



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DEL ÁCIDO NÍTRICO, PARA INHIBIR LA DORMANCIA  
EN SEMILLAS DE ARROZ DE LAS VARIEDADES  
COMERCIALES INIAP FL ELITE E INIAP IMPACTO**

**AUTORA: ODALIS NICOLE MOSQUERA LUCAS**  
**TUTORA: ING. AGR. MERCEDES MALDONADO, Mgs.**

**GUAYAQUIL, 2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme las fuerzas necesarias para no rendirme en el proceso, ha sido duro, pero no imposible.

A lo más hermoso que tengo en mi vida a mis hermanos y madre, que siempre han hecho lo posible para que yo no me rinda, siempre serán los pilares de mi vida y lo más importante. A mi abuelita Olivia por amarme y cuidarme mucho.

Se lo dedico a todos los profesionales de muy buen corazón que he conocido durante este periodo, a los ingenieros agrónomos por hacerme amar más a la carrera.

Y, por último, este logro me lo dedico a mí, por creer y no darme por vencida, por tener muchas agallas.

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que nada, le agradezco profundamente a Dios, porque solo él sabe dónde te pone y por qué. Me ha enviado en este trayecto a personas fascinantes, profesionales extraordinarios que han sumado de una forma increíble a mi vida, del cual les quedo infinitamente agradecida. Le agradezco inmensamente al ing. Roberto Celi, Dr. Luis Peñaherrera; profesionales de suma importancia en la consecución de este proyecto.

A todo el programa de Arroz de EELS de INIAP, que siempre estuvo dispuesto a colaborar a: Ing. Edison Mosquera por palabras tan sabias; Ing. Diego Sánchez, Ing. Olga Calle y los caballeros Juan Pérez, Iván Romero por su inmensa ayuda y sus conocimientos. Les agradezco por brindarme su amistad y cariño.

A mi madre Martha Lucas, a mis hermanos que siempre han confiado en mí, y ha tenido las mejores palabras de aliento.

A la Universidad le agradezco por formarme académicamente con docentes muy sabios de la materia y adicional porque me llevo a una gran amiga y casi colega, Kerlly Nieto Chancay, que en este camino hemos compartido diversas emociones.

¡A todos siempre gracias, muchas gracias!



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE – TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

---

Guayaquil, 23 de septiembre del 2022

**Sra. Ing. Agr. María Leticia Vivas Vivas, MSc.**  
**Vicedecana**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Universidad de Guayaquil**  
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **Efecto del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO** del estudiante **Odalis Nicole Mosquera Lucas**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



**Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras, Mgs.**

**CI: 1200589883**

**Fecha: 23 de septiembre del 2022**



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Habiendo sido nombrado **Mercedes María Maldonado Contreras** tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Odalis Nicole Mosquera Lucas** C.C 0955076591 con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **Ingeniero (a) Agrónomo (a)**.

Se informa que el trabajo de titulación: **Efecto del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 3% de coincidencia.



Firmado electrónicamente por:  
MERCEDES MARIA  
MALDONADO  
CONTRERAS

Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras, Mgs.

CI: 1200589883

Fecha: 23 de septiembre del 2022



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**



<i>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</i>		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Efecto del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO	
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Mosquera Lucas Odalis Nicole	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Ing. Agr. Maldonado Contreras Mercedes María, Mgs. Ing. Quim. Escala Benites Francesca Elizabeth, MSc	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad de Guayaquil	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Ciencias Agrarias	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>	-----	
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agrónomo	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	72
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Dormancia, ácido nítrico, semillas, arroz.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150 palabras):		
La Investigación se realizó en la EELS de INIAP, Cantón Yaguachi, provincia del Guayas. Con variedades de semillas comerciales INIAP FL ELITE e IMPACTO recién cosechadas. Se probaron 18 tratamientos, dosis distintas de HNO <sub>3</sub> al 65% de concentración (4,6 y 8 cc) y diferentes periodos de remojo (12, 24 y 36h). El objetivo fue evaluar los efectos del HNO <sub>3</sub> en distintas dosis y periodos de remojo para inhibir dormancia en las semillas, utilizando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo grupal. Se obtuvieron diferencias entre variedades, dosis y periodo de remojo; la variedad INIAP FL ELITE mostró mejor resultado con 6 cc de NHO <sub>3</sub> y en un periodo de remojo de 24 horas. Mientras que para la variedad INIAP IMPACTO todos los tratamientos fueron eficientes, sin embargo, se reflejó un mejor resultado con 4 cc de NHO <sub>3</sub> y un periodo de remojo 12 horas.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0967152062	<b>E-mail:</b> Odalis.mosqueral@ug.edu.ec
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Agr. Maldonado Contreras Mercedes María, Mgs.	
	<b>Teléfono:</b> 0997501104	
	<b>E-mail:</b> Mercedes.maldonadoc@ug.edu.ec	



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Guayaquil, 23 de septiembre del 2022

**Ing. Agr. Maria Leticia Vivas Vivas MSc**  
**Decana Subrogante**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**De mis consideraciones:**

Envío a Ud. El informe correspondiente a la **REVISION FINAL** del trabajo de Titulación **EFFECTO DEL ÁCIDO NÍTRICO, PARA INHIBIR LA DORMANCIA EN SEMILLAS DE ARROZ DE LAS VARIEDADES COMERCIALES INIAP FL ELITE E INIAP IMPACTO** de la estudiante **ODALIS NICOLE MOSQUERA LUCAS**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en la normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 22 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la escritura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y subniveles de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

FRANCESCA  
ELIZABETH  
ESCALA BENITES  
Escalab  
Digitally signed by  
FRANCESCA ELIZABETH  
ESCALA BENITES  
Date: 2022.09.23  
21:17:33 -05'00'

**Ing. Quim. Francesca Escala Benites, MSc**

**C.I. 0919242560**

**Fecha: 23 / 09 / 2022**



**ANEXO XII: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE  
LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL  
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

---

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA  
OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, Mosquera Lucas Odalis Nicole con C.I. 0955076591, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“Efecto del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

**Nombres y apellidos del estudiante**

**C.I. No. 0955076591**

## RESUMEN

### EFFECTO DEL ÁCIDO NÍTRICO, PARA INHIBIR LA DORMANCIA EN SEMILLAS DE ARROZ DE LAS VARIETADES COMERCIALES INIAP FL ELITE E INIAP IMPACTO

Autor: Odalis Nicole Mosquera Lucas

Tutora: Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras, Mgs.

La Investigación se realizó en la EELS de INIAP, Cantón Yaguachi, provincia del Guayas. Con variedades de semillas comerciales INIAP FL ELITE e IMPACTO recién cosechadas. Se probaron 18 tratamientos, dosis distintas de  $\text{HNO}_3$  al 65% de concentración (4,6 y 8 cc) y diferentes periodos de remojo (12, 24 y 36h). El objetivo fue evaluar los efectos del  $\text{HNO}_3$  en distintas dosis y periodos de remojo para inhibir dormancia en las semillas, utilizando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo grupal. Se obtuvieron diferencias entre variedades, dosis y periodo de remojo; la variedad INIAP FL ELITE mostró mejor resultado con 6 cc de  $\text{NHO}_3$  y en un periodo de remojo de 24 horas. Mientras que para la variedad INIAP IMPACTO todos los tratamientos fueron eficientes, sin embargo, se reflejó un mejor resultado con 4 cc de  $\text{NHO}_3$  y un periodo de remojo 12 horas.

**Palabras claves:** Dormancia, ácido nítrico, semillas, arroz.

## ABSTRACT

### **Nitric acid effect to inhibit dormancy in rice commercial seeds, INIAP FL ELITE and INIAP IMPACTO**

Author: Odalis Nicole Mosquera Lucas

Advisor: Ing. Agr. Mercedes Maldonado Contreras, Mgs.

The current experiment was conducted at EELS, INIAP, Yaguachi Canton, Guayas province, with a variety of commercial seeds INIAP FL ELITE and IMPACTO, which were freshly harvested. Eighteen treatments were tested, with different HNO<sub>3</sub> doses 65% (4,6 and 8 cc) and soaking time periods (12, 24 and 36h). The aim was to gauge the treatments effect in inhibition of the dormancy period of the seeds. The completely randomized block design (DBCA) in group arrangement was applied. As a result, some differences were obtained between varieties, doses, and soaking period. Regarding the INIAP FL ELITE variety, it turned out that the best one occurred with 6 cc of NHO<sub>3</sub> and a soaking period of 24 hours. Meanwhile, for the INIAP IMPACT variety all the treatments were efficient. However, it presented a better result with 4 cc of NHO<sub>3</sub> and a soaking period of 12 hours.

**Keywords:** Dormancy, nitric acid, seeds, rice.

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	<b>El problema .....</b>	<b>2</b>
1.1.1	Planteamiento del problema.....	2
1.1.2	Formulación del problema.....	2
1.2	<b>Justificación.....</b>	<b>2</b>
1.3	<b>Objetivos de la investigación .....</b>	<b>3</b>
1.3.1	Objetivo general .....	3
1.3.2	Objetivos específicos .....	3
II.	MARCO TEORICO .....	4
2.1	<b>Generalidades del arroz.....</b>	<b>4</b>
2.2	<b>Taxonomía.....</b>	<b>4</b>
2.3	<b>Tipos de arroz .....</b>	<b>4</b>
2.4	<b>Origen del cultivo de Arroz.....</b>	<b>5</b>
2.5	<b>Cultivo de arroz en el Ecuador .....</b>	<b>6</b>
2.6	<b>Descripción Botánica .....</b>	<b>7</b>
2.7	<b>Requerimientos edafológicos climáticos del cultivo de arroz .....</b>	<b>8</b>
2.8	<b>Variedades de arroz INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.....</b>	<b>9</b>
2.8.1	Arroz INIAP FL-ELITE .....	10
2.8.2	Arroz INIAP-Impacto .....	12
2.9	<b>Características agronómicas de las nuevas variedades.....</b>	<b>15</b>
2.10	<b>La dormancia .....</b>	<b>17</b>

2.11	<b>Dormancia y la semilla</b> .....	17
2.12	<b>Clasificación de dormición en semillas</b> .....	19
2.13	<b>Supresión de la dormancia</b> .....	20
2.14	<b>Escarificación química en semillas</b> .....	20
2.15	<b>Ácido nítrico</b> .....	20
III.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
3.1	<b>Ubicación de la investigación</b> .....	22
3.2	<b>Características climáticas</b> .....	22
3.3	<b>Materiales y equipos</b> .....	22
3.3.1	Material genético .....	22
3.3.2	Materiales de oficina .....	22
3.3.3	Materiales de laboratorio.....	22
3.3.4	Materiales de campo.....	23
3.3.5	Material químico .....	23
3.3.6	Otros .....	23
3.4	<b>Metodología</b> .....	23
3.4.1	Factores estudiados.....	23
3.4.2	Variedades .....	23
3.4.3	Dosis .....	23
3.4.4	Periodo de remojo.....	23
3.4.5	Variable dependiente e independiente .....	24
3.4.6	Tratamientos estudiados .....	24
3.4.7	Diseño experimental y análisis de varianza .....	25
3.5	<b>Manejo del experimento</b> .....	26
3.5.1	Cosecha .....	26

3.5.2	Distribución de las semillas .....	26
3.5.3	Preparación de la solución .....	26
3.5.4	Aplicación de ácido nítrico.....	27
3.5.5	Germinación de semillas .....	28
3.5.6	Siembra.....	28
3.5.7	Riego.....	28
<b>3.6</b>	<b>Variables evaluadas .....</b>	<b>28</b>
3.6.1	Evaluación de germinación .....	28
3.6.2	Altura de planta .....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
<b>4.1</b>	<b>Porcentaje de germinación.....</b>	<b>29</b>
4.1.1	Primera semana.....	29
4.1.2	Segunda semana .....	29
4.1.3	Tercera semana .....	30
4.1.4	Cuarta semana.....	30
4.1.5	Quinta semana.....	31
4.1.6	Sexta semana .....	32
4.1.7	Séptima semana .....	32
<b>4.2</b>	<b>Altura de planta .....</b>	<b>33</b>
4.2.1	Primera semana.....	33
4.2.2	Segunda semana .....	33
4.2.3	Tercera semana .....	34
4.2.4	Cuarta semana.....	34
4.2.5	Quinta semana.....	35
4.2.6	Sexta semana .....	35
4.2.7	Séptima semana .....	36
<b>4.3</b>	<b>Discusión general.....</b>	<b>37</b>

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	45
5.1	Conclusiones.....	45
5.2	Recomendaciones.....	45
	ANEXOS.....	51

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales características de las variedades INIAP FL Elite e INIAP Impacto .....	<b>16</b>
<b>Tabla 2</b> Tratamientos estudiados de las variedades comerciales INIAP FL Elite e INIAP Impacto .....	<b>25</b>
<b>Tabla 3</b> Esquema de análisis de varianza (ADEVA).....	<b>26</b>
<b>Tabla 4</b> Aplicación de ácido nítrico .....	<b>27</b>
<b>Tabla 5</b> Periodo de aplicación de ácido nítrico .....	<b>28</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la primera semana del ensayo.....	38
Cuadro 2. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la segunda semana del ensayo. ....	39
Cuadro 3. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la tercera semana del ensayo.....	40
Cuadro 4. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la cuarta semana del ensayo. ....	41
Cuadro 5. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la quinta semana del ensayo. ....	42
Cuadro 6. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la sexta semana del ensayo.....	43
Cuadro 7. Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la sexta semana del ensayo.....	44

## INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

<b>Figura 1A</b> Obtención y preparación del material a estudiarse. ....	<b>52</b>
<b>Figura 2A</b> Germinación de semillas. ....	<b>53</b>
<b>Figura 3A</b> Evaluación de germinación. ....	<b>53</b>
<b>Figura 4A</b> Siembra .....	<b>54</b>
<b>Figura 5A</b> Toma de altura de planta.....	<b>54</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oriza sativa L.*) es una gramínea de gran importancia tanto económica como social en nuestro país, es considerado como el alimento primordial del 50% de la población mundial, se cultiva y se comercializa en casi todos los continentes excepto la Antártida (Valdés & Cepero, 2016).

Según datos del INEC, la superficie nacional sembrada en el año 2020 fue de 315.023 hectáreas. La mayor concentración de producción de arroz se constató en la provincia del Guayas con el 65,84% (INEC, 2021) .

A nivel mundial en el año 2019, Statista afirmó que China es el principal productor de este grano con aproximadamente 209,6 millones de toneladas de producción (Statista, s.f.).

La producción y multiplicación de semillas es de vital importancia, ya que representa la parte fundamental del rendimiento agrícola, es de gran importancia contar con un programa de multiplicación y certificación de semillas, que garantice sanidad, alta capacidad de germinación y rendimientos en el campo, buena calidad del grano, resistencia a plagas y enfermedades y al acame (FAO, 2022).

## **1.1 El problema**

### **1.1.1 Planteamiento del problema**

Para la siembra del cultivo de arroz en el Ecuador, los agricultores hacen uso de semillas recicladas en un alto porcentaje, semillas que en la mayoría de los casos aún no han tenido el suficiente periodo de reposo para que rompan su dormancia y tengan una buena germinación; ocasionando esto una baja población de plantas en sus cultivos.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles serían los efectos al aplicar dosis de ácido nítrico en el estado biológico de dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP LF ELITE e INIAP IMPACTO?

## **1.2 Justificación**

Considerando el elevado porcentaje de uso de semilla reciclada por parte de los agricultores para la siembra de arroz en el país, es necesario obtener métodos prácticos para romper la dormancia de las semillas y de esta manera el agricultor tenga una herramienta que le permita al momento de la siembra tener semillas que presenten una buena capacidad de germinación.

El trabajo se justifica porque se investigó alternativas para romper dormancia con aplicación de ácido nítrico en semillas recién cosechadas.

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Evaluar la eficiencia del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de tres dosis de ácido nítrico sobre la dormancia de las semillas de las variedades de arroz INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.
- Definir el periodo óptimo en que el ácido nítrico reduce la dormancia en semillas de arroz de las variedades INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.
- Identificar la viabilidad de las semillas de arroz de las variedades INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO luego de la aplicación del ácido nítrico.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Generalidades del arroz

El arroz (*Oryza sativa*), es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. El arroz es el principal cultivo alimentario del continente asiático, donde se produce y consume el 90% de la producción mundial. Pero también es un alimento básico en América Latina y el Caribe. Este grano proporciona el 20% del suministro de energía nutricional del mundo; mientras que, el trigo proporciona el 19% y el maíz proporciona el 5%. Además de ser una rica fuente de energía, el arroz también es una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina bajas en grasas (< 1 %) (Lanzas & Reñazco, 2016).

### 2.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del arroz se detalla de la siguiente manera:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Subclase:** Commelinidae
- **Orden:** Cyperales
- **Familia:** Poaceae
- **Género:** *Oryza* L
- **Especie:** *Oryza sativa* L

### 2.3 Tipos de arroz

Retomando los orígenes del arroz, las especies más cultivadas en el mundo son la *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*. De estas dos especies, *O. sativa* se destaca como la especie más cultivada, comercializada y consumida en el mundo (Hungría & Alvarado, 2018).

Desde 1971, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - Programa Nacional del Arroz del Ecuador ha brindado 11 variedades de arroz de diversos orígenes:

- INIAP 2, INIAP 6 de origen IRRI-Filipinas (entregadas en 1971)
- INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12 de origen CIAT – Colombia (entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994 respectivamente).
- INIAP 14 de origen IRRI-Filipinas (entregada en 1999). INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 de origen INIAP-Ecuador (entregadas en 2006, 2007, 2010 respectivamente).

De acuerdo con Hungría & Alvarado (2018), de las variedades anteriores, INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 son variedades tempranas que pueden sembrarse en condiciones de riego directo tres veces al año.

## **2.4 Origen del cultivo de Arroz**

El arroz es una gramínea anual perteneciente al género *Oryza*, originaria del sur de la India, donde las condiciones son muy favorables para su cultivo. El género *Oryza* incluye 23 especies de las cuales 21 son silvestres y dos cultivadas, *Oryza sativa*, de origen asiático y *Oryza glaberrima*, originaria del delta del río Níger, en África (Delgado & Zorrilla, 2017).

El arroz común, *O. sativa* y *O. glaberrima*, se considera un ejemplo de evolución paralela en plantas cultivadas. El progenitor salvaje de *O. sativa* es la especie *Oryza rufipogon*, común en Asia, la cual muestra un rango de variación de tipos anuales y perennes. En el caso de *O. glaberrima*, es *O. barthi* (*Oryza breviligulata*), que es una hierba anual endémica del Oeste de África. Ambas especies han sido domesticadas de forma independiente y tienen claras diferencias en las características clave, pero los tipos intermedios son raros.

En Asia, *O. sativa* está diferenciada dentro de tres subespecies basadas sobre sus condiciones geográficas: *índica*, *javánica*, y *japónica*. *Índica* Se refiere a las variedades tropicales y subtropicales que crecen en el sureste de Asia y de China. *Javánica* designa a los arroces bulu (aristados) y gunli (sin aristas) Tiene conos largos y granos bien dispuestos que crecen en todas las regiones Indica de Indonesia. *Japonica* se refiere a una variedad pequeña y redonda de las zonas templadas de Japón, China y Corea. Esta variedad se cultiva en el norte de California, EE. UU. debido a su tolerancia a las bajas temperaturas (Delgado & Zorrilla, 2017).

## **2.5 Cultivo de arroz en el Ecuador**

Las áreas arroceras se concentran (97 %), en la provincia del Guayas (63,85 %), Los Ríos (28,19 %) y Manabí (4,63 %). Del resto, las zonas que más se han plantado en los últimos años son: El Oro y Loja; sin embargo, en el año 2014 se registra una importante caída en la superficie sembrada de arroz en la provincia de Loja y un considerable aumento de la superficie sembrada en la provincia de Orellana (Acosta, 2019).

Durante la última década, el área de cosecha ha oscilado entre 320.000 y 420.000 dunam, y la producción de arroz equivale a la molienda de 700 a 900.000 toneladas. De manera consistente, los rendimientos de los cultivos exhibieron un comportamiento cíclico manteniéndose entre 2,5 t/ha y 4,5 t/ha. A nivel provincial, solo la Provincia de Manabí muestra un incremento. Además, se observó que el orden jerárquico de los productos de las regiones no cambió durante el período.

Según Acosta (2019), el rendimiento de arroz en cáscara (20% de humedad y 5% de impureza) para el ciclo a nivel nacional fue de 4,78 t/ha, registrando un aumento del 2% con relación al rendimiento del mismo ciclo del año pasado (4,67 t/ha). La provincia de mayor rendimiento fue Loja, con una producción de 6,75 t/ha, seguido de Guayas con 5,23 t/ha. Por otro lado, la provincia de menor

rendimiento fue El Oro, con una productividad de 3,68 t/ha, seguida por Los Ríos con un rendimiento de 5,12 t/ha. El productor promedio siembra en un terreno previamente nivelado una superficie de 4,57 ha, a través del método de voleo, utilizando una cantidad de semilla de 96 kg/ha. Los cultivos se gestionan tradicionalmente con acceso a sistemas manuales de riego por inundación.

## 2.6 Descripción Botánica

- **Tallo:** El tallo es erguido, cilíndrico, anudado y silvestre, de 60-120 cm de largo, los nudos se forman alternativamente, y en cada nudo se forman brotes y hojas. Los hijos, que son tallos verdaderos, se van desarrollando en orden alterno en el tallo principal (Quinaloa, 2016).
- **Raíces:** Las raíces son delgadas, fibrosas y cubiertas. Hay dos tipos de raíces. Es una semilla naturalmente transitoria que se origina en la raíz, tiene ramificación libre y es una raíz secundaria formada a partir de los nudos inferiores de tallos jóvenes. Este último reemplaza la raíz de la semilla (Pérez & Peñuelas, 2021).
- **Hojas:** Las hojas son alternas, tienen vaina, tienen un limbo linear, son puntiagudas, largas y planas. Con una lámina larga que consta de dos partes: una vaina acanalada longitudinalmente que encierra una sola lámina y parte de un tallo que encierra una especialización completa. En el punto donde se unen la hoja y la vaina, cada hoja tiene un apéndice verde llamado lígula y un par de apéndices verduzcos llamados aurículas. Esta última estructura está ausente en las malezas gramíneas, donde el arroz puede confundirse en la etapa de prefloración. (Quinaloa, 2016).
- **Inflorescencia:** Es una panícula que se localiza en el vástago terminal, formada por espiguillas. La panícula permanece erguida durante la floración y se dobla sobre su mismo eje cuando los granos se llenan (Quinaloa, 2016).
- **Flores:** Son de color verde blanquecino, dispuestas en grandes vainas colgantes blancas de extremos angostos después de la floración. La flor

consta de 6 estambres y pistilos. Los estambres contienen anteras y los estambres contienen granos de polen. En el pistilo se distinguen ovarios, estilos y estigmas. Según la raza, el estigma tiene un color diferente, como blanco, amarillo, verde pálido o morado. Una espiga es una unidad de inflorescencia y encierra una sola flor que contiene hoyuelos y panículas (Alarcón, 2016).

- **Grano:** El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente. Está formado por el pericarpio o cáscara constituida por la lemma y la palea, que a su vez está formado por estructuras afines, lemmas estériles, raquilla y arista; el embrión, se encuentra ubicado en el parte ventral cercano a la lemma primaria estéril. Debajo de la lemma y la palea hay tres capas de células que forman el pericarpio donde se encuentran dos capas, el tegumento y la aleurona. El embrión está constituido por la plúmula u hojas embrionarias y la radícula o raíz primaria. La plúmula está cubierta por el coléoptilo, y la radícula está envuelta por la coleoriza (Guerrero, 2019).

## 2.7 Requerimientos edafológicos climáticos del cultivo de arroz

Las principales zonas arroceras se cultivan por debajo de los 10 msnm; el 92% del área se encuentra en las provincias de Guayas y Los Ríos. El arroz en desarrollo y crecimiento responde positiva o negativamente dependiendo de los factores climáticos. Como resultado, los cultivos necesitan tener estos factores en un rango que se adapte a sus necesidades (García, 2021).

- **Suelo:** El arroz se adapta a diferentes condiciones del suelo; sin embargo, las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6,0 – 7,0, buen contenido de materia orgánica (mayor del 5%), buena capacidad de intercambio catiónico, buen contenido de arcilla (mayor del 40%), topografía plana, capa arable profunda (mayor de 25 cm), y buen drenaje superficial.
- **Agua:** El agua es esencial para la vida del arroz. El riego por inundación es positivo para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de los

cultivos. Es importante señalar que el sistema de riego contribuye al control de malezas. El promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1240 mm durante el ciclo.

- **Temperatura:** La temperatura crítica del arroz es generalmente inferior a 20°C y superior a 30°C, dependiendo de la etapa de desarrollo de la planta. Cuando las plantas se exponen a temperaturas por debajo de los 20 grados centígrados durante la fase de floración, generalmente se presenta una condición de alta esterilidad. Esto generalmente se debe a los efectos de las bajas temperaturas durante la noche, pero las altas temperaturas durante el día pueden compensar los efectos de las noches.
- **Radiación solar:** Una radiación de 300 cal/cm<sup>2</sup> por día durante el estado reproductivo hace posibles rendimientos de 5 t/ha. La opinión en la que la mayoría de los investigadores está de acuerdo es que el arroz requiere altas temperaturas y mucha luz solar. Sin embargo, se reconoce universalmente que la alta disponibilidad de agua es el requisito más importante en la producción.
- **Precipitación:** El arroz se cultiva no solo bajo condiciones de riego, sino también en áreas bajas con alta precipitación, en áreas con nivel freático profundo y en áreas de gran altitud con condiciones de drenaje permanente. En estas circunstancias, el arroz puede sufrir daños por inmersión debido a la fatiga por envejecimiento. Las sequías pueden ocurrir en áreas altas. En la provincia del Guayas la precipitación varía entre 1000 a 1500 mm y en la de los Ríos de 1800 a 2200 mm anuales (García, 2021).

## **2.8 Variedades de arroz INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO**

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) presentó en Santa Lucía, en la provincia del Guayas, dos nuevas variedades de arroz, INIAP FL-Elite e INIAP Impacto, enfocadas a satisfacer las necesidades de productividad tanto de agricultores como de consumidores con alto rendimiento y calidad de grano. (El Universo, 2020).

La variedad Elite fue desarrollada con el material genético del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR) y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

La variedad de arroz Impacto, por su parte, se cruzó en la Estación Experimental Litoral Sur en 2011 y proviene de una línea de origen FLAR utilizada como madre hembra y una línea de origen CIAT utilizada como línea masculina. En la EELS entre 2012 y 2015 se evaluó el material y se observaron sus propiedades con el grupo línea en pruebas de rendimiento de 2016 a 2019. Este cultivo se destacó por su calidad superior en cuanto a calidad y productividad.

### **2.8.1 Arroz INIAP FL-ELITE**

“INIAP FL-ELITE” proviene del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego-FLAR, ingresó como línea homocigota en el año 2015 con el pedigrí FL13848-3P-3SR-3P-3P-M-MP en un grupo de 72 líneas, fue registrada en el Programa de Arroz con el código Go-03742. Entre el 2016 y 2019 fue evaluada en ensayos de rendimiento, destacándose por su potencial de producción y tolerancia a insectos plaga y enfermedades (Celi, 2020).

#### **2.8.1.1 Adaptación y zonificación**

De acuerdo con Celi (2020), la evaluación realizada, se puede señalar que la nueva variedad presenta un rendimiento promedio alto, es superior a la variedad comercial y se adapta ampliamente a la zona arrocera de las provincias del Guayas, Los Ríos, El Oro y Francisco de Orellana.

#### **2.8.1.2 Reacción a enfermedades**

Bajo condiciones de campo se observó resistencia o tolerancia de la nueva variedad al virus de la hoja blanca (Rice hoja blanca virus), pudrición de vaina (*Sarocladium oryzae*), manchado de grano (complejo hongos-bacterias), tizón del tallo (*Rhizoctonia solani*) y Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*). En cuanto a *Pyricularia grisea* no se observó presencia de dicha enfermedad en ninguna de las zonas de evaluación.

### **2.8.1.3 Manejo del cultivo del Arroz**

#### **1.- Preparación del suelo**

Utilizando la herramienta más adecuada para este fin, páselo por una motobomba o trituradora para romper el tocón y favorecer su incorporación y desintegración al suelo (arado, rastrillo, romplow u otros).

Otra alternativa a la incorporación de residuos de tocones de cultivos en el suelo es inundar y cortar los tocones con una vela tipo canguro o una cultivadora a motor. Este ejercicio debe realizarse al menos 30 días antes del trasplante.

El uso de microorganismos que descomponen la materia orgánica acelera el proceso y compensa la emisión de gas metano de los arrozales en descomposición, evitando el amarillamiento y la muerte de las plantas trasplantadas (Celi, 2020).

#### **2.- Semilla y siembra**

Se recomienda semillas certificadas de calidad, para siembras por trasplante utilizar 60 kg de semilla por hectárea. Para la preparación del semillero, construir tres camas de 25 m de largo x 2 m de ancho, separadas entre sí a 60 cm, utilizando o aplicando 20 Kg por cama.

El trasplante debe realizarse en suelos bien nivelados a distancias de 25 x 25, 20 x 30 o 30 x 30 cm entre surcos y plantas respectivamente, manteniendo una película de agua no superior a 5 cm, con el fin de evitar la emergencia de malezas. En siembras directas con sembradora o al voleo utilizar 100 kg de semilla/ha pregerminada.

#### **3.- Fertilización**

Se debe realizar en base a los resultados de la interpretación del análisis químico de suelos, aplicando Fosforo (P) y Potasio (K) el 100% antes del trasplante, más fertilizaciones nitrogenadas a los 15, 30 y 45 días después de la fertilización de base. Igual recomendación se mantendrá para fertilizaciones de arroz en siembra directa (Celi, 2020).

En deficiencias de microelementos como Zinc (Zn); Boro (B); Calcio (Ca); Magnesio (Mg); Azufre (S); Cloro (Cl); Cobre (Cu); Hierro (Fe); Manganeso (Mn); Molibdeno (Mo); Níquel (Ni), Silicio (Si) y otros, se realizará fertilizaciones foliares a los 35 días después de trasplante.

#### **4.- Manejo de malezas**

Las malas hierbas pueden reducir el rendimiento del arroz hasta en un 40 % en cultivos de regadío y hasta en un 70 % o más en cultivos de secano. El éxito en el manejo de malezas es prevenir la germinación de semillas, tales como: caminadora (voladora), paja de burro, paja de patillo, paja de trigo, piñita, betilla, lechosa, bleado, ciperáceas, entre otras. Se recomienda en arroz bajo riego hacer una buena nivelación de suelos y manejar una película de agua no superior a los 5 cm de alto. En siembras de secano hacer controles oportunos (Celi, 2020).

- **Control en pre-emergencia:** Entre los 6 a 8 días después del trasplante o voleo aplicar 2.5 litros de pendimentalin en mezcla con 2 a 5 litros de benticarbo por hectárea para control de malezas gramíneas y hojas anchas.
- **Control en post-emergencia:** Cuando las malezas presentan entre 2 a 3 hojas a partir de los 20 días posterior al uso de los pre emergentes, se recomienda aplicar pyrazosulfuron en dosis de 350 a 400 gramos, más 200 mL de coadyuvante para ciperáceas o cortaderas (coquito), para especies gramíneas aplicar cyhalofop butil en dosis de 1.3/L/ha. en desmanches, con una semana de intervalo. En áreas con problemas de baja eficiencia de cyhalofop butil, sustituir con profoxidim en dosis de 700 mL/ha.

#### **2.8.2 Arroz INIAP-Impacto**

La nueva variedad proviene del cruce realizado en el año 2011 en la Estación Experimental del Litoral Sur, entre una línea de origen FLAR utilizada como parental femenino y otra línea de origen CIAT utilizada como parental masculino. Entre los años 2012 al 2015 fue evaluada como segregante en la

Estación Experimental del Litoral Sur y a partir del 2016 hasta el 2019 fue evaluada junto a un grupo de líneas, en ensayos de rendimiento, destacándose este cultivar por sus excelentes características agronómicas (Celi & Mosquera, 2020).

### **2.8.2.1 Adaptación y zonificación**

Las evaluaciones realizadas pueden indicar que la nueva variedad es superior a la variedad comercial de alto rendimiento y muestra una amplia adaptabilidad a las zonas rurales de arroz del Guayas, Los Ríos, El Oro y Francisco de Orellana (Celi & Mosquera, 2020).

### **2.8.2.2 Reacción a enfermedades**

Bajo condiciones de campo se observó resistencia o tolerancia de la nueva variedad “INIAP-IMPACTO” al virus de la hoja blanca (Rice hoja blanca virus), pudrición de vaina (*Sarocladium oryzae*), manchado de grano (complejo hongos-bacterias), tizón del tallo (*Rhizoctonia solani* y Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*). En cuanto a *Pyricularia grisea* no se observó presencia de dicha enfermedad en ninguna de las zonas de evaluación (Celi & Mosquera, 2020).

### **2.8.2.3 Manejo del cultivo de Arroz**

#### **1.- Preparación del suelo**

Pasar la rozadora o trituradora para romper el rastrojo y facilitar su incorporación y descomposición al suelo, utilizando el mejor implemento para este fin (arado, rastrillo, romplow u otros). Otra alternativa a la incorporación de residuos de tocones de cultivos en el suelo es inundar y cortar los tocones con una vela tipo canguro o una cultivadora a motor. Este ejercicio debe realizarse al menos 30 días antes del trasplante.

El uso de microorganismos que descomponen la materia orgánica acelera el proceso y compensa la emisión de gas metano de los arrozales en descomposición, evitando el amarillamiento y la muerte de las plantas trasplantadas (Celi & Mosquera, 2020).

## **2.- Semilla y siembra**

Se recomienda semillas certificadas de calidad, para siembras por trasplante utilizar 60 kg de semilla por hectárea. Para la preparación del semillero, construir tres camas de 25 m de largo x 2 m de ancho, separadas entre sí a 60 cm, utilizando o aplicando 20 Kg por cama.

El trasplante debe realizarse en suelos bien nivelados a distancias de 25 x 25, 20 x 30 o 30 x 30 cm entre surcos y plantas respectivamente, manteniendo una película de agua no superior a 5 cm, con el fin de evitar la emergencia de malezas. En siembras directas con sembradora o al voleo utilizar 100 kg de semilla/ha pregerminada.

## **3.- Fertilización**

Se debe realizar en base a los resultados de la interpretación del análisis químico de suelos, aplicando Fosforo (P) y Potasio (K) el 100% antes trasplante, más fertilizaciones nitrogenadas a los 15, 30 y 45 días después de la fertilización de base. Igual recomendación se mantendrá para fertilizaciones de arroz en siembra directa (Celi & Mosquera, 2020).

En deficiencias de microelementos como Zinc (Zn); Boro (B); Calcio (Ca); Magnesio (Mg); Azufre (S); Cloro (Cl); Cobre (Cu); Hierro (Fe); Manganeso (Mn); Molibdeno (Mo); Niquel (Ni), Silicio (Si) y otros, se realizará fertilizaciones foliares a los 35 días después de trasplante.

## **4.- Manejo de malezas**

Las malezas pueden reducir hasta un 40% la producción de arroz bajo riego y más del 70% en siembras de secano. El éxito para el manejo de malezas es impedir que sus semillas germinen, tales como: caminadora (voladora), paja de burro, paja de patillo, paja de trigo, piñita, betilla, lechosa, bledo, ciperáceas, entre otras. Se recomienda en arroz bajo riego hacer una buena nivelación de suelos y manejar una película de agua no superior a los 5 cm de alto. En siembras de secano hacer controles oportunos (Celi & Mosquera, 2020).

- **Control en pre-emergencia:** Entre los 6 a 8 días después del trasplante o voleo aplicar 2.5 litros de pendimetalin en mezcla con 2 a 5 litros de bentiocarbo por hectárea para control de malezas gramíneas y hojas anchas.
- **Control en post-emergencia:** Cuando las malezas presentan entre 2 a 3 hojas a partir de los 20 días posterior al uso de los pre emergentes, se recomienda aplicar pyrazosulfuron en dosis de 350 a 400 gramos, más 200 mL de coadyuvante para ciperáceas o cortaderas (coquito); para especies gramíneas aplicar cyhalofop butil en dosis de 1.3/L/ha. en desmanches, con una semana de intervalo. En áreas con problemas de baja eficiencia de cyhalofop butil, sustituir con profoxidim en dosis de 700 mL/ha.

## **2.9 Características agronómicas de las nuevas variedades**

En la siguiente tabla se presentan las principales características agronómicas y de molinería de las dos nuevas variedades de arroz INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.

**Tabla 1**

Principales características de las variedades INIAP FL Elite e INIAP Impacto.

VARIABLES	VALORES Y/O CALIFICACIÓN	
	INIAP FL ELITE	INIAP IMPACTO
Rendimiento promedio (t ha <sup>-1</sup> ) <u>1/</u>	6,6	6,4
Ciclo vegetativo promedio (días)	130	129
Altura de planta (cm)	111	113
Número de panículas por sitio <u>2/</u>	17	16
Longitud de grano descascarado (mm) <u>3/</u>	7,6	8,0
Ancho de grano (mm)	2,21	1,98
Granos por panícula	135	160
Vaneamiento (%)	7	8
Longitud de panícula (cm)	25,4	27,7
Peso de 1000 granos (g)	30	29
Grano entero al pilar (%)	64	61
Amilosa (%) <u>4/</u>	31,6	26
Hoja Blanca	M. R.	M. R.
<i>Pyricularia grisea</i> (Sacc.)	Tolerante	Tolerante
<i>Sarocladium oryzae</i>	Tolerante	Tolerante
<i>Rhizoctonia solani</i>	Tolerante	Tolerante
<i>Tagosodes oryzicolus</i> (Muir)	Tolerante	Tolerante
Acame de plantas	M. R.	M. R.
Latencia de la semilla en semanas	4	4

1/ Rendimiento de arroz en cáscara al 14 % de humedad2/ Considerando 17 sitios por m<sup>2</sup>3/ Grano extra largo (EL) más de 7,5 mm4/ Efectuado en el CIAT-Colombia

M. R.= Moderadamente resistente

Fuente: Estación Experimental Litoral Sur INIAP (2020).

## **2.10 La dormancia**

La dormancia o también denominada por varios autores como latencia, dormición, letargo, reposo o vida latente. Es una situación en la que las semillas no pueden germinar debido a los mecanismos físicos y fisiológicos internos de las semillas a pesar de las condiciones normales de germinación (Zambrano, 2018).

La dormancia también se entiende como un bloqueo interno de la semilla que se determina no germinar en condiciones consideradas favorables durante un cierto período de tiempo. Un rasgo adaptativo que determina que una semilla germine en un momento o lugar favorable para la supervivencia. Es un rasgo genético cuya expresión cambia dependiendo de las condiciones ambientales que se dan durante la maduración de la semilla de la planta madre.

## **2.11 Dormancia y la semilla**

La dormancia es común en ciertos vegetales y alimentos, algunas frutas y semillas de especies arbóreas y ornamentales que no germinan después de la cosecha, principalmente debido a mecanismos internos de naturaleza física o fisiológica que bloquean la germinación (Mérola & Ruben, 2012).

Estos mecanismos son hereditarios y ocurren durante el ciclo de vida de una especie, durante la maduración de las semillas, por lo que las semillas aún no pueden germinar después de la dispersión. Este período de latencia, establecido durante la etapa de maduración de la semilla, se denomina latencia primaria.

Sin embargo, en algunas especies, ciertas condiciones de estrés o condiciones desfavorables para la germinación impiden la germinación después de la dispersión de las semillas, que se caracteriza por otro tipo de latencia denominada latencia secundaria.

Las semillas latentes son aquellas que no solo sobreviven en condiciones ambientales que suelen favorecer el proceso de germinación, sino que además

no germinan debido a restricciones internas que impiden el desarrollo del embrión.

La germinación ocurre solo cuando se superan esas limitaciones y, según la especie, naturalmente puede llevar días, meses o años. Después de la maduración, la semilla se separa de la planta madre y se convierte en un organismo autónomo. Esto se debe a que su estructura contiene embriones que emergen de plántulas en condiciones ambientales adecuadas.

De esta forma, la dormancia de la semilla es una etapa importante en el ciclo de vida de una planta, caracterizada por una ausencia temporal de la capacidad de germinación que le permite sobrevivir a la adversidad, particularmente a la adversidad que inhibe o impide el crecimiento vegetativo de la planta.

Así, es un fenómeno fundamental para la perpetuación y supervivencia de muchas especies vegetales en los más diversos ecosistemas. La latencia o letargo permite a las angiospermas evitar períodos de sequía o frío que no son adecuados para el crecimiento de las plantas.

También se debe a la latencia, que no germina en los frutos, cuando las semillas de muchas especies se adhieren a las plantas después de la maduración fisiológica y en condiciones ambientales favorables para la germinación (p. ej., aumento de la humedad debido a lluvias excesivas), las semillas que no interfieren con el crecimiento del embrión pueden germinar en la madre.

Cabe señalar que la mayoría de las plantas cultivadas en la actualidad están representadas por cultivares, cultivares e híbridos que han sido mejorados genéticamente mediante un proceso de selección que elimina la latencia. Porque el objetivo de la agricultura moderna es la velocidad y uniformidad de la germinación de semillas y la aparición de plántulas en el campo.

Para una misma especie, este período puede variar según el genotipo, el ambiente en el que se produjo el esperma y otros factores. Además, dado que las semillas de la misma planta tienen latencia diferente, la germinación se produce a intervalos regulares después del período de latencia, lo que aumenta la probabilidad de supervivencia del individuo (Mérola & Ruben, 2012).

La prevención de la germinación de semillas producida por la latencia de esta manera es una estrategia útil al distribuir la germinación a lo largo del tiempo y permitir que la especie "escape" de las condiciones desfavorables para el crecimiento de las plántulas. Las semillas de la mayoría de las especies germinan tan pronto como se dan las condiciones favorables. Sin embargo, si la semilla no germina, se dice que está latente.

Aparentemente la dormancia evolucionó como un mecanismo de supervivencia de las especies a determinadas condiciones climáticas, ya que en las regiones de clima templado el invierno sería una amenaza para la sobrevivencia de las especies. La fase latente requiere un largo período de tiempo para superar un conjunto de semillas, la germinación se dispersa en el tiempo, contribuye a la vida útil de las plantas invasoras, interfiere con la planificación de la siembra y hay problemas para evaluar la calidad de las semillas (Mérola & Ruben, 2012).

## **2.12 Clasificación de dormición en semillas**

Zambrano (2018) señaló que la dormancia constituye un estado en el que la semilla no germina y el embrión no ha sufrido previamente una serie de cambios fisiológicos y químicos.

1. **Dormición:** El crecimiento visible de todas las estructuras, incluidos los meristemas, se detiene temporalmente.
2. **Paradormición:** Daño de germinación dentro de la semilla, pero fuera de la estructura latente (embrión).
3. **Endodormición:** impedimento dentro de la estructura durmiente.

4. **Ecodormición:** limitante para el crecimiento en el medio ambiente en el que se encuentra la semilla (falta de agua, temperatura, oxígeno, luz).

### 2.13 Supresión de la dormancia

Para la supresión de la dormancia existen tratamientos pre germinativos ideales para vencer la latencia de las semillas, los más usados son:

**Estratificación:** consiste en poner las semillas con estratos que conservan la humedad en temperatura fría o cálidas.

**Escarificación:** consiste en romper mecánicamente la cubierta de la semilla para que así ingrese el agua, es ideal para semillas con la tuesta muy gruesa, como las especies forestales.

- **Mecánica:** La escarificación mecánica se basa en rozar la cubierta de la semilla o quebrarlas. En caso de ser grandes cantidades se utiliza una hormigonera con material abrasivo.
- **Química:** La escarificación química consiste en remojar las semillas, en compuestos químicos, el periodo de tratamiento varía dependiendo la especie (Varela & Arana, 2011)

### 2.14 Escarificación química en semillas

El método de escarificación química en semillas, es un método muy eficaz para interrumpir el reposo debido a la cubierta seminal.

Para acelerar el proceso de germinación químicamente, se debe de romper latencia por lo cual es común sumergir las semillas con sustancias, como ácidos fuertes o en disolventes orgánicos como: nitrato de potasio, agua, etileno, giberelinas, kinetina, óxido nítrico, alcohol etílico, acetona, ácido salicílico, peróxido de hidrogeno, glicol de polietileno y vinagre. (Mérola & Díaz, 2012)

### 2.15 Ácido nítrico

En la industria, los ácidos son un componente de fertilizantes y productos agrícolas. Algunos, como el ácido nítrico, se usan por vía tópica. Entre los usos

del ácido nítrico se encuentra la acidificación de los fertilizantes y evitar la obstrucción de tuberías (Redacción De Valladolid, 2019).

Sintetizado por primera vez en 1783 a partir del estudio del nitrato potásico, se comprobó su fórmula química  $\text{HNO}_3$  y su masa molar 63,01 g/mol. Hoy en día, es el segundo elemento más utilizado en la agricultura, después del ácido fosfórico.

Esta sustancia se forma al integrar oxígeno con amoníaco a temperaturas hasta  $900^\circ\text{C}$  en reactores industriales. Al encontrarse concentrado en 100%, el ácido cuenta con las siguientes propiedades, punto de fusión  $-41,6^\circ\text{C}$ , punto de ebullición  $84^\circ\text{C}$  y presión de vapor 62 mmHg.

Conocido como oxidante, se utiliza en la producción de fertilizantes y se utiliza en la industria farmacéutica. Además, es uno de los componentes del combustible aeroespacial.

Especialmente en la producción agrícola, el nitrato forma la base de los productos agrícolas para fortalecer las plantas y eliminar plagas gracias a la acción del potasio, el nitrógeno y el fósforo. También se utiliza para lograr la acidificación de la solución principal de fertilizantes que circulan a pH 5 en los canales de fertilizantes de los cultivos.

Para evitar la obstrucción de las sales que no son solubles en ácido, se recomienda reducir los bicarbonatos a un 0,5 meq/L en la solución madre. Al respecto, los expertos recomiendan agregar 83 ml de ácido nítrico para desplazar 1 meq/L de bicarbonato por cada metro cúbico del agua para el riego. Otro método es una inyección final de  $\text{HNO}_3$  para mantener el tubo empapado. Esta operación se suspenderá durante 48 horas antes de volver a regar.

Esto significa que el pH final del fertilizante junto con el agua en la salida del goteo debe llegar a 6,5 para encontrar una mezcla más saludable para las plantas y el suelo y evitar daños profundos en el cultivo por exceso de ácido.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación de la investigación**

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja” ubicado en el Km. 26 vía Durán-Tambo, Parroquia Virgen de Fátima, Cantón Yaguachi, Provincia del Guayas; cuyas coordenadas geográficas son 2°15' de Latitud Sur y 79°54' de Longitud Occidental. Con una Altitud de 17 m.s.n.m.

#### **3.2 Características climáticas**

En el cantón Yaguachi la temporada de lluvia es opresiva y nublada, la temporada seca es húmeda y parcialmente nublada y es muy caliente durante todo el año. Las temperaturas generalmente oscilan entre 21 °C y 31 °C durante todo el año, y rara vez bajan de los 20 °C o superan los 33 °C. (Spark, s.f.)

#### **3.3 Materiales y equipos**

##### **3.3.1 Material genético**

En esta investigación se utilizaron semillas de arroz Categoría Registrada recién cosechadas de las variedades INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.

##### **3.3.2 Materiales de oficina**

Libro de campo

Regla

Lápiz

Marcador

Cartulinas

Grapadora

##### **3.3.3 Materiales de laboratorio**

Cajas Petri

Papel filtro

Guantes

Jeringa

### **3.3.4 Materiales de campo**

Bandejas plásticas

Semillas ya tratadas con el ácido nítrico

Suelo desinfectado

### **3.3.5 Material químico**

Ácido Nítrico al 65%

### **3.3.6 Otros**

Cámara fotográfica

Fundas de papel

Fundas plásticas

Tarrinas plásticas

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Factores estudiados**

Se estudiaron tres factores:

- Variedades
- Dosis de ácido nítrico
- Periodos de remojo

### **3.4.2 Variedades**

FL Elite(V1)

Impacto (V2)

### **3.4.3 Dosis**

4cc/L de agua/kg de semilla (D1)

6cc/L de agua/kg de semilla (D2)

8cc/L de agua/kg de semilla (D3)

### **3.4.4 Periodo de remojo**

12 horas (P1)

24 horas (P2)

36 horas (P3)

### **3.4.5 Variable dependiente e independiente**

Variable independiente: Dosificación de ácido y periodo de remojo

Variable dependiente: respuesta de semillas

### **3.4.6 Tratamientos estudiados**

En la Tabla 2, se observa detalladamente los tratamientos estudiados, de las cuales la combinación de tres dosis con tres periodos de remojo de las semillas da una suma de 9 combinaciones de tratamientos por variedad. En la Tabla 2 se muestran los tratamientos estudiados de las variedades comerciales INIAP FL Elite e INIAP Impacto.

**Tabla 2**

Tratamientos estudiados de las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP

IMPACTO

No.	Variedad	Dosis (cc x L)	Periodo de Remojo (horas)	Combinación
1	FL Elite	4	12	V1D1P1
2	FL Elite	4	24	V1D1P2
3	FL Elite	4	36	V1D1P3
4	FL Elite	6	12	V1D2P1
5	FL Elite	6	24	V1D2P2
6	FL Elite	6	36	V1D2P3
7	FL Elite	8	12	V1D3P1
8	FL Elite	8	24	V1D3P2
9	FL Elite	8	36	V1D3P3
10	Impacto	4	12	V2D1P1
11	Impacto	4	24	V2D1P2
12	Impacto	4	36	V2D1P3
13	Impacto	6	12	V2D2P1
14	Impacto	6	24	V2D2P2
15	Impacto	6	36	V2D2P3
16	Impacto	8	12	V2D3P1
17	Impacto	8	24	V2D3P2
18	Impacto	8	36	V2D3P3

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.7 Diseño experimental y análisis de varianza

Para el presente trabajo experimental se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo grupal considerando cuatro repeticiones mientras que, para la comparación de medias entre tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. El esquema de análisis de

varianza (ADEVA) se muestra en la Tabla 3. Para el análisis estadístico se trabajó con el programa informativo GENES.

**Tabla 3**

Esquema de análisis de varianza (ADEVA)

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Bloques	3
Tratamientos	17
Grupo A (Variedad 1)	8
Grupo B (Variedad 2)	8
Entre Variedad	1
Error	51
<b>Total</b>	<b>71</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5 Manejo del experimento**

#### **3.5.1 Cosecha**

La cosecha se efectuó de forma manual con la ayuda de un tanque.

#### **3.5.2 Distribución de las semillas**

Se utilizaron 0.9 kg de semillas recién cosechadas por cada variedad, 300 gramos por cada dosis de ácido nítrico, distribuyendo 100 gramos de semillas por cada periodo (12h, 24h y 36h).

#### **3.5.3 Preparación de la solución**

Para la preparación de la solución usamos EMSURE® (ácido nítrico al 65%). En seis recipientes plásticos con 1 Litro de agua cada uno, colocamos la dosificación de ácido correspondiente por grupo. En la tabla 4 se muestra más detallado.

**Tabla 4**

Aplicación de ácido nítrico

<b>Solución</b>	<b>Variedad</b>
1 L de agua x 4 cc de ácido nítrico	Variedad INIAP FL ELITE(V1)
1 L de agua x 6 cc de ácido nítrico	
1 L de agua x 8 cc de ácido nítrico	
1 L de agua x 4 cc de ácido nítrico	Variedad INIAP IMPACTO (V2)
1 L de agua x 6 cc de ácido nítrico	
1 L de agua x 8 cc de ácido nítrico	

Fuente: Elaboración propia.

**3.5.4 Aplicación de ácido nítrico**

Una vez preparada la solución colocamos las semillas en fundas plásticas debidamente distribuidas para la aplicación de la solución ya elaborada, se le aplicó la solución en diferentes horarios esto con la finalidad de que todas terminen el periodo en el mismo instante. En la Tabla 5 se explica el tiempo exacto en el que las semillas fueron tratadas.

**Tabla 5**

Periodo de remojo con ácido nítrico

<b>Variedades</b>	<b>Fecha</b>	<b>Horas</b>	<b>Periodos de remojo</b>
Variedad 1 y 2	10/06/2022	8:30 pm	36 horas (P3)
	11/06/2022	8:30 am	24 horas (P2)
	11/06/ 2022	8:30 pm	12 horas (P1)
	12/06/2022	8:30 am	Lavar todas

Fuente: Elaboración propia.

Una vez transcurrido cada periodo se realizó un lavado de las semillas e inmediatamente se procedió a ponerlas al sol para que sequen por 24 horas.

### **3.5.5 Germinación de semillas**

Trascurrido 24 horas de secado de las semillas se puso a germinar en cajas Petri, 400 semillas por tratamiento, es decir 100 semillas por repetición, con papel filtro humedecido. Esta labor se realizó semanalmente.

### **3.5.6 Siembra**

Con suelo previamente desinfectado se procedió a llenar cada una de las tarrinas plásticas. Por cada tratamiento se utilizaron cuatro repeticiones, se sembraron 10 semillas por macetero. Colocándoles una tarjeta identificadora.

### **3.5.7 Riego**

Las tarrinas plásticas se mantuvieron inundadas desde que las plántulas así lo permitían.

## **3.6 Variables evaluadas**

### **3.6.1 Evaluación de germinación**

Cada siete días se procedió a evaluar el porcentaje de germinación, haciendo la contabilización del número de semillas con buena germinación y semillas que no germinaron de cada uno de los tratamientos

### **3.6.2 Altura de planta**

Se efectuó al momento de haber transcurrido 15 días después del trasplante con la ayuda de una regla plástica y se expresó en centímetros, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente, se tomaron cuatro plantas al azar por macetero para posteriormente sacar el promedio.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Porcentaje de germinación

Los resultados de esta variable se tomaron después de siete días de ponerlas a germinar.

#### 4.1.1 Primera semana

El análisis de varianza realizado a la variable porcentaje de germinación en la primera semana de estudio de la variedad INIAP FL ELITE, manifestó diferencias significativas entre tratamientos, la media fue de 78,67% y un coeficiente de variación de 19,2%. El tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h) obtuvo el promedio más alto 96,50%. El tratamiento estadísticamente más bajo fue el tratamiento ocho, con la combinación V1D3P2 (Elite+8cc+24h) con 49,25%.

El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media del tratamiento fue de 88,25% con un coeficiente de variación de 12,19%. Sin embargo, el tratamiento 11 con la combinación V2D1P2 (Impacto+4cc+24h) sobresalió con 96,25%, luego los tratamientos 12 y 13 ambos con 94,25%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 83,46% de germinación (Cuadro 1).

#### 4.1.2 Segunda semana

Mediante el análisis de varianza realizados en la segunda semana de estudio de la variedad INIAP FL ELITE se encontró diferencia significativa entre tratamientos, la media obtuvo un promedio de 74,33% y un coeficiente de variación de 16,09%. El tratamiento dos, con la combinación V1D1P2 (Elite+4cc+24h) destacó con 98,50%, mientras que el tratamiento ocho, con la combinación V1D3P2 (Elite+8cc+24h) mostró el menor promedio en porcentajes de germinación con 22%.

El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 86,69% con un coeficiente de variación 14,38%. El tratamiento 11, con combinación V2D1P2 (Impacto+4cc+24h) destacó mucho más con 95,25% de germinación.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 80,51% de germinación (Cuadro 2).

#### **4.1.3 Tercera semana**

Tras el análisis de varianza realizados a la variable porcentaje de germinación en la tercera semana de estudio de la variedad INIAP FL ELITE mostró diferencias significativas, la media fue de 68,69% y un coeficiente de variación de 20,25%. El tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h) obtuvo el mayor con 95,25%, mientras que el tratamiento de menor porcentaje fue el tratamiento ocho, con la combinación V1D3P2 (Elite+8cc+24h) promediando con 17,50%, señalando que es el tratamiento más tardío en germinar.

El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 84,11% con un coeficiente de variación 16,02%. Aunque no hubo significancia estadística el tratamiento 11 con combinación V2D1P2 (Impacto+4cc+24h) resaltó entre los demás con 94,75%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 76,40% de germinación (Cuadro 3).

#### **4.1.4 Cuarta semana**

El análisis estadístico determinó alta significancia para los tratamientos en la cuarta semana de estudio en la variedad INIAP FL ELITE, la media fue de 63,75% y un coeficiente de variación de 14,08%. Siendo de mayor porcentaje de germinación el tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h)

con 93% y el de menor promedio fue el tratamiento ocho con la combinación V1D3P2 (Elite+8cc+24) con 17%, demostrando que es el tratamiento más tardío en germinar.

A través del análisis de varianza estadística se encontró significancia estadística entre tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media fue de 78,11% y un coeficiente de variación de 16,67%. En donde el tratamiento 16 y 11 con 90 y 87,75% destacan con mejor promedio, por otro lado, el tratamiento 10 con la combinación V2D1P1 (Impacto+ 4cc+ 12h) fue el de menor promedio con 55,50%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 70,93% de germinación (Cuadro 4).

#### **4.1.5 Quinta semana**

Los resultados de el análisis de varianza estadística determino alta significancia para los tratamientos en la quinta semana de estudio de la variedad INIAP FL ELITE, la media fue de 67,11% y un coeficiente de variación de 20.58%. El tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h) con mayor porcentaje de germinación del 92% y el de menor promedio fue el tratamiento uno, con la combinación V1D1P1(Elite+4cc+12h) con 22,50%, señalando que es el tratamiento más tardío en germinar

El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 77,83% con un coeficiente de variación 18,51%. No obstante, los tratamientos 11 y 16 resaltaron de los demás, ambos con 89,25%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 72,47% de germinación (Cuadro 5).

#### **4.1.6 Sexta semana**

En el análisis de varianza estadística determino significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP FL ELITE, la media fue de 62,58% y un coeficiente de variación de 21.05%. El tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h) fue el mayor estadísticamente con 91.25% y el de menor promedio fue el tratamiento uno, con combinación V1D1P1 (Elite+4cc+12h) con 21.50%, señalando que es el tratamiento más tardío en germinar.

El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 77,69% con un coeficiente de variación 22,3%. Aunque el tratamiento 16 con combinación V2D3P1 (Impacto+8cc+12h) prevaleció entre los demás con 88,75%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 70,13% de germinación (Cuadro 6).

#### **4.1.7 Séptima semana**

En el análisis de varianza estadística determino significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP FL ELITE, la media fue de 62,53% y un coeficiente de variación de 21,71%. Siendo el mayor porcentaje de germinación el tratamiento cinco, con la combinación V1D2P2 (Elite+ 6cc+ 24h) con 91,25% y el de menor promedio fue el tratamiento ocho, con la combinación V1D3P2 (Elite+8cc+24) con 18,25%, señalando que es el tratamiento más tardío en germinar.

Mediante el análisis de la varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 76,22% con un coeficiente de variación 16,53%. Pero el tratamiento 11 con la combinación V2D1P2 (Impacto+4cc+24h) superó al resto con 85,50%.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 69,37% de germinación (Cuadro 7).

## **4.2 Altura de planta**

Los datos de esta variable se tomaron 15 días después de la siembra semanal correspondiente.

### **4.2.1 Primera semana**

Los resultados de los análisis de varianza de la variable altura de planta correspondiente a la variedad INIAP FL ELITE, no reportó significancia estadística, la media fue de 35,02 centímetros con un coeficiente de variación 5,9%. Los tratamientos cinco, siete y nueve destacaron con 36 centímetros de altura.

Mediante el análisis de la varianza no se reportó significancia estadística para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 36,43 centímetros con un coeficiente de variación de 6.26%. Pero el tratamiento 14 con la combinación V2D2P2 (Impacto + 6cc+ 24h) fue superior estadísticamente al resto con 38,63 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 35,72 centímetros de altura de planta (Cuadro 1).

### **4.2.2 Segunda semana**

El análisis de varianza de la variable altura de planta de la variedad INIAP FL ELITE presento diferencias estadísticas, la media de tratamientos fue de 35,97 centímetros y un coeficiente de variación de 4,57%. Donde el mejor tratamiento fue el cinco, con combinación V1D2P2 (FL Elite+6cc+24h) con 39,13 centímetros, mientras que el tratamiento ocho, con combinación V1D3P2 (FL Elite+8cc+24h) demostró ser el tratamiento más tardío con 30,94 centímetros de altura.

Para la variedad INIAP IMPACTO el análisis de varianza mostro significancia entre tratamientos, la media entre tratamientos fue de 40,95

centímetros y un coeficiente de variación de 7,11%. Donde el tratamiento 14 con la combinación V2D2P2 (Impacto+6cc+24h) mostró mayor comportamiento con una altura de planta de 48,69 centímetros, por otro lado, el tratamiento 10 con combinación V2D1P1 (Impacto+4cc+12h) demostró ser el tratamiento de menor altura con 35,44 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 38,46 centímetros de altura de planta (Cuadro 2).

#### **4.2.3 Tercera semana**

El análisis de varianza de la variable altura de planta 15 días después de la siembra variedad INIAP FL ELITE mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, la media fue 35,58 centímetros y un coeficiente de variación de 7,55%. donde el tratamiento uno, con combinación V1D1P1 (FL Elite+6cc+12h), sobresalió entre el resto con 42,63 centímetros. Además, el tratamiento de menor altura fue el ocho, con combinación V1D3P2 (FL Elite+8cc+24h) con 28 centímetros.

Por otro lado, los resultados del análisis de varianza de la variedad INIAP IMPACTO no mostraron diferencias significativas, la media fue de 37,11 centímetros y un coeficiente de variación de 5,11%. El tratamiento de mayor altura fue el 16 con combinación de V2D3P1 (Impacto+8cc+12h) con 38,75 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 36,34 centímetros de altura de planta (Cuadro 3).

#### **4.2.4 Cuarta semana**

El análisis de varianza de la variable altura de planta 15 días después de la siembra variedad INIAP FL ELITE mostró diferencias significativas, la media fue de 39,67 centímetros y un coeficiente de variación de 7,44%. Donde el tratamiento tres, con combinación V1D1P3 (FL Elite+4cc+36h) sobresalió al resto con 42,31 centímetros de altura. Y el tratamiento ocho, con combinación V1D3P2 (FL Elite+8cc+24h) fue el de menor altura con 33,94 centímetros.

Los resultados del análisis de varianza de la variedad INIAP IMPACTO no mostro diferencias significativas, la media fue de 39,81 centímetros y un coeficiente de variación de 6,42%. El tratamiento de mayor altura fue el 15 con combinación V2D2P3 (Impacto+6cc+36h) con 42,38 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 39,74 centímetros de altura de planta (Cuadro 4).

#### **4.2.5 Quinta semana**

El análisis de varianza de la variable altura de planta 15 días después de la siembra variedad INIAP FL ELITE determino diferencias significativas entre tratamientos, la media fue de 34,56 centímetros y un coeficiente de variación de 4,65%. El tratamiento dos, con combinación V1D1P2 resaltó del resto con 37,88 centímetros de altura, mientras el de menor tamaño fue el tratamiento ocho, con combinación de V1D3P2 con 28,94 centímetros.

Para la variedad INIAP IMPACTO el análisis de varianza determino diferencias altamente significativas entre tratamientos, la media fue 35,44 centímetros y un coeficiente de variación de 3,88%. El tratamiento 15 con la combinación V2D2P3 (Impacto+6cc+36h) fue el de mayor tamaño con 37,56 centímetros. Mientras que el menor fue el tratamiento 18 con combinación V2D3P3 (Impacto+8cc+36h) con 32,94 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue de 35 centímetros de altura de planta (Cuadro 5).

#### **4.2.6 Sexta semana**

Los resultados de los análisis de varianza de la variable altura de planta 15 días después de la siembra de la variedad INIAP FL ELITE, no se encontró diferencias significativas, la media fue de 31,45 centímetros y con un coeficiente de variación de 7,87%. El tratamiento con mayor altura estadísticamente fue el tratamiento dos, con combinación V1D1P2 (FL Elite+4cc+24h) con una altura de 32,62 centímetros.

Los resultados del análisis de varianza de la variedad INIAP IMPACTO no mostro diferencias significativas, la media fue de 32,25 centímetros y un coeficiente de variación de 7,57%. El tratamiento de mayor altura fue el 17 con combinación V2D3P2 (Impacto+8cc+24h) con 34,56 centímetros de altura de planta.

La media general que se obtuvo entre grupos fue 31,85 centímetros de altura de planta (Cuadro 6).

#### **4.2.7 Séptima semana**

Los resultados de los análisis de varianza de la variable altura de planta variedad INIAP FL ELITE, reportó diferencias significativas, la media fue de 25,90 centímetros y con un coeficiente de variación de 9%. Los tratamientos cinco y seis destacaron con 27,81 centímetros, pero el tratamiento ocho, con la combinación V1D3P2 (FL Elite+8cc+24h) resulto ser el de menor promedio con 19,88 centímetros de altura.

Mediante el análisis de la varianza se reportó diferencia significativa para los tratamientos de la variedad INIAP IMPACTO, la media de tratamientos fue de 26,25 centímetros y con un coeficiente de variación de 8,15%. El tratamiento 15 con la combinación V2D2P3 (Impacto + 6cc+ 36h) fue superior estadísticamente al resto con 29,50 centímetros, mientras que el tratamiento 17 fue inferior a los demás con 24,31 centímetros.

La media general que se obtuvo entre grupos fue 26,07 centímetros de altura de planta (Cuadro 7).

### **4.3 Discusión general**

Los resultados obtenidos en este experimento, donde se aplicó ácido nítrico al 65% de concentración, con tres dosis 4, 6 y 8 centímetros cúbicos en litro de agua por kilogramos de semilla, con tres periodos distintos de remojo 12, 24 y 36 horas, demostraron gran eficacia en cuanto a la aceleración del proceso de germinación de la semilla de arroz recién cosechadas, en donde se observó una respuesta positiva con un alto aumento de germinación (83%), desde la primera semana de aplicación. Lo que coincide con el estudio (Método, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras) realizado por Mérola y Díaz (2012), donde indican que, al utilizar tratamientos químicos con periodos de remojo recomendados a semillas, el porcentaje de germinación se elevará de inmediato.

**Cuadro 1.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la primera semana del ensayo.

**INIAP FL ELITE**

No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	60,75 abc <sup>3/</sup>	32,69 ns
2	D1	P2	88,25 ab	35,94
3	D1	P3	81,75 abc	34,63
4	D2	P1	58,25 bc	35,19
5	D2	P2	96,50 a	36,94
6	D2	P3	89,25 ab	33,38
7	D3	P1	90,50 ab	36,13
8	D3	P2	49,25 c	33,50
9	D3	P3	93,50 ab	36,81
Media			78,67 B	35,02 B
C.V(%)			19,2	5,9

**INIAP IMPACTO**

No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	75,50 Ns	37,06 ns
11	D1	P2	96,25	35,94
12	D1	P3	94,25	35,63
13	D2	P1	94,25	36,69
14	D2	P2	92,50	38,63
15	D2	P3	88,75	34,88
16	D3	P1	93,75	36,56
17	D3	P2	82,25	36,00
18	D3	P3	76,75	36,56
Media			88,25 A	36,43 A
C.V(%)			12,19	6,26
Media General			83,46	35,72

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3/</sup> Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 2.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la segunda semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	38,75 bc	36,38 a
2	D1	P2	98,50 a	35,38 a
3	D1	P3	92,00 a	36,56 a
4	D2	P1	53,00 b	36,38 a
5	D2	P2	94,00 a	39,13 a
6	D2	P3	91,00 a	35,50 a
7	D3	P1	86,00 a	37,38 a
8	D3	P2	22,00 c	30,94 b
9	D3	P3	93,75 a	36,13 a
Media			74,33 B	35,97 B
C.V.(%)			16,09	4,57
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	70,00 ns	35,44 c
11	D1	P2	95,25	36,00 c
12	D1	P3	93,00	38,06 bc
13	D2	P1	92,00	43,38 ab
14	D2	P2	91,00	48,69 a
15	D2	P3	88,00	40,31 bc
16	D3	P1	93,50	44,81 ab
17	D3	P2	82,00	41,38 bc
18	D3	P3	75,50	40,50 bc
Media			86,69 A <sup>3/</sup>	40,95 A
C.V. (%)			14,38	7,11
Media General			80,51	38,46

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3/</sup> Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la tercera semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	31,75 bc <sup>3/</sup>	42,63 a
2	D1	P2	90,75 a	35,50 b
3	D1	P3	90,00 a	33,63 bc
4	D2	P1	46,25 bc	39,50 ab
5	D2	P2	95,25 a	35,00 b
6	D2	P3	90,00 a	36,25 ab
7	D3	P1	63,75 ab	36,44 ab
8	D3	P2	17,50 c	28,00 c
9	D3	P3	93,00 a	33,31 bc
Media			68,69 B	35,58 B
C.V(%)			20,25	7,55
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	67,25 Ns	37,69 ns
11	D1	P2	94,75	36,31
12	D1	P3	92,25	36,13
13	D2	P1	85,50	37,81
14	D2	P2	90,50	36,38
15	D2	P3	86,50	36,81
16	D3	P1	90,00	38,75
17	D3	P2	79,25	37,25
18	D3	P3	71,00	36,88
Media			84,11 A	37,11 A
C.V(%)			16,02	5,11
Media General			76,4	36,34

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3/</sup>Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 4.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la cuarta semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	25,00 c <sup>3/</sup>	40,00 ab
2	D1	P2	87,00 a	40,13 ab
3	D1	P3	79,25 ab	42,31 a
4	D2	P1	30,00 c	39,81 ab
5	D2	P2	93,00 a	39,25 ab
6	D2	P3	89,75 a	41,06 a
7	D3	P1	63,25 b	40,81 ab
8	D3	P2	17,00 c	33,94 b
9	D3	P3	89,50 a	39,75 ab
Media			63,75 B	39,67 A
C.V(%)			14,08	7,44
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	55,50 b	39,75 ns
11	D1	P2	87,75 a	41,25
12	D1	P3	85,00 ab	39,38
13	D2	P1	82,00 ab	39,94
14	D2	P2	86,25 ab	38,88
15	D2	P3	76,25 ab	42,38
16	D3	P1	90,00 a	38,63
17	D3	P2	78,75 ab	40,50
18	D3	P3	61,50 ab	37,56
Media			78,11 A	39,81 A
C.V(%)			16,67	6,42
Media General			70,93	39,74

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3/</sup> Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la quinta semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	22,50 b <sup>3/</sup>	34,19 a
2	D1	P2	86,75 a	37,88 a
3	D1	P3	78,25 a	35,56 a
4	D2	P1	36,50 b	35,00 a
5	D2	P2	92,00 a	34,19 a
6	D2	P3	89,25 a	35,13 a
7	D3	P1	74,00 a	35,63 a
8	D3	P2	37,25 b	28,94 b
9	D3	P3	87,50 a	34,50 a
Media			67,11 B	34,56 B
C.V(%)			20,58	4,65
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	59,00 ns	34,00 bc
11	D1	P2	89,25	35,69 abc
12	D1	P3	84,50	35,88 abc
13	D2	P1	81,00	35,56 abc
14	D2	P2	85,50	36,31 ab
15	D2	P3	74,75	37,56 a
16	D3	P1	89,25	35,06 abc
17	D3	P2	75,75	35,94 abc
18	D3	P3	61,50	32,94 c
Media			77,83 A	35,44 A
C.V(%)			18,51	3,88
Media General			72,47	35,00

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3/</sup> Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la sexta semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	21,50 d <sup>3/</sup>	30,75 ns
2	D1	P2	85,75 ab	32,63
3	D1	P3	77,00 ab	32,13
4	D2	P1	25,25 cd	31,75
5	D2	P2	91,25 a	31,38
6	D2	P3	88,50 a	31,13
7	D3	P1	54,75 bc	30,75
8	D3	P2	33,50 cd	31,38
9	D3	P3	85,75 ab	31,25
Media			62,58 B	31,45 A
C.V(%)			21,05	7,87
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	52,00 Ns	31,31 ns
11	D1	P2	86,75	31,88
12	D1	P3	84,25	32,75
13	D2	P1	80,00	31,88
14	D2	P2	85,00	32,13
15	D2	P3	74,50	33,50
16	D3	P1	88,75	31,44
17	D3	P2	75,00	34,56
18	D3	P3	73,00	30,81
Media			77,69 A	32,25 A
C.V(%)			22,3	7,57
Media General			70,13	31,85

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3</sup>Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 7.** Datos promedios de porcentaje de germinación y altura de planta de la sexta semana del ensayo.

<b>INIAP FL ELITE</b>				
No.	Dosis <sup>1</sup>	Periodo <sup>2</sup>	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
1	D1	P1	21,50 b <sup>3/</sup>	25,44 ab
2	D1	P2	83,50 a	27,19 a
3	D1	P3	79,50 a	26,38 a
4	D2	P1	26,00 b	24,69 ab
5	D2	P2	91,25 a	27,81 a
6	D2	P3	89,00 a	27,81 a
7	D3	P1	68,00 a	27,00 a
8	D3	P2	18,25 b	19,88 b
9	D3	P3	85,75 a	27,00 a
Media			62,53 B	25,90 A
C.V(%)			21,71	9,00
<b>INIAP IMPACTO</b>				
No.	Dosis	Periodo	Porcentaje de Germinación (%)	Altura (cm)
10	D1	P1	69,50 Ns	25,75 ab
11	D1	P2	85,50	25,06 ab
12	D1	P3	83,00	26,50 ab
13	D2	P1	76,00	26,88 ab
14	D2	P2	79,75	27,00 ab
15	D2	P3	74,25	29,50 a
16	D3	P1	78,75	26,25 ab
17	D3	P2	72,75	24,31 b
18	D3	P3	66,50	25,00 ab
Media			76,22 A	26,25 A
C.V(%)			16,53	8,15
Media General			69,37	26,07

<sup>1</sup>Dosis HNO<sub>3</sub>= D1: 4cc; D2: 6cc; D3: 8cc

<sup>2</sup>Periodo de remojo = P1 :12h; P2: 24h; P3: 36h

<sup>3</sup>Promedios con letras distintas difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha$  0,05)

Fuente: Elaboración propia.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Una vez culminado el trabajo se concluye:

El ácido nítrico al 65% se comportó de manera eficiente en la ruptura de dormancia en las variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO.

Las dos dosis más eficientes para ambas variedades comerciales fueron 4 centímetros cúbicos de  $\text{NHO}_3$ /litro de agua por kilogramo de semilla y 6 centímetros cúbicos de  $\text{NHO}_3$ /litro de agua por kilogramo de semilla.

Los periodos de remojo óptimos para las dos variedades comerciales INIAP FL ELITE e INIAP IMPACTO fueron entre 12 y 24 horas.

Durante las siete semanas del experimento, se mantuvo la viabilidad de la semilla, ya que durante ese periodo de tiempo el porcentaje de las semillas se encontraban sobre el 85% de germinación, siendo este su porcentaje mínimo recomendado.

### **5.2 Recomendaciones**

Realizar experimentos similares con más números de semanas para así poder determinar con mayor exactitud en qué momento la semilla pierde viabilidad

Efectuar estudios semejantes con otras variedades comerciales de semilla de arroz con la finalidad de corroborar el efecto obtenido por la aplicación de ácido nítrico al 65%.

Validar las mejores dosis y periodo de remojo obtenidas en este experimento en cultivos de producción de estas variedades comerciales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta, E. (2019). Caracterización de productores arroceros en la zona de Daule, provincia del Guayas. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Recuperado el 2022, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6086/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000141.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alarcón, A. (2016). RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) A LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE EVERGREEN Y BIOSIL, EN CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE. *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1639/1/T-UTEQ-0027.pdf>

Celi, R. (2020). INIAP FL - ÉLITE Nueva variedad de arroz de alto rendimiento, calidad de grano largo y cristalino, para consumo en la sierra ecuatoriana. *Repositorio Digital INIAP*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5764>

Celi, R., & Mosquera, E. (2020). INIAP - IMPACTO Nueva variedad de arroz de alto rendimiento, calidad de grano cristalino para consumo de la costa ecuatoriana. *Repositorio Digital INIAP*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5763>

Delgado, D., & Zorrilla, C. (2017). Evaluación Del Simbionte Azolla Caroliniana-Anabaena Azollae Sobre La Agroproductividad Del Cultivo De Arroz Y Las Propiedades Químicas Del Suelo. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/534/1/TA62.pdf>

El Universo. (2020). Iniap lanzó Élite e Impacto, dos nuevas variedades de arroz resistentes a plagas y enfermedades. *El Universo*. Recuperado el 2022, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/11/23/nota/8059018/nuevas-variedades-arroz-iniap-creditods-banecuador/>

FAO. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Semillas: <https://www.fao.org/seeds/es/>

García, A. (2021). Respuesta de seis líneas F6 de arroz (*Oryza sp.*), ante los patógenos frecuentes del tallo y del grano, en la zona de Yaguachi, provincia del Guayas, Ecuador. *Universidad Técnica de Babahoyo*. Recuperado el 2022, de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10071>

Guerrero, J. (2019). Manejo integrado de la enfermedad (*Pyricularia oryzae*) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Recuperado el 2022, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6015/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hungría, A., & Alvarado, R. (2018). Propuesta para la Agregación de Valor Industrial a la Producción de Arroz del cantón Daule. *Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 2022, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28594>

INEC. (2021). Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)

Lanzas, K., & Reñazco, A. (2016). Análisis de la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en Nicaragua 2004-2014. *UNIVERSIDAD NACIONAL*

AGRARIA. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.una.edu.ni/3438/1/tne70l297.pdf>

Merello, P. (2019). Manejo integrado del carbón común (*Ustilaginoidea virens*) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. Recuperado el 2022, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6151/E-UTB-FACIAG.ING%20AGRON-000151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mérola, R. (2012). Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. UNIVERSIDAD DE LA EMPRESA. Recuperado el 2022, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12563/1/Pasantia-Post-grado-Merola-Saulo-Diaz-2012.pdf>

Mérola, R., & Díaz, S. (2012). *Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12563/1/Pasantia-Post-grado-Merola-Saulo-Diaz-2012.pdf>

Pérez, G., & Peñuelas, O. (2021). EL ESTRÉS SALINO EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L). PAPEL DE LOS OLIGOGALACTURÓNIDOS COMO PROTECTORES DE LAS PLANTAS. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Recuperado el 2022, de <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-3/1a.pdf>

Quinaloa, J. (2016). EVALUACIÓN DE LA PATOGENICIDAD DE *Burkholderia glumae* y *Burkholderia gladioli*, EN SEMILLA, PLÁNTULA Y PLANTA DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa*). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Recuperado el 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9270/1/T-UCE-0004-71.pdf>

Redacción De Valladolid. (2019). Uso del ácido nítrico en los cultivos, beneficios y advertencias de seguridad. *Diario de Valladolid*. Recuperado el 2022, de <https://diariodevalladolid.elmundo.es/articulo/gente/uso-acido-nitrico-cultivos-beneficios-advertencias-seguridad/20190920133706292479.html>

Ruiz, L. (2015). DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA RECUPERACIÓN DE VAPORES AMONIACALES DE UNA CORRIENTE GASEOSA PROCEDENTE DE UNA FÁBRICA DE FERTILIZANTES QUÍMICOS. *Universitat Politècnica de Valencia*. Recuperado el 2022, de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53464/TFG%20completo\\_14362604535325955917511576428074.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53464/TFG%20completo_14362604535325955917511576428074.pdf?sequence=3)

Salgado, D. (2015). Desarrollo De Estrategias De Branding Para La Marca “Arroz Súper Extra” Aplicado A La Ciudad De Quito. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*. Recuperado el 2022, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9269/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20DE%20GRADO.pdf;sequence=1>

Spark, W. (s.f.). *Weather Spark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/19341/Clima-promedio-en-Yaguachi-Nuevo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Statista. (s.f.). *Ranking de los principales productores mundiales de arroz con cáscara en 2019*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/598933/principales-productores-de-arroz-con-cascara-en-el-mundo/>

Valdés, E. C., & Cepero, M. C. (2016). *Instuto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba*. Obtenido de EVALUACIÓN DE NUEVOS CULTIVARES DE ARROZ EN CONDICIONES DE BAJOS SUMINISTROS DE AGUA Y

FERTILIZANTE EN LA PROVINCIA PINAR DEL RIO:  
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193246554015.pdf>

Varela, S., & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre germinativos*. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_latencia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf)

Zambrano, A. (2018). Superación De La Latencia En Semilla De Kudzu (Pueraria Phaseoloides). *Universidad Nacional Agraria*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3565/zambrano-marcos-abel-jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**



**Figura 1A**

*Obtención y preparación del material a estudiarse. (a) Autora cosechando material genético manualmente, (b) Semillas cosechadas, (c) Limpieza de impurezas, (d) secado de semillas*



**Figura 2A**

*Germinación de semillas. Autora colocando semillas en cajas Petri.*



**Figura 3A**

*Evaluación de germinación. Autora evaluando el porcentaje de germinación*



**Figura 4A**

*Siembra. Autora sembrando.*



**Figura 5A**

*Toma de altura de planta.*