los pequeños agricultores no alcanzan los rendimientos esperados de sus respectivas UPAs debido a las condiciones actuales que siguen en el proceso de post cosecha para el manejo de semilla de arroz dando como resultado una semilla de baja calidad.

Con lo mencionado anteriormente, para resolver este problema, el proyecto multidisciplinario se basa en la propuesta de mejoras en el proceso de post cosecha por parte de componentes de ingeniería industrial, mecánica y agrícola, de los cuales el primero propone la optimización en la etapa de secado y la implementación de la etapa de limpieza; el segundo, propone mejoras en la etapa almacenamiento y el tercero validará estas propuestas, creando así condiciones más adecuadas para la conservación de la semilla hasta su próxima producción.

De acuerdo con lo descrito, para validar estas mejoras se procedió a realizar una línea base de experimentación que se dividió en dos fases: la primera la fase de diseño y la segunda la fase de validación, las cuales serán descritas a continuación:

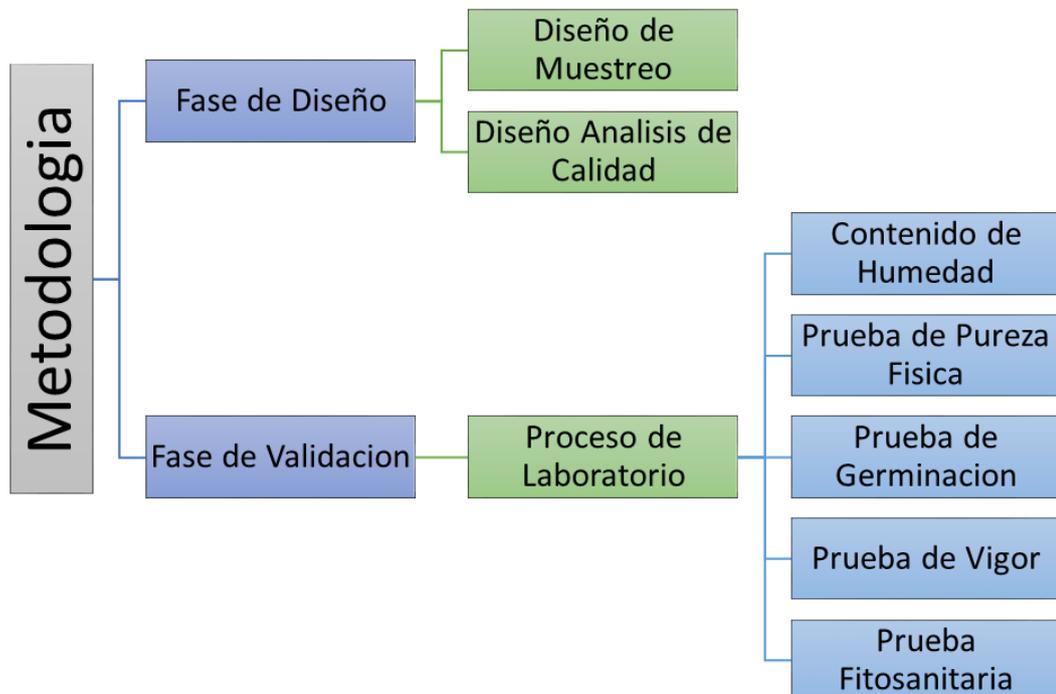


Figura 2.4. Esquema de Trabajo. Autora

2.2 Fase de diseño

Esta fase propuso la validación en las mejoras de procesos de post cosecha de arroz mediante análisis de calidad de semillas, para lo cual se realizaron dos tipos de diseño; uno muestral y otro para el análisis de calidad.

2.3 Diseño de muestreo

El muestreo de las semillas de arroz se diseñó en función del número de saquillos almacenados por el agricultor y la capacidad de mejora propuesta en la etapa de almacenamiento. Se dividió el saco en tres niveles, debido a la forma semicilíndrica que presentaba el mismo. Por cada nivel se extrajo una muestra, la cual fue tomada en la parte inferior, central y superior del mismo; tal como se representa en la figura 2.5 Este proceso se realizó a fin de obtener una mejor uniformidad de la muestra y cumplir con las reglas internacionales de pruebas de semillas.



Figura 2.5. Saquillo que contiene semilla de arroz con sus respectivos puntos de toma de muestra. Mantilla 2018.

2.3.1 Método de Muestreo

El agricultor en estudio almacena cuatro saquillos con semilla de arroz al año, de 10 libras cada uno, con un total de 400 libras al año. Según Agrocalidad, debido a la cantidad mencionada, la intensidad de muestreo es de tres muestras primarias por saquillo, tomadas a tres niveles del saquillo manualmente. Al mezclar las muestras primarias, se obtiene la muestra compuesta y una porción de esta que no debe de ser menor a 700 g según las ISTA Rules 2018 a lo cual se conoce como muestra remitida y es la que ingresa al laboratorio. Detalle del método en la figura 2,6.

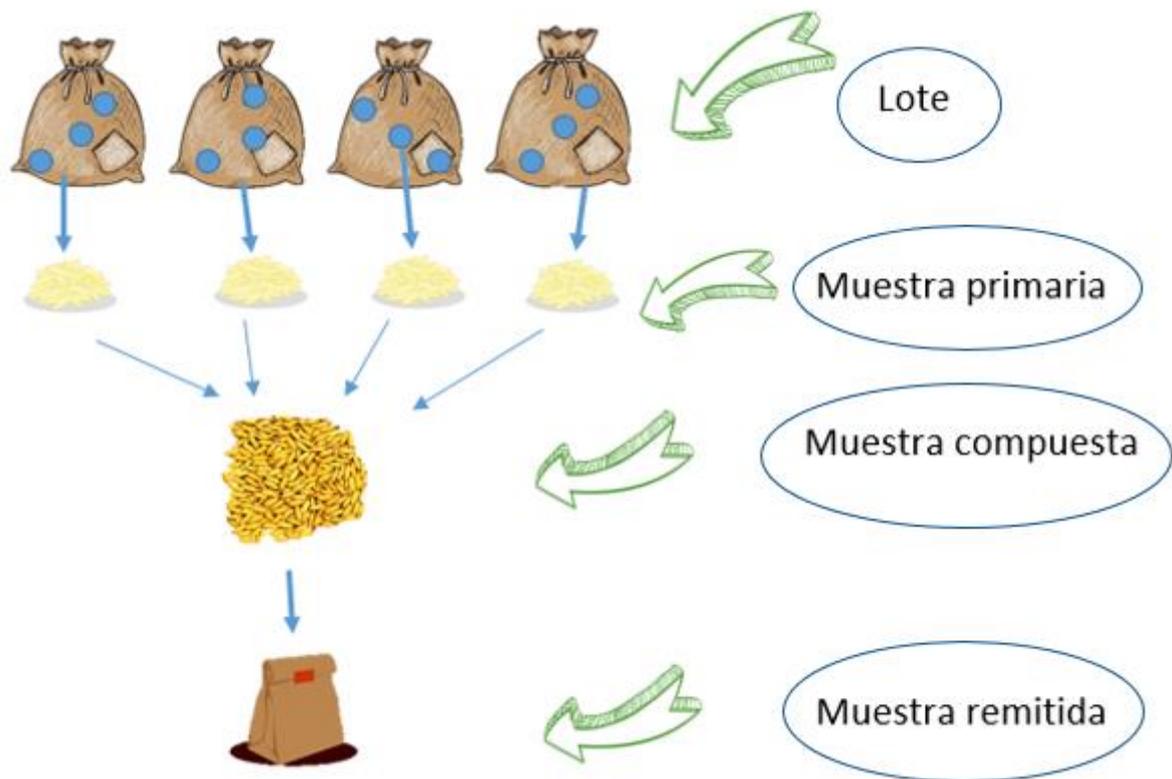


Figura 2.6. Diseño de Muestreo. Autora

2.4 Diseño Análisis de Calidad

El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA) cuya ecuación (2,1) matemática se observa a continuación, donde las variables respuestas fueron los parámetros de los factores fisiológicos como la germinación, vigor y sanidad en la semilla de arroz.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1,2,3,4,5,6 \\ j = 1,2,3 \end{array} \right. \quad (2.1)$$

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = media general

τ_i = Tipos de tratamiento $i = 1..7$

ε_{ij} = Error aleatorio

Diseño Experimental del Análisis de Calidad. Autora

Los tipos de tratamientos hacen referencia a los diferentes procesos de post cosecha por los que pasó la semilla. Para este diseño se los define a los tratamientos con la letra i siendo seis, donde T_1 : es almacenada a un ciclo (control), T_2 proceso actual, T_3 proceso mejorado de secado limpieza, T_4 recién cosechada, T_5 almacenada en equipo a un mes, T_6 almacenada en equipo a dos meses como se observa en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T_1	almacenada a un ciclo (control)
T_2	proceso actual
T_3	proceso mejorado de secado limpieza
T_4	recién cosechada
T_5	almacenada en equipo a un mes
T_6	almacenada en equipo a dos meses

2.4.1 Especificaciones

El análisis de calidad se diseñó en función de los atributos deseables en las semillas, los cuales son los factores físicos, fisiológicos y fitosanitarios; además de las diferentes etapas del proceso de post cosecha, por las que pasaron las semillas de arroz, reflejadas con los siete tratamientos y sus tres respectivas repeticiones cada uno.

2.4.2 Hipótesis

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H_0 = La media general de los procesos de post cosecha es igual en los siete tratamientos.

H_1 = La media general de los procesos de post cosecha no son iguales en los siete tratamientos.

2.4.3 Análisis Estadístico

Se uso el programa R e Infostat para el procesamiento de los datos en la cual se realizara la pruebas de ANOVA y MANOVA para las diferencias significativas entre los tratamientos y el Test de Tukey para la identificación de que tratamiento es diferente.

2.5 Fase de Validación

Esta fase se basó en comprobar si las mejoras propuestas en el proceso de post cosecha para el manejo de semillas de arroz son capaces de solucionar el proceso actual que los agricultores les dan a las semillas. A fin de validar dicha fase se llevó a cabo el proceso de laboratorio, en el cual se realizaron pruebas de contenido de humedad, pureza física, germinación, vigor y fitosanitaria las que se detallan a continuación.

2.5.1 Proceso de laboratorio

Para el análisis de calidad de las semillas se utiliza la muestra de trabajo, la cual es una porción cuyo peso no puede ser menor de 70g de la muestra remitida

según las reglas ISTA 2018. De la muestra remitida se realiza la prueba de contenido de humedad mientras que a partir de la muestra de trabajo se realiza la prueba de pureza física donde uno de sus componentes son las semillas puras y con estas a su vez, se proceden a realizar las pruebas de germinación, vigor y fitosanitaria como se muestra en la Figura 2,7.

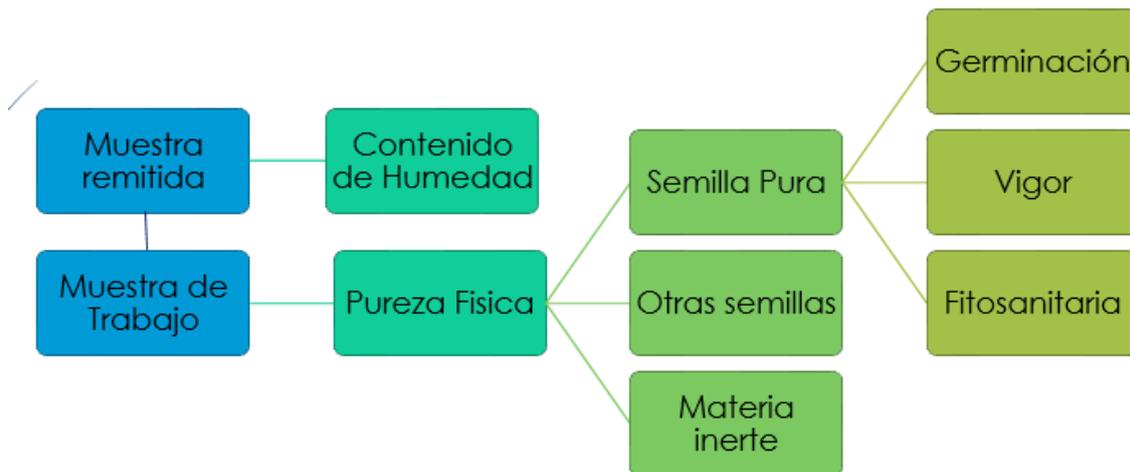


Figura 2.7. Proceso de laboratorio. Autora

Pruebas de Análisis de Calidad de la semilla

2.5.2 Contenido de Humedad

Esta prueba tiene el fin de determinar el contenido de humedad que tienen las semillas después de haber pasado por diferentes etapas de post cosecha. El análisis de humedad se realizó mediante el método indirecto, debido a que este no daña al embrión además de su rapidez y reducción de tiempo. Se pesó 200 gr de la muestra remitida para cada tratamiento, las cuales fueron utilizadas para medir la humedad.

2.5.3 Pureza Física

Esta prueba consistió en determinar la composición de la muestra de trabajo de cada tratamiento. Donde esta se clasifican en semillas puras las cuales son aquellas que cumplen con las características de la variedad SFL-11 de Pronaca ver Anexo A que es la variedad que utiliza actualmente el agricultor en estudio, otras semillas son aquellas que no cumplen con las características de esta

variedad y material inerte son el conjunto de objetos extraños dentro de sus elementos se encuentran las semillas que presentan daño mecánico, restos de las plantas, grumos de tierra y objetos extraños como se muestra en la figura 2,8 y donde cada una de estas se pesó y se lo llevo a porcentaje.



Figura 2.8. Escala de clasificación prueba de pureza física. Autora

2.5.4 Germinación

Una de las pruebas esenciales para definir la calidad de la semilla y que convergen en los factores fisiológicos es la prueba de germinación. Para la realización de esta se utilizaron las semillas puras sacadas de la prueba de pureza física y se escogieron 300 semillas al azar de cada tratamiento, que luego se colocaron sobre un sustrato (entre papel toalla) humedecido con agua destilada en repeticiones de 100 semillas en bandejas de plástico como se muestra en la figura 2.9, creando así las condiciones óptimas para su desarrollo con temperatura ambiente entre 20 y 30 °C y con poca luz.

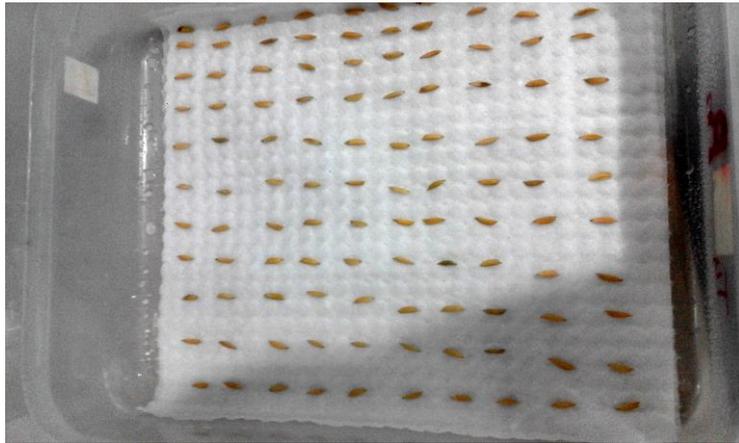


Figura 2.9. Semillas de arroz durante prueba de germinación. Autora

2.5.5 Vigor

Esta prueba consistió en observar la capacidad de emergencia que tienen las semillas hasta llegar a plántulas, para lo cual se procedió hacer conteos diarios en la prueba de germinación de cada tratamiento con su respectiva repetición desde que el ensayo fue levantado hasta cuando este finaliza a los 8 días contando así el número de semillas que les broto el embrión como se contempla en la figura 2.10.



Figura 2.10. Conteo al día 4 del ensayo de germinación. Autora

2.5.6 Sanidad

La sanidad en semillas determina el estado de estas en función de las enfermedades o plagas que afectan al cultivo, para esto se procedió a realizar primero una inspección visual y evaluación de plántulas.

Inspección Visual: Se observó si las semillas de la muestra de trabajo de cada tratamiento tenían: insectos en cualquier estado de su ciclo biológico y los síntomas de hongos y bacterias y después se procedía a su observación con el microscopio.

Evaluación de plántulas: Se observó si las plántulas de la prueba de germinación de cada tratamiento con su respectiva repetición presentaban síntomas de hongos y enfermedades luego se realizó la posterior identificación con el microscopio, para lo cual se extrajo una muestra del signo con cinta utilizando como medio el ácido láctico y colocándolo en una placa como se observa en la figura 2.11.



Figura 2.11. Placa para identificación en microscopio del T1 R2. Autora

2.5.7 Procesos de Evaluación de Pruebas de Análisis de Calidad en semilla

Pureza Física

Luego de aplicar la escala de clasificación a las muestras de trabajo de cada tratamiento y su respectivo pesaje, se procede a llevarlo a porcentaje con las siguientes ecuaciones mostradas en 2.2, 2.3 y 2.4.

$$\text{Pureza (\%)} = \frac{\text{Peso de las semillas puras (g)}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo (g)}} \times 100 \quad (2.2)$$

$$\text{Otras semillas (\%)} = \frac{\text{Peso de Otras semillas (g)}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo (g)}} \times 100 \quad (2.3)$$

$$\text{Materia Inerte (\%)} = \frac{\text{Peso de Materia Inerte (g)}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo (g)}} \times 100 \quad (2.4)$$

Prueba de germinación

A los 8 días de haber levantado el ensayo de germinación, se observan ya las plántulas de arroz de forma cualitativa se procede a aplicar una escalada de calificación de plántulas anormales (PA) y plántulas normales (PN) se definen las primeras como aquellas plántulas que su raíz no es proporcional con su hojas, posteen hojas deformes, no logro salir el embrión, además de no poseer la altura pertinente y plántulas normales (PN) son aquellas que su hojas están bien, que su raíz es proporcional a las hojas y posteen la altura correcta, como se observa en la figura 2,12 donde a es PN y b, c, d, e son para PA. Solo las plántulas normales se consideraran para el porcentaje de germinación.

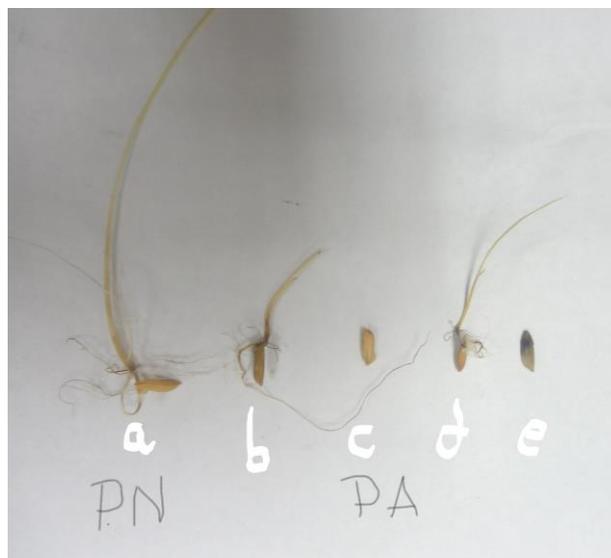


Figura 2,12 Escala de clasificación para prueba de germinación. Autora.

Vigor

Para medir el vigor de los tratamientos se lo hizo de manera visual con las observaciones cualitativas de la emergencia en la prueba de germinación de cada tratamiento. Se expresará el vigor mediante el índice de velocidad de emergencia que queda definido por medio de la ecuación 2.5, Maguire (1962) y porcentaje de emergencia total ecuación 2.6 como se muestran a continuación:

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i} \quad (2.5)$$

Considerando a:

IVE = índice de velocidad de emergencia; X_i = número de plantas emergidas por día; N_i = número de días después de la siembra; n= número de conteo.

$$\% Et = \frac{\text{Número de plantas emergidas en el último conteo}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100 \quad (2.6)$$

Sanitaria

Luego de identificar a los organismos se procede a realizar un conteo y llevarlo a porcentaje con la ecuación 2.7.

$$\% \text{ de microorganismos encontrados} = \frac{\text{Semillas infectadas en la bandeja}}{\text{Semillas totales en la bandeja}} \times 100 \quad (2.7)$$

2.6 Restricciones del diseño

El diseño de muestreo tiene restricciones de dos tipos en toma de muestra y tiempo de ejecución de los ensayos, mientras que el diseño de validación posee restricciones en la utilización de las escalas.

Con respecto a la toma de muestra al ser esta manual se tiene que la incertidumbre o error interfiere en su uniformidad, por esta razón sé que es necesario que se tomen las muestras por medio de un equipo de muestreo.

El tiempo de ejecución de los ensayos debe de ser corto debido a que la semilla de arroz es higroscópica por lo tanto esto incide en las pruebas de laboratorio, para asegurar que la incertidumbre no aumente se considera que dentro de 48 horas sean realizadas las pruebas.

La precisión de las escalas utilizadas aumenta la severidad con la se califica a los ensayos de pureza, germinación.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se describe los resultados de la metodología descrita en el capítulo 2.

3.1 Análisis de las semillas

3.1.1 Contenido de Humedad

El contenido de humedad de las muestras de los diferentes tratamientos se observa en la figura 3.13. Los tratamientos que presentaron un mayor contenido de humedad fueron T_1 y T_4 con valores superiores al 13%, el tratamiento control hace referencia a la semilla que sigue el proceso de post cosecha de los agricultores y el otro tratamiento hace referencia a aquella semilla que no ha pasado por un proceso de post cosecha respectivamente. Los tratamientos que están en el rango de 12-12,5% fueron aquellos tratamientos que hacen referencia a las propuestas de mejoras cumpliendo así las con las normas de almacenamiento y secado.

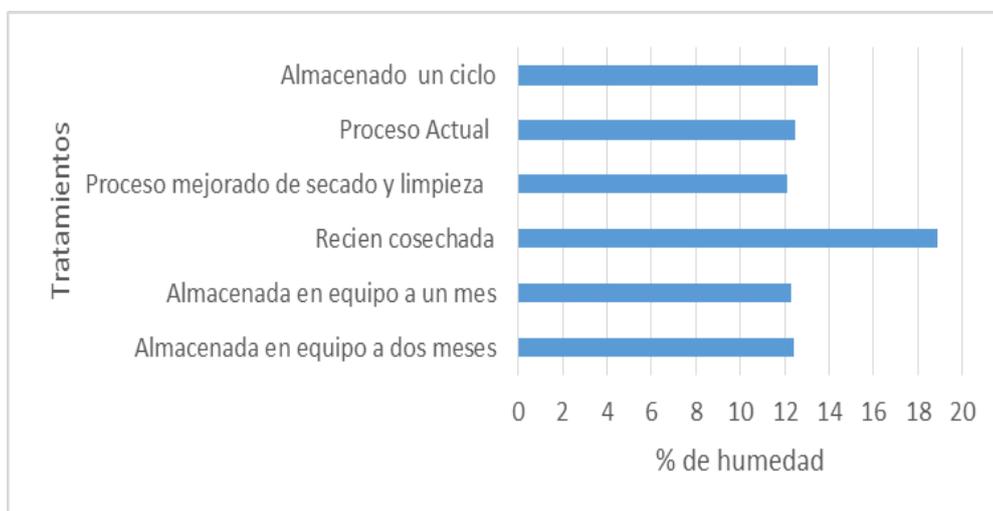


Figura 3.13. Diagrama de barras del contenido de humedad en los tratamientos. Autora

3.1.2 Pureza Física

En esta prueba se observó que el mayor contenido de semillas puras se encontró en los tratamientos: almacenada en equipo a dos meses (97,4%), a un mes (96,8%) y proceso mejorado de secado y limpieza (95,5%). Los tratamientos en los que se halló el mayor contenido de impurezas fueron: almacenada a un ciclo (13,75%), proceso actual (11%) y recién cosechada (12%) como se muestra en la figura 3,14.

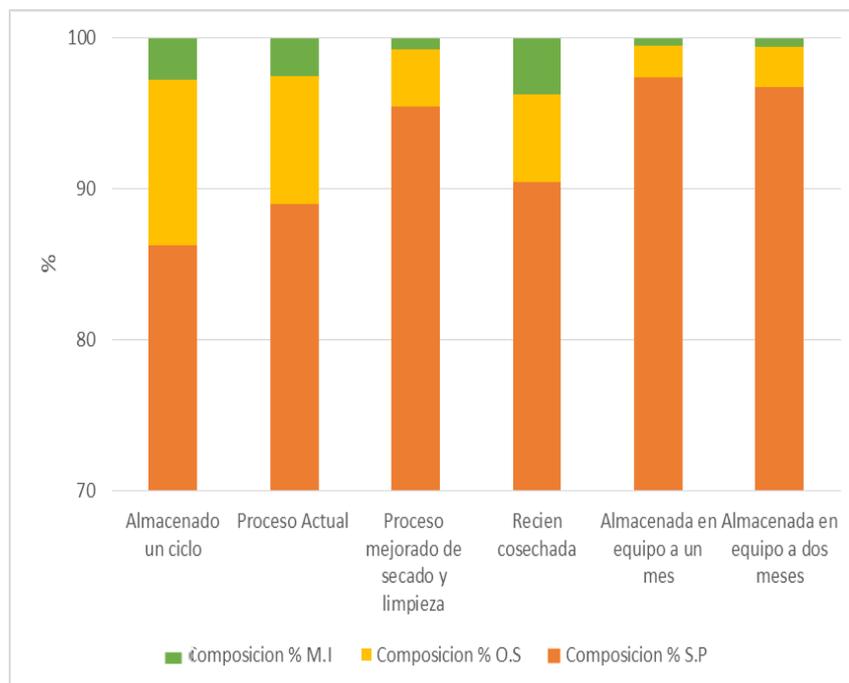


Figura 3.14 Diagrama de barras de pureza física de los tratamientos. Autora

3.1.3 Germinación

Los promedios del porcentaje en germinación son estadísticamente diferentes ($p=0.00216$) con un nivel de confianza de 95% según el análisis de varianza (ANOVA) realizado ver Anexo B.

Existe diferencia significativa de 20,66% en el porcentaje de germinación entre los tratamientos: almacenada en equipo a dos meses y recién cosechada. No existen diferencias significativas entre los tratamientos: almacenada en equipo dos meses, un mes y proceso mejorado de secado y limpieza, además que estos corresponden a las

propuestas de mejora en el proceso de post cosecha, tampoco existen diferencias significativas en los tratamientos almacenada un ciclo, proceso actual y recién cosechada. El tratamiento almacenado a dos meses presento un aumento del 14,66% con respecto al tratamiento control, según el test de Tukey ver Anexo C y como se observa en la figura 3.15

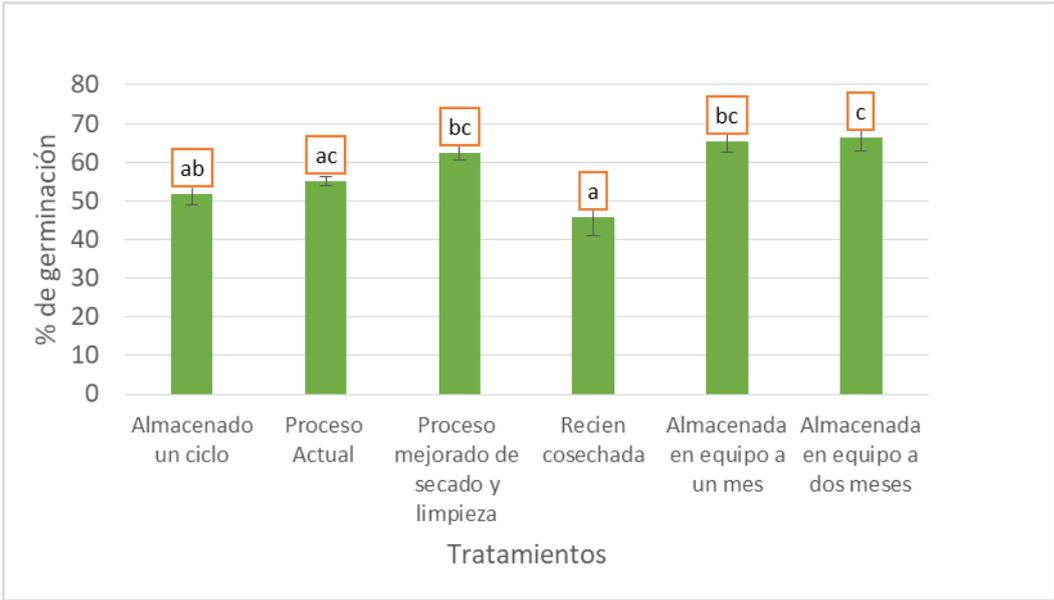


Figura 3.15. Gráfico de medias de germinación. Autora.

3.1.4 Vigor

Los resultados del ANOVA son altamente significativos (estadísticamente diferentes) ($p = 0.000000709$) entre los tratamientos que representan las diferentes etapas de post cosecha que ha pasado la semilla, como se observa en la Anexo D.

Los tratamientos que presentan diferencias significativas son: almacenada en equipo a dos meses y recién cosechada, además, poseen el mejor y peor vigor en los tratamientos respectivamente. Los que no presentan diferencias significativas entre ellos y tuvieron menor vigor fueron: almacenada un ciclo, proceso actual y recién cosechada, donde se encontraron valores de vigor inferiores a 40. Los tratamientos que no presentan diferencias significativas entre ellos y en los cuales se encontró un buen vigor con valores superiores a 60 fueron: almacenada en equipo dos meses, un mes y

proceso mejorado de secado y limpieza, según el test de comparaciones de medias de Tukey ver Anexo E y como se observa en la figura 3.16.

El periodo de latencia en la semilla de arroz es de 2 días como se puede observar en la figura 3.17, a partir de ese día la actividad metabólica se acelera induciéndolas al proceso de germinación en el cual todos los embriones brotaron, este proceso se culminó en el día 4, y posteriormente la tendencia de la curva de germinación se comporta de manera constante hasta el día 8.

En la figura 3.17 los tratamientos que presentan una curva de germinación más alta y por ende con un buen vigor son: almacenada en equipo dos meses, un mes y proceso mejorado de secado y limpieza

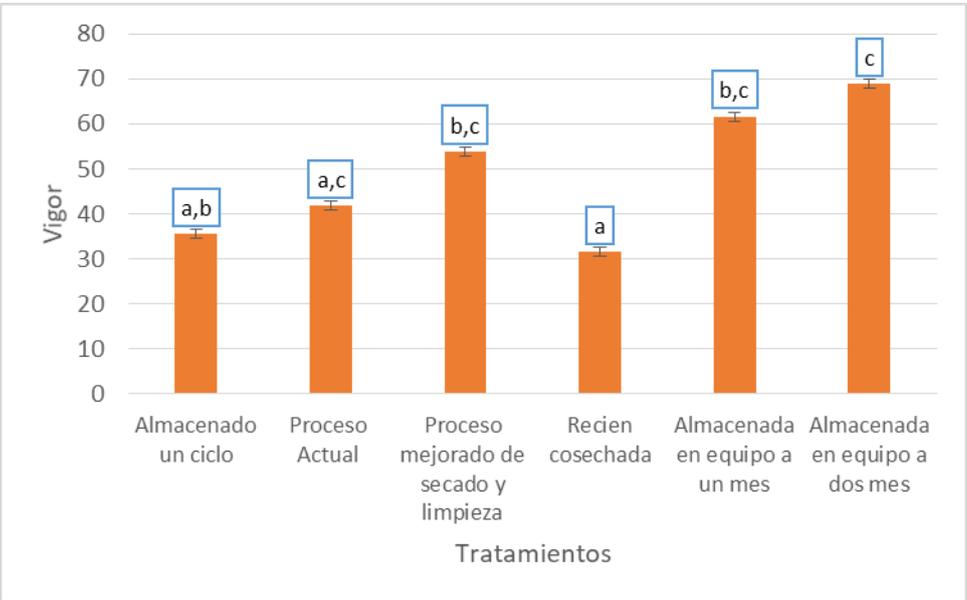


Figura 3.16. Gráfico de medias en vigor. Autora

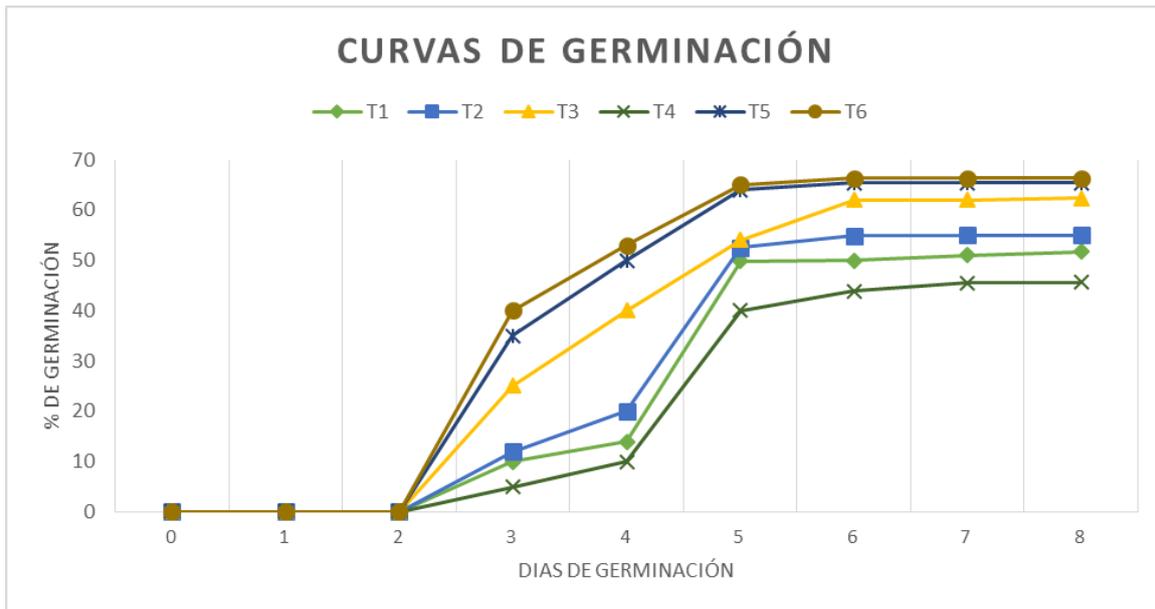


Figura 3.17. Curva de germinación de las semillas de arroz de los tratamientos. Autora

3.1.5 Sanidad

El análisis de varianza para evaluar la sanidad de los tratamientos en la semilla de arroz, mostro que existe resultados altamente significativos por lo tanto son estadísticamente diferentes ver Anexo F.

No existen diferencias significativas entre los tratamientos: almacenada en equipo a un mes y dos meses, además en ellos se observó menos presencia de microorganismos. Existen diferencias significativas entre estos tratamientos y el tratamiento recién cosechada con una diferencia del 15%, conjuntamente en este tratamiento se halló una mayor cantidad de microorganismos con un valor de 20%. El test de Tukey expresa que no existen diferencias significativas ver Anexo G entre almacenada en equipo a un mes, dos meses y proceso mejorado de secado y limpieza, por lo tanto, la incidencia de los microorganismos en estos tratamientos posee valores menores al 10%, mientras que, en los tratamientos de almacenada a un ciclo, recién cosechada y proceso actual son el grupo en el que no se encontró diferencias significativas y una incidencia mayor a 10%, como se muestra en la figura 3.18.

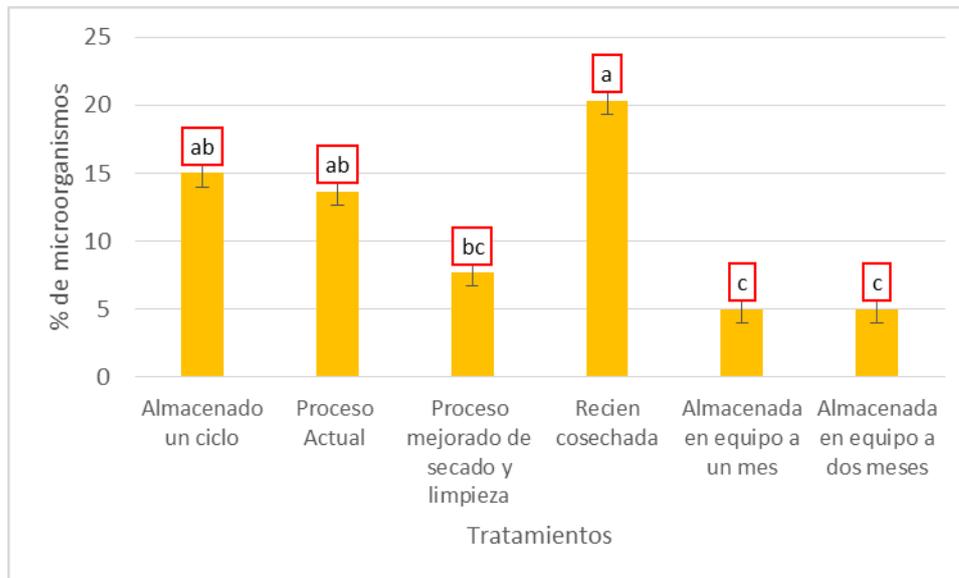


Figura 3.18. Gráfica de medias en sanidad. Autora

3.2 Análisis de la calidad

El análisis de multi varianza para evaluar la calidad de las semillas de arroz ver Anexo H, mostro que existen diferencias significativas ($p= 0,0178$) con un 95% de confianza en los tratamientos. La evaluación de vigor, germinación y sanidad en las semillas, identifican dos agrupaciones, conformadas por los tratamientos que no poseen diferencias significativas entre ellos, el primer grupo conformado por los tratamientos sobre las propuestas de mejoras en las etapas de post cosecha (T_3, T_5, T_6) son los que contienen mejor vigor, alto porcentaje de germinación y menos presencia de microorganismos, el segundo grupo conformado por el tratamiento control, proceso actual y recién cosechada que reflejan menor vigor, bajo porcentaje de germinación y mayor presencia de microorganismos (T_1, T_2, T_4) lo que coincide con la figura 3,19.

Del análisis de la dispersión como se observa en la figura 3,19, se detalló que existió una correlación (0,83) mostrando una tendencia creciente positiva entre la pureza y germinación y se obtiene que por cada dos unidades de pureza que aumentan, la germinación aumenta tres unidades. La correlación que se encontró entre la germinación y la sanidad fue negativa (-0,94), esta se ve reflejada en el diámetro de los

puntos, que a medida que va creciendo este valor va disminuyendo el porcentaje de germinación.

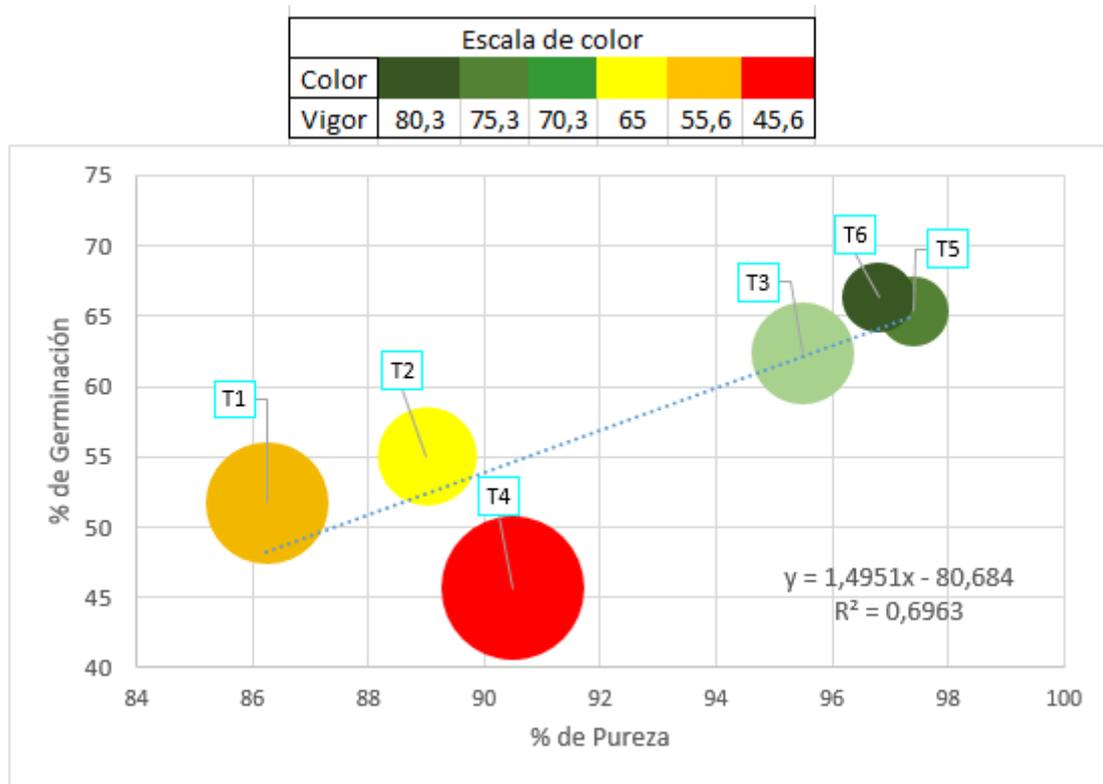


Figura 3.19. Grafico de dispersión de la evaluación de la calidad en los tratamientos. Autora

Se identificaron los microorganismos y en todos los tratamientos se descubrieron hongos de 6 especies concernientes a 5 géneros.

La frecuencia de presencia por muestras de tratamiento de estos hongos se refleja en la figura 3.20, donde las especies del género *Aspergillus*, *Fusarium* y *Curvularia* son las más recurrentes.

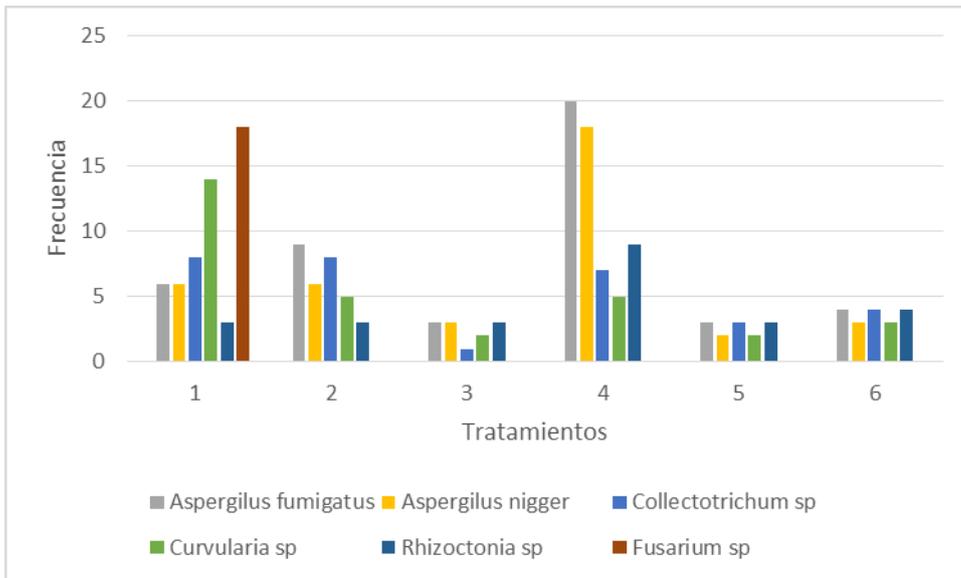


Figura 3.20 Diagrama de frecuencia de los hongos en los tratamientos Autora

Del análisis de germinación en el tratamiento control, en el tratamiento 2 y en el tratamiento 4 obtuvieron un porcentaje bajo de germinación y en el análisis sanitario se ha observado un porcentaje significativo de contaminación de las semillas por hongos tanto en semillas duras (aquellas semillas que no le ha brotado el embrión) y plántulas anormales. Desde este punto de vista estos hongos son causantes de los bajos valores encontrados en estos tratamientos. En la figura 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 y 3.25 se observa una plántula anormal infectada por los hongos.



Figura 3.21. Plántula de arroz del T_4 R3 infectada con *Aspergillus Fumigatus*. Autora



Figura 3.22. Plántula de arroz del T_4 R1 infectada con *Aspergillus Nigger*. Autora



Figura 3.24. Plántula de arroz del T_1
R3 infectada con *Rhizoctonia sp.*
Autora



Figura 3.23. Semilla de arroz
del T_4 R2 infectada con
Collectotrichum sp. Autora



Figura 3.26. Semilla de arroz del T_1 R3
infectada con *Curvularia sp.* Autora.



Figura 3.25. Semilla de arroz
del T_1 R2 infectada con
Fusarium sp. Autora

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Las propuestas de mejoras cumplen con las normas de secado y almacenamiento de semillas ortodoxas manteniendo un 90% la pureza física en las semillas, un 95% de sanidad, 66,33% de germinación y un vigor de 76,33%.
- Los mayores porcentajes de germinación, vigor y sanidad se obtuvieron en las semillas en las que se optimizó los procesos de post cosecha.

4.2 Recomendaciones

- Tomar precauciones para la toma de las muestras de semillas, ya que características propias de la semilla ocasiona problemas respiratorios.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, O. d. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma: Edición Revisada.
- Agricultura, O. d. (2018). Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO (SMA). *Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO (SMA)*, 1- 10.
- Arreola, M. R. (14 de Septiembre de 2014). *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales: http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/PUBLI%20Arroz%201.pdf
- Camacho, J. Q. (2018). ¿Es posible Fijar un Precio al Arroz por Decreto? *Corpcom N° 27 Mayo*, 32-33.
- Carvajal A. (10 de Enero de 2018). *Manual de Nutrición y Dietética*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-10-cap-14-alimentos-2018.pdf>
- Castro, M. (2017). *RENDIMIENTO DE ARROZ EN CÁSCARA, PRIMER CUATRIMESTRE 2017*. Quito: SIPA.
- Continua, E. d. (2016). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de Ecuador en Cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf
- Cuervo M, J. R., & Muñoz L, M. M. (2016). *Manual de Procedimiento Sanidad en Semillas Certificación Sanitaria del Germoplasma de Frijol, Pastos tropicales, Leguminosas Forrajeras*. Colombia: 2 Edición.
- Dagguin Aguilar, D. Á. (2016). *Sistema de Información Pública Agrícola*. Obtenido de Sistema de Información Pública Agrícola: http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/estimacion_superficie_arroz_2016.pdf
- Datos, B. M. (2016). *Banco Mundial* . Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?end=2016&start=2001>
- Delouche, J. C. (2002). Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas. *Revista SEED News* . , 35-37.

- Ellis Rh, y. H. (2006). Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97: 785–91.
- FAO, O. d. (2011). *Semillas en Emergencia Manual Tecnico*. Roma.
- FAO, O. d. (2014). *Agricultores Familiares alimentar al mundo cuidar el planeta*. Roma Italia: FAO.
- Harrigton, J. (1972). Seed storage longevity. *T.T. Kozlowski, ed. Seed Biology*, 145–245.
- Hernandez, J. A. (2013). Fase de Laboratorio en el Pocesio de Calificacion de Semillas. *Programa Nacional de Semillas* (pág. 31). Mexico: Servicio Nacional de Inspeccion y Certificacion de Semilla.
- Información, S. d. (Febrero de 2018). *Corporacion Financiera Nacional*. Obtenido de Corporacion Financiera Nacional: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Arroz.pdf>
- Información, S. d. (Febrero de 2018). *Corporacion Financiera Nacional*. Obtenido de Corporacion Financiera Nacional: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Arroz.pdf>
- Inga, J. L. (2016). *Tipificacion de productores arroceros de la provincia del Guayas*. Quito : Universidad Central del Ecuador Facultadde Ciencias Agrarias Carrera de Ingenieria Agronomica.
- Jimmy Anastacio, I. P. (28 de Abril de 2018). *Camara de Agricultura Costa*. Obtenido de Camara de Agricultura Costa: <http://www.camaradeagriculturacosta.ec/assets/analisis-cultivo-arroz.pdf>
- Martínez, C. P. (2015). Calidad de Semilla. *Seminario El Valor Estrategico de la semillas en la agricultura* (pág. 50). Centro para Investigaciones en Grano y Semillas.
- Mezzalama, M. (2014). Calidad de la Semilla. *Semilla de alta calidad la base de una agricultura exitosa* (pág. 33). El Batan, Estado de Mexico: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Nacional, C. G. (Marzo de 2017). *Sistema de Informacion Publica Agropecuaria*. Obtenido de Sistema de Informacion Publica Agropecuaria: http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/tematicos_zonales/precios_produccion/2017/precios_productor_marzo_2017_zona7.pdf

- Navarro, M., Febles, G., & Herrera, R. S. (2015). Vigor: essential element for seed quality. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 49, núm. 4, 447-458.
- Olmos, S. (7 de Marzo de 2007). *Facultad Ciencias Agrarias UNNE*. Obtenido de Facultad Ciencias Agrarias UNNE: <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Peter F. Ffolliott, J. L. (1983). *Organizacion de las Naciones Unidas Para la Alimentacion y la Agricultura*. Obtenido de Organizacion de las Naciones Unidas Para la Alimentacion y la Agricultura: <http://www.fao.org/docrep/006/Q2180S/Q2180S00.htm#TOC>
- R. H. Ellis, E. H. (1980). Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 13-30.
- Ron, S. (Julio de 2017). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia (MAG) Servicios*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganaderia (MAG) Servicios: http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2017/Agosto2017/k/EJECUCION_Agosto/GPR%20SEMILLAS%20-%20Agosto.pdf
- Rules, I. S. (1 de Enero de 2018). *International Seed Testing Association*. Obtenido de International Seed Testing Association: https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA_Rules_2018_00_introduction_updated20171214.pdf
- SIPA, C. G. (Julio de 2017). *Boletín Agrícola Integral - Nacional*. Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

ANEXOS

ANEXO A

Características de la semilla	
Desgrane	Intermedio
Peso de 1000 granos en cáscara:	29g
Tamaño del grano	7,52 mm
Color	Amarillo crema pálido

ANEXO B

Tabla ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
<i>Tratamiento</i>	5	1028.3	205.66	7.448	0.00216 **
<i>Residuals</i>	12	331.3	27.61		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO C

Test de Tukey

Simultaneous Confidence Intervals
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
Fit: aov(formula = germ ~ Tratamiento, data = Dataset)

Quantile = 3.3603

95% family-wise confidence level

Linear Hypotheses:

	Estimate	lwr	upr
T2 - T1 == 0	3.3333	-11.0837	17.7504
T3 - T1 == 0	10.6667	-3.7504	25.0837
T4 - T1 == 0	-6.0000	-20.4171	8.4171
T5 - T1 == 0	13.6667	-0.7504	28.0837
T6 - T1 == 0	14.6667	0.2496	29.0837
T3 - T2 == 0	7.3333	-7.0837	21.7504
T4 - T2 == 0	-9.3333	-23.7504	5.0837
T5 - T2 == 0	10.3333	-4.0837	24.7504
T6 - T2 == 0	11.3333	-3.0837	25.7504
T4 - T3 == 0	-16.6667	-31.0837	-2.2496
T5 - T3 == 0	3.0000	-11.4171	17.4171
T6 - T3 == 0	4.0000	-10.4171	18.4171
T5 - T4 == 0	19.6667	5.2496	34.0837
T6 - T4 == 0	20.6667	6.2496	35.0837
T6 - T5 == 0	1.0000	-13.4171	15.4171

T1 T2 T3 T4 T5 T6

"ab" "ac" "bc" "a" "bc" "c"

ANEXO D
Tabla ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
<i>Tratamiento</i>	5	3338	667.7	36.83	0.000000709 ***
<i>Residuals</i>	12	218	18.1		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO E

Test de Tukey

Simultaneous Confidence Intervals

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: aov(formula = vigor ~ Tratamiento, data = Dataset)

Quantile = 3.3584

95% family-wise confidence level

Linear Hypotheses:

	Estimate	lwr	upr
T2 - T1 == 0	6.2733	-5.4021	17.9487
T3 - T1 == 0	18.3867	6.7113	30.0621
T4 - T1 == 0	-3.8833	-15.5587	7.7921
T5 - T1 == 0	26.1500	14.4746	37.8254
T6 - T1 == 0	33.3067	21.6313	44.9821
T3 - T2 == 0	12.1133	0.4379	23.7887
T4 - T2 == 0	-10.1567	-21.8321	1.5187
T5 - T2 == 0	19.8767	8.2013	31.5521
T6 - T2 == 0	27.0333	15.3579	38.7087
T4 - T3 == 0	-22.2700	-33.9454	-10.5946
T5 - T3 == 0	7.7633	-3.9121	19.4387
T6 - T3 == 0	14.9200	3.2446	26.5954
T5 - T4 == 0	30.0333	18.3579	41.7087
T6 - T4 == 0	37.1900	25.5146	48.8654
T6 - T5 == 0	7.1567	-4.5187	18.8321

T1 T2 T3 T4 T5 T6

"a" "a" "b" "a" "bc" "c"

ANEXO F

Tabla ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
<i>Tratamiento</i>	5	530.9	106.19	7.496	0.0021 **
<i>Residuals</i>	12	170.0	14.17		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO G

Test de Tukey

Simultaneous Confidence Intervals

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: aov(formula = sanidad ~ Tratamiento, data = Dataset)

Quantile = 3.3596

95% family-wise confidence level

Linear Hypotheses:

	Estimate	lwr	upr
T2 - T1 == 0	-5.333e+00	-1.566e+01	4.991e+00
T3 - T1 == 0	-4.333e+00	-1.466e+01	5.991e+00
T4 - T1 == 0	5.333e+00	-4.991e+00	1.566e+01
T5 - T1 == 0	-1.000e+01	-2.032e+01	3.246e-01
T6 - T1 == 0	-1.000e+01	-2.032e+01	3.246e-01
T3 - T2 == 0	1.000e+00	-9.325e+00	1.132e+01
T4 - T2 == 0	1.067e+01	3.421e-01	2.099e+01
T5 - T2 == 0	-4.667e+00	-1.499e+01	5.658e+00
T6 - T2 == 0	-4.667e+00	-1.499e+01	5.658e+00
T4 - T3 == 0	9.667e+00	-6.579e-01	1.999e+01
T5 - T3 == 0	-5.667e+00	-1.599e+01	4.658e+00
T6 - T3 == 0	-5.667e+00	-1.599e+01	4.658e+00
T5 - T4 == 0	-1.533e+01	-2.566e+01	-5.009e+00
T6 - T4 == 0	-1.533e+01	-2.566e+01	-5.009e+00
T6 - T5 == 0	-3.553e-15	-1.032e+01	1.032e+01

T1 T2 T3 T4 T5 T6

"ab" "a" "ab" "b" "a" "a"

ANEXO H

Tabla de MANOVA

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
Tratamiento	1.49	2.36	15	36	0.0178

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
Tratamiento	20.60	11.90	15	26	<0.0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
Tratamiento	19.82	47.58	5	12	<0.0001

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 12

Tratamiento	germ	vigor	sanidad	n		
T1	51.67	35.49	15.00	3	A	D
T4	45.67	31.61	20.33	3	A	
T5	65.33	61.64	5.00	3	B	C
T3	62.33	53.88	10.67	3	B	
T6	66.33	68.80	5.00	3		C
T2	55.00	41.76	9.67	3		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)