



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**REACCIÓN DE 44 LÍNEAS F5 DE ARROZ (*Oryza sp*), A  
LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN LA ZONA DE  
MANGLARALTO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor:** Ruth Jennifer Sánchez Saavedra.

**La Libertad, 2020**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**REACCIÓN DE 44 LÍNEAS F5 DE ARROZ (*Oryza sp*), A  
LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN LA ZONA DE  
MANGLARALTO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor:** Ruth Jennifer Sánchez Saavedra

**Tutor:** Ing. Mercedes Arzube Mayorga P. MSc.

**La Libertad, 2020**

## TRIBUNAL DE GRADO



---

Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.  
**DECANO (E) DE LA FACULTAD  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



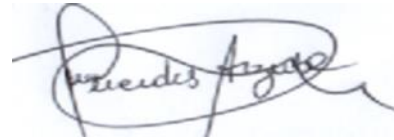
---

Ing. Ángel León Mejía, M.Sc.  
**DIRECTOR (E) DE CARRERA  
AGROPECUARIA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



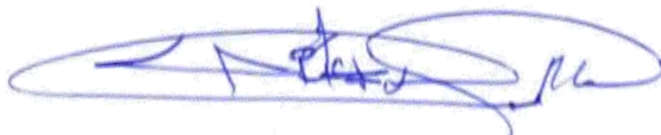
---

Ing. Néstor Orrala Borbor Ph.D.  
**PROFESOR DEL ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Mercedes Arzube Mayorga,  
M.Sc.  
**PROFESOR TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.  
**SECRETARIO GENERAL (E)**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento, permitiéndome seguir adelante, a pesar de los obstáculos que surgieron en el camino, y darme salud y fortaleza para lograr mis objetivos.

A mi madre por apoyarme siempre y estar presente en los buenos y malos momentos de mi vida, todo lo que soy se lo debo a ella. A mi padre por sus consejos y valores los que hicieron de mí una persona responsable y honesta, por impulsarme a seguir adelante durante mi formación profesional.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, quienes me abrieron las puertas para formarme como profesional en la carrera Ingeniería Agropecuaria, ofreciéndome las oportunidades necesarias.

Con el cariño y respeto que se merece, a mi tutora Ing. Mercedes Arzube Mayorga, M. sc., por haberme brindado su ayuda, pues con su experiencia, paciencia, enseñanza, sabiduría y colaboración supo guiarme en la elaboración del presente proyecto.

Agradezco también al Ing. Ángel León M.Sc. por su enseñanza, asesoría, paciencia y todo el tiempo que me dedicó a realizar esta investigación, al Ing. Néstor Alberto Orrala Borbor, PhD. por haberme capacitado con sus experiencias y enseñanzas en la elaboración de los resultados del trabajo de titulación.

A mis amigas María Fernanda Silvestre Franco, Roxana Zambrano Bravo, Andreina De la Rosa B. Carolina Campos Cuenca, Dayana Campozano O. Por apoyarme, en todas las etapas de la investigación y de mi vida universitaria, también agradezco a todos mis compañeros de la facultad por ayudarme en las parte de campo y de laboratorio de la investigación.

Ruth Jennifer Sánchez Saavedra

## **DEDICATORIA**

A mis Padres por su amor, trabajo, dedicación y sacrificio. Con todo mi amor le dedico todo mi esfuerzo puesto para la realización de esta tesis, a mis hermanos por su confianza, apoyo y cariño incondicional, a todas las personas quienes de alguna u otra manera me brindaron sus conocimientos y consejos.

Ruth Jennifer Sánchez Saavedra

## RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa*) depende en gran parte de los factores climáticos, ya que influyen en el crecimiento y desarrollo fisiológico. La parroquia Manglaralto posee características climáticas típicas de zonas subtropicales húmedas con precipitaciones medias anuales de 343 mm y presencia de contenido de sales solubles en el agua de riego, que pueden ser limitantes para una producción agrícola, por lo cual, el objetivo de esta investigación fue evaluar la reacción de 44 líneas F5 de arroz (seleccionadas en Babahoyo, provincia de Los Ríos) a la calidad de agua de riego. Se evaluaron características morfológicas y productivas: vigor, altura de planta (cm), macollos por planta, panículas por planta, longitud de panícula, granos por panícula, peso de 1000 granos (g/planta), y rendimiento (kg/ha). Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con 44 tratamientos (líneas) y 3 repeticiones y las medias de las variables comparadas mediante el Test de Tukey ( $\leq 0.05$ ). 27 líneas no se adaptaron a la zona y 17, presentaron características agronómicas y productivas favorables.

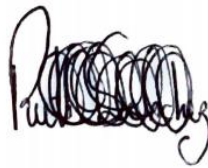
**Palabras claves:** Arroz, salinidad, líneas F5, características morfológicas y productivas.

## ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa*) depends largely on climatic factors, since they influence physiological growth and development. The Manglaralto parish has typical climatic characteristics of humid subtropical zones with average annual rainfall of 343 mm and the presence of soluble salt content in irrigation water, which can be limiting for agricultural production, therefore, the objective of this research was Evaluate the reaction of 44 F5 rice lines (selected in Babahoyo, Los Ríos province) to the quality of irrigation water. Morphological and productive characteristics were evaluated: vigor, plant height (cm), tillers per plant, panicles per plant, panicle length, grains per panicle, weight of 1000 grains (g / plant), and yield (kg / ha). The Random Complete Blocks Design was used with 44 treatments (lines) and 3 repetitions and the means of the variables compared by means of the Tukey Test ( $\leq 0.05$ ). 27 lines did not adapt to the area and 17, presented favorable agronomic and productive characteristics.

**Key words:** Rice, salinity, F5 lines, morphological and productive characteristics.

“El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ruth Sánchez Saavedra', enclosed within a light gray rectangular border.

---

Ruth Sánchez Saavedra



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Problema científico .....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos .....	3
Hipótesis .....	3
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
1.1 Generalidades del cultivo .....	4
1.1.2 Producción de arroz en Ecuador.....	4
1.1.3 Origen del cultivo de arroz .....	5
1.1.4 Clasificación taxonómica .....	6
1.1.5 Descripción botánica .....	6
1.1.5.1 Órganos vegetativos.....	7
1.1.5.2 Órganos reproductivos .....	8
1.2 Requerimientos edafoclimaticos .....	9
1.2.1 Temperatura.....	9
1.2.2 Precipitación.....	10
1.2.3 Suelo .....	10
1.3 Fases de crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo de arroz.....	10
1.4 Variedad genética del arroz .....	11
1.5 Mejoramiento genético en plantas .....	13
1.5.1 Hibridación o cruzamiento .....	13
1.5.2 Tipos de cruzamientos.....	13
1.5.2.1 Cruzamiento intraespecifico .....	14
1.5.2.2 Cruzamiento interespecifico .....	14
1.5.2.3 Cruzamiento puente.....	14
1.6 Qué es la Salinidad.....	14
1.6.1 Como se mide la salinidad.....	15
1.6.2 Tipos de suelos salinos .....	15
1.7 Efecto de salinidad en las plantas .....	16
1.7.1 Relaciones hídricas.....	16
1.7.2 Balance energético.....	17

1.7.3 Nutrición.....	17
1.8 Efecto de la salinidad en el cultivo de arroz.....	18
1.8.1 El estrés osmótico .....	18
1.8.2 El estrés iónico.....	19
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1 Ubicación y descripción del lugar del ensayo.....	20
2.2 Características climáticas de la zona .....	20
2.3 Características físico-químicas del suelo en la Parroquia Manglaralto.....	21
2.4 Características físico-químicas del agua en la Parroquia Manglaralto .....	21
2.5 Materiales y equipos.....	22
2.5.1 Materiales.....	22
2.5.2 Material biológico .....	23
2.6 Tratamientos y diseño experimental .....	23
2.6.1 Delineamiento experimental .....	26
2.7 Manejo del ensayo .....	27
2.7.1 Preparación del terreno.....	27
2.7.2 Trasplante de las plántulas.....	27
2.7.3 Riego .....	27
2.7.4 Control de maleza .....	27
2.7.5 Control fitosanitario.....	27
2.7.6 Fertilización .....	28
2.7.7 Cosecha.....	28
2.8 Variables experimentales.....	28
2.8.1 Contenido de clorofila.....	28
2.8.2 Vigor .....	29
2.8.3 Días a floración .....	29
2.8.4 Ciclo vegetativo (días).....	29
2.8.5 Macollos por planta.....	29
2.8.6 Panículas por planta .....	29
2.8.7 Longitud de la hoja bandera (cm) .....	30
2.8.8 Ancho de la hoja bandera (cm).....	30
2.8.9 Altura de planta (cm) .....	30
2.8.10 Granos por panícula .....	30
2.8.11 Granos vanos por panícula.....	30
2.8.12 Longitud de panícula (cm) .....	30

2.8.13 Desgrane (%).....	30
2.8.14 Longitud (mm) de grano con cascara y descascarado.....	31
2.8.15 Ancho (mm) de grano con cascara y descascarado .....	31
2.8.16 Peso de 1000 granos (g).....	31
2.8.17 Rendimiento (g) .....	32
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Resultados .....	33
3.1.1 Variables agronómicas .....	34
3.1.2 Variables de producción .....	36
3.2 Discusión .....	38
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
Conclusiones .....	41
Recomendaciones.....	41
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del arroz.....	6
Tabla 2: Temperaturas promedio en cada etapa fenológica del cultivo de arroz.	9
Tabla 3: Descripción de las fases fenológicas del cultivo de arroz. ....	11
Tabla 4: Agrupación de las especies de arroz según su genoma y afinidad genética. .....	12
Tabla 6: Clasificación de suelos y sus características. ....	15
Tabla 7: Clasificación de los suelos salinos y su efecto en la producción.....	17
Tabla 8: Temperaturas máximas y mínimas en los meses de estudio en Manglaralto. ....	21
Tabla 9: Características químicas del suelo en la zona Manglaralto.....	21
Tabla 10: Características químicas del agua en el Centro de Apoyo Manglaralto. .....	22
Tabla 11: Tratamientos procedentes cruces interespecificos evaluados en el ensayo. ....	24
Tabla 12: Tratamientos procedentes cruces simples evaluados en el ensayo. ...	25
Tabla 13: Grados de libertad del experimento.....	26
Tabla 14: Delineamiento experimental empleado en el ensayo en la zona Manglaralto. ....	26
Tabla 15: Productos fitosanitarios para el control de insectos-plagas en el arroz. .....	27
Tabla 16: Escala de vigor del cultivo de arroz del CIAT.....	29
Tabla 17: Escala de % desgrane de granos de arroz CIAT.....	31
Tabla 18: Escala de longitud del grano de arroz, (CIAT).....	31
Tabla 19: Líneas F5 de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) adaptadas en la zona Manglaralto.	33
Tabla 20. Promedios generales de las variables agronómicas en las 17 líneas F5 de arroz. ....	35

Tabla 21. Promedios generales de las variables de producción en las 17 líneas F5 de arroz. ....	37
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Participación en el consumo mundial de granos. Fuente: Perfil del mercado del arroz, USDA (Bernardi, 2017). ....	4
Figura 2. Mapa parroquia Manglaralto-provincia Santa Elena. Fuente: ..... Google Maps Application (2019). ....	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Tabla 1A. Análisis de la variable altura de plantas evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 2A. Análisis de la variable altura de planta con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 3A. Análisis de la variable macollos por plantas evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 4A. Análisis de la variable macollos por planta con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 5A. Análisis de la variable longitud de hoja bandera evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 6A. Análisis de la variable longitud de hoja bandera con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 7A. Análisis de la variable ancho de hoja bandera evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 8A. Análisis de la variable ancho de hoja bandera con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 9A. Análisis de la variable floración (días) evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 10A. Análisis de la variable floración (días) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 11A. Análisis de la variable días a cosecha (días) evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 12A. Análisis de la variable cosecha (días) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 13A. Análisis de la variable altura de plantas evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 14A. Análisis de la variable panículas por planta con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 15A. Análisis de la variable longitud de panícula evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 16A. Análisis de la variable longitud de panícula con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 17A. Análisis de la variable granos por panícula evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 18A. Análisis de la variable granos por panícula con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.
- Tabla 19A. Análisis de la variable % de granos vanos evaluada en 17 líneas F5 de arroz.
- Tabla 20A. Análisis de la variable % granos vanos con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 21A. Análisis de la variable % de desgrane evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 22A. Análisis de la variable % desgrane con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 23A. Análisis de la variable longitud grano con cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 24A. Análisis de la variable longitud grano con cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 25A. Análisis de la variable longitud grano sin cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 26A. Análisis de la variable longitud grano sin cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 27A. Análisis de la variable ancho de grano con cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 28A. Análisis de la variable ancho grano con cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 29A. Análisis de la variable ancho de grano sin cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 30A. Análisis de la variable ancho grano sin cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 31A. Análisis de la variable peso de 1000 granos (g) evaluada en 17 líneas de F5 de arroz.

Tabla 32A. Análisis de la variable peso de 1000 granos (g) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.

Tabla 33A. Análisis de la variable rendimiento (gramo/planta) evaluada en 17 líneas F5 de arroz.

Tabla 34A. Análisis de la variable rendimiento (g/p) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.

Figura 1A. Informe de análisis químico del agua de riego de la Parroquia Manglaralto.

Figura 2A. Preparación del área donde se trasplantaron las líneas F5 de arroz.

Figura 3A. Fangueo y preparación de suelo para el trasplante de las líneas F5 de arroz.

Figura 4A. Trasplante de las líneas F5 de arroz en el sitio donde se desarrollaron.

Figura 5A. 44 líneas F5 de arroz establecido en el centro de apoyo Manglaralto.

Figura 6A. Monitoreo de lámina de agua de riego en el ensayo de arroz, Manglaralto.

Figura 7A. Control manual de malezas en el cultivo de arroz, Manglaralto.

Figura 8A. Fertilización manual al boleo (sulfato de amonio y muriato de potasio) en el cultivo de arroz, Manglaralto.

Figura 9A. Monitoreo y control de plagas y enfermedades en el cultivo de arroz, Manglaralto.

Figura 10A. Aplicación de insecticida para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de arroz.

Figura 11A. Aplicación manual de fertilizante foliar en la etapa de desarrollo del cultivo de arroz.

Figura 12A. Evaluación de las variables experimentales en el ensayo de arroz.

Figura 13A. Plantas de arroz en fase de floración y llenado de grano.

Figura 14A. Cultivo de arroz entrando a fase de maduración.

Figura 15A. Monitoreo de los tratamientos que están listos para la cosecha.

Figura 16A. Cosecha del cultivo de arroz en el centro de apoyo UPSE Manglaralto.

Figura 17A. Contabilización de macollos y espigas del cultivo de arroz.

Figura 18A. Macollos de las líneas F5 de arroz con tres espigas.

Figura 19A. Recolección de muestras de arroz para las evaluaciones en laboratorio.

Figura 20A. Variables pos-cosecha evaluadas en laboratorio.

Figura 21A. Evaluación de la variable longitud y granos por espiga.

Figura 22A. Evaluación de la variable longitud de grano en las líneas F5 de arroz.

Figura 23A. Evaluación de la variable ancho de grano en las líneas F5 de arroz.

Figura 24A. Pesaje de granos mediante el uso de una gramera analítica.



## INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los granos de mayor importancia en la alimentación humana, debido a que más de la mitad de la población del mundo lo consume en grandes cantidades, además de ser reconocido como el cultivo de mayor antigüedad en la historia. A causa de esta creciente demanda el arroz requiere de variedades con mayor potencial de rendimiento y respuesta positiva a las prácticas empleadas, así como disminuir los costos de producción, lo que constituye un reto para la genética (Moreira, Navarrete, & Ruiz, 2018).

En Ecuador y el mundo el cultivo de arroz constituye uno de los más importantes rubros por toda el área cultivada. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se ha generado un aumento en la producción mundial del 1.3% en el año 2018 por encima del record del 2017. En el Ecuador, el rendimiento nacional para el segundo ciclo del 2017 fue de 5.27 toneladas por hectárea. Entre las provincias que presentaron el mayor y el menor rendimiento en toneladas/ hectáreas encontramos a la provincia de los Ríos 5.42 t/ha, y la provincia del Guayas con 5.22 t/ha. (MAG, 2018).

A nivel nacional, aunque se cuenta con grandes extensiones de terrenos aptos para la producción de este cultivo y además de las condiciones climáticas idóneas se obtiene baja productividad, debido a varios factores que intervienen en la rentabilidad del productor arrocero (Pérez Iglesias Dr. C, 2018).

Una óptima producción del cultivo de arroz depende de un manejo eficiente, y de las condiciones climáticas presentes en cada zona productiva. La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales de toda producción agrícola, debido a que con un eficaz método de fertilización se puede conseguir, mejorar la capacidad productiva del suelo obteniendo el resultado de producción esperado (Rodríguez, Serrano, & Blanco, 2018).

El arroz tiene la característica de ser una planta semiacuática que se ha ido sembrando tradicionalmente por el método de inundación, debido a esto está gramínea se adapta con dificultad a condiciones de sequía. Al contar con una baja disponibilidad de agua se genera un desafío para los agricultores ya que debido a los cambios generados

globalmente se necesita producir la mayor cantidad posible con menos agua de riego (Echeverría B, 2015).

Uno de los insumos más importantes para cualquier cultivo y especialmente el arroz, sin lugar a dudas es el agua. La última década ha mostrado dramáticas disminuciones en el volumen de agua en los reservorios debido a las sequías prolongadas y frecuentes, influenciadas por el cambio climático, afectando de esta manera la producción de cultivos y especialmente el arroz, que exige un volumen significativo del precioso líquido. En un futuro no muy lejano, si continúan los bajos volúmenes de lluvia, será necesario recurrir al uso adecuado y cuidadoso del agua de mar, como una alternativa para mitigar la falta de agua para la producción de arroz (Pérez & Caballero, 2019).

Muchos factores afectan el rendimiento del arroz y su calidad industrial, entre ellos, el momento en el que se cosecha y el manejo del riego anterior al mismo, lo que genera una disminución en los porcentajes de granos enteros, la cantidad de panículas por metro cuadrado y en la agricultura. La salinidad es una de las causas de estrés más apremiante en la actualidad. Para enfrentar esta problemática, se trabaja en la búsqueda de soluciones que permitan incrementar la productividad de los cultivos en estas condiciones (Guerrero, González, & Vázquez, 2017).

Manglaralto no es una zona productora de arroz; durante el año hay una variación en las características del agua de riego, sobresaliendo su salinidad, por lo que, se pretende explorar como la calidad de agua influye en este cultivar.

### **Problema científico**

¿Cuáles de las 44 líneas F5 de arroz no se adaptan al clima y calidad de agua de riego en la parroquia Manglaralto?

### **Objetivo General:**

Evaluar la reacción de 44 líneas F5 de arroz (*Oryza sativa*) a la calidad de agua de riego, en la parroquia Manglaralto.

**Objetivos Específicos:**

- Valorar las variables agronómicas del cultivo
- Seleccionar las líneas de arroz de mejor comportamiento agronómico

**Hipótesis**

Por lo menos un grupo de líneas de arroz (*Oryza sativa*) se adaptan a las condiciones de Manglaralto y sobresalen en el rendimiento.

## CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Generalidades del cultivo

El arroz es una especie conocida mundialmente (Figura1) ya que debido a sus bondades nutricionales forma parte de la base alimentaria de más de un tercio de la población mundial. Este cereal forma parte de la familia de las gramíneas, su producción actual se genera en regiones pantanosas, llanuras, zonas templadas, exceptuando regiones con zonas áridas, o en países con presencia de temperaturas cálidas y húmedas (Bernardi, 2017).

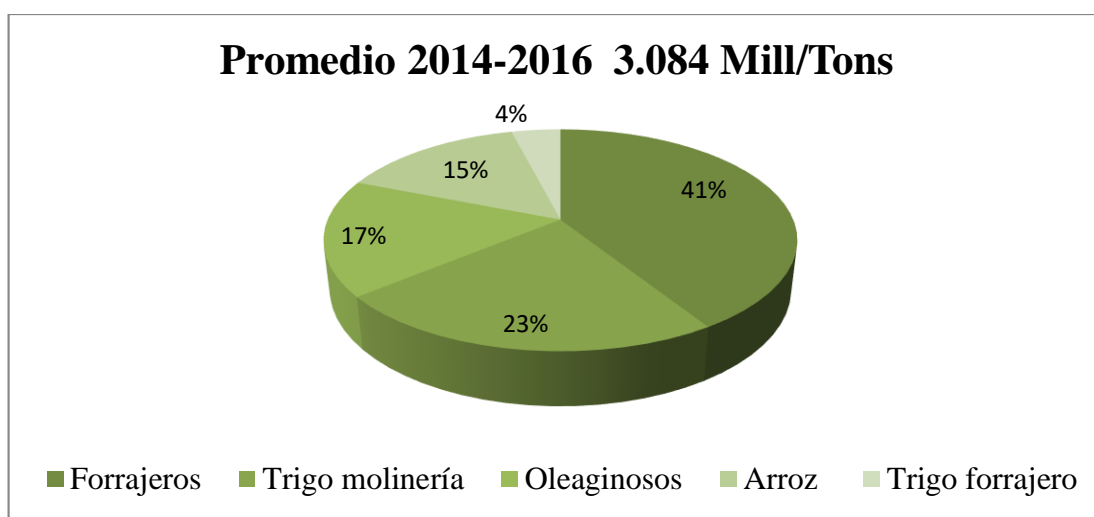


Figura 1: Participación en el consumo mundial de granos. Fuente: Perfil del mercado del arroz, USDA (Bernardi, 2017).

Según FAO (2017), se prevé que la producción mundial de arroz tendrá un aumento significativo comparado con años anteriores, logrando recuperar un 7 % de la producción en América Latina, alcanzando un máximo de 28,4 millones de toneladas; el aumento en la producción de arroz es impulsado por un mayor consumo humano de 53,9 kg/persona, con un volumen de aproximadamente de 406,7 millones de toneladas. Como consecuencia las cantidades destinadas en la elaboración de piensos se verán afectadas disminuyendo un 2 por ciento a 17.5 millones de toneladas.

#### 1.1.2 Producción de arroz en Ecuador

El arroz constituye la principal fuente alimenticia en el Ecuador; este cereal forma parte de la canasta básica de los habitantes presentando un mayor consumo en

comparación con los países vecinos como Perú y Colombia, debido a que el consumo anual por habitante ecuatoriano es de 53.20 kg, siendo superior a los 40.0 y 47.4 kg anuales por habitante de los países antes mencionados. Entre algunos de los factores limitantes para los productores del sector agroalimentario encontramos las variables biológicas, los fenómenos naturales y la variabilidad en los precios. La producción de este cereal no solo es intervenida por las características edafoclimáticas de la zona productora, ya que también es fruto de varios procesos endógenos, organizativos y circunstanciales entre productores del sector arrocero (Viteri & Zambrano, 2016).

En Ecuador el mercado productivo de arroz es dirigido por los pequeños productores, siendo las provincias de Guayas y los Ríos las dominantes representando el 1.55% del PIB; pese a su contribución en la economía el sector arrocero presenta varios problemas estructurales dirigidos a la ausencia de manejos públicos enfocados en desarrollar productivamente este sector. La mayor comercialización de esta gramínea se realiza los meses de abril y mayo en grano con cascara (Poveda & Andrade, 2018).

Mediante la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) se determinó que en el 2017 se recolectaron 358.100 Ha de arroz en cascara, habiendo en productividad 1'066.614 toneladas. Con el objetivo de mejorar los procesos productivos en el sector arrocero, se elaboraron varias medidas enfocadas en dinamizar la producción como son; creación de subsidios en la producción a través de insumos, implementación de créditos para la producción arrocera, ejecución del Programa Nacional de Almacenamiento con la finalidad de apoyar a los productores en el precio y en el almacenamiento del grano durante los meses en que la producción sature el mercado, debido a que uno de los problemas existentes en este sector es el contrabando de arroz que afecta a los productores y a su vez a la producción nacional dando como resultado el bajo precio del grano y un excedente de producto generando pérdidas económicas irreparables (Vera & Cornejo, 2018).

### **1.1.3 Origen del cultivo de arroz**

El arroz es un cultivo originario de las regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Esta gramínea se consume a nivel mundial, una de sus principales características es que provee más calorías por hectárea que otro cereal cultivado. La familia *Oryza*

*sativa* constituye uno de los grupos con mayor diversidad genética, con hasta tres subespecies que son clasificadas en base a su morfología y ecología; Indica, distribuida en los trópicos y sub-tropicos, Japónica, su distribución se centra en zonas no tropicales y Javánicas cultivada en Indonesia, esta sub-especie es conocida como Japónica tropical, considerándose como una planta de ciclo anual semiacuatica en zonas con presencia de climas subtropicales, no obstante en presencia de climas tropicales este cultivo presenta la característica de rebrote luego de realizar la cosecha pudiéndose emplear como alternativa para el pastoreo ganadero (Marchesi, 2016).

#### 1.1.4 Clasificación taxonómica

El arroz es considerado taxonómicamente del siguiente modo:

**Tabla 1: Clasificación taxonómica del arroz.**

<b>TAXONOMÍA</b>	
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzae
Subtribu:	Oryzineas
Género:	Oryza
Especie:	Sativa

Fuente: Cazar, 2019

#### 1.1.5 Descripción botánica

El arroz es una gramínea anual perteneciente a la familia de las poaceas, de tallos redondos y huecos que se componen por nudos y entrenudos, hojas con presencia láminas planas unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula (Huiman, 2016).

Para la descripción de los órganos de esta planta se han formado dos grupos:

a) Órganos vegetativos: Raíces, tallos, hojas

b) Órganos reproductivos: Inflorescencia y semillas

#### **1.1.5.1 Órganos vegetativos**

##### **a) Raíces**

Vera & Susana (2016), manifiestan que las raíces en las primeras etapas de crecimiento son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; en el transcurso de su crecimiento, se alargan, volviéndose flácidas con ramificación abundante. El arroz está compuesto por dos clases de raíces; las seminales o temporales, que sobreviven un corto tiempo después de la germinación, y las raíces secundarias o adventicias que reemplazan a las raíces temporales estas brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes. La raíz embrionaria principal aparece atravesando la coleorriza seguida por dos o más raíces embrionarias secundarias, las cuales despliegan raíces laterales. Posteriormente se produce la muerte de las raíces primarias siendo reemplazadas por raíces adventicias permanentes

##### **b) Tallos**

Este órgano está compuesto de nudos y entrenudos que varían en cuanto a su longitud, el primer entrenudo es hueco y estriado, desarrollándose en secuencia de los más bajos a los más altos. Los más bajos suelen variar en cuanto a grosor, ya que contienen mayor diámetro y volumen que los entrenudos más altos. Del tallo principal se desarrollan los retoños en disposición alterna, los primarios producen los renuevos secundarios y estos a su vez originan a los terciarios (Guerrero & Rafael, 2019)

##### **c) Hojas**

Las hojas se encuentran distribuidas de manera alterna en disposición al tallo, la primera hoja presenta dos brácteas aquilladas y se denomina proflor debido a que no tiene lámina. En cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la hoja bandera se encuentra debajo de la panícula. Las partes que componen la hoja son: la vaina, esta se encuentra en el nudo envolviendo al entrenudo superior, el cuello que está compuesto de la lígula y las aurículas las cuales difieren en forma, tamaño y color dependiendo de la variedad,

y la lámina que es de tipo lineal, punta aguda y angosta dependiendo de la variedad. La hoja tiene una longitud variable, incluso en plantas de la misma variedad; las situadas más abajo, son generalmente más cortas y estrechas. La anchura de la hoja varía entre 10 y 30 milímetros. En la época de floración solamente hay 3 o 4 hojas verdes en el tallo y las dos hojas superiores son responsables de la fotosíntesis y del 80% de los carbohidratos que van al grano después de la floración (Alava & Eduardo, 2017).

### **1.1.5.2 Órganos reproductivos**

#### **a) Flores**

La flor es una espiguilla unifloral establecida por seis estambres que forman las anteras bicelulares, y el pistilo que consiste en el ovario, el estilo y dos estigmas de pigmentación variable según la variedad. Estos órganos de revestimiento son muy lignificados, pubescentes o glabros. La panícula está formada por un grupo de espiguillas que surgen entre el entrenudo superior del tallo, por el raquis (7-15 raquillas) de longitud variada que componen los racimos, la espiga puede tener de 10-25 cm y esta sostenida por el último entrenudo (cuello), la panoja cuenta con una rama primaria la cual se divide dando origen a las ramas secundarias y a veces terciarias que son las que cargan las espiguillas(Escobar & Sulay, 2017)

En la etapa de floración la panoja permanece erguida, pero comúnmente, se caen las espiguillas cuando ocurre la maduración y formación de los granos, cuando esto ocurre la inflorescencia adopta una posición de arco aunque esto depende de la variedad ya que se pueden diferenciarse en cuanto a longitud, forma y ángulo de formación de las ramas primarias, además del peso y densidad de la panícula(Ramírez & Amparo, 2016).

#### **b) Semillas**

La semilla o grano del arroz está compuesto por; el ovario maduro, la lema, y la pálea, que juntas forman la cascara, la raquilla, las lemas estériles y las aristas. Comercialmente se conoce al grano de arroz descascarado como arroz café debido al color marrón del pericarpio. El pericarpio es la capa externa que rodea a la cariósida, la que es retirada cuando se pule y se muele el grano, la semilla está cubierta por dos capas de células que se encuentran debajo del pericarpio. La calidad fisiológica de la



semilla puede llegar a afectar el rendimiento de granos de arroz, causar reducción del porcentaje de germinación en campo, y consecutivamente diferencia en el crecimiento inicial de las plantas, afectando al cultivo y su rendimiento. (Schuch et al., 2016).

## **1.2 Requerimientos edafoclimaticos**

El cultivo de arroz depende en gran parte de los factores climáticos como; la temperatura, la radiación solar, y el viento ya que intervienen en el crecimiento y desarrollo además de los procesos metabólicos fisiológicos de las plantas(Alemán, 2018).

### **1.2.1 Temperatura**

La temperatura es uno de los factores climáticos más importantes para el crecimiento, desarrollo de la planta debido a que las altas temperaturas causan estrés térmico en la planta y bajas temperaturas limitan la duración del periodo afectando el rendimiento y productividad, incidiendo en el macollaje, en la formación de espiguillas y maduración. La temperatura máxima, mínima y óptima difiere de cada etapa en la que se encuentre el cultivo (Tabla 2), en situaciones de clima variado se recomienda la selección de variedades que presenten características resistentes a las condiciones climáticas presentes en la zona(Maqueira López et al., 2016).

**Tabla 2: Temperaturas promedio en cada etapa fenológica del cultivo de arroz.**

<b>Etapas fenológicas del arroz</b>	<b>Temperatura promedio</b>
Germinación	20°C - 35°C
Emergencia	20°C - 30°C
Macollamiento	25°C - 31°C
Floración	30°C - 33°C

Maduración	20°C - 29°C°
------------	--------------

Fuente: CENTA 2018

### 1.2.2 Precipitación

La producción de arroz no solo se da por medio de inundación, también se puede dar en zonas bajas con láminas de agua profunda, altas precipitaciones y en secano con característica de drenaje regular con cantidades de 800 a 1,200 mm de lluvia distribuidas en el ciclo del cultivo (1mm de lluvia equivale a 1 litro/m<sup>2</sup> de suelo), la presencia de periodos amplios de rocío es decir > 80% de humedad relativa provocan incremento en la incidencia de enfermedades (Senamhi, 2018).

### 1.2.3 Suelo

El cultivo de arroz se encuentra presente en una amplia variedad de suelos, con textura de arenosa a arcillosa. Es importante conocer sus características físicas y químicas para determinar los nutrientes que contienen, la acidez, la textura, la capacidad de absorción y retención de agua. Usualmente se cultiva el arroz en suelos con textura fina propia del proceso de sedimentación por inundación debido a la presencia de ríos. Este tipo de suelo dificulta las labores pero suelen ser más fértiles debido al contenido de arcilla, materia orgánica y la capacidad de suministrar más nutrientes. Por lo tanto es importante conocer la textura del suelo ya que de esto puede depender el manejo del riego y la fertilización (Lozano, 2015).

El PH óptimo del suelo para el cultivo de arroz es de 6.6, ya que con este rango se genera una alta liberación microbiana de nitrógeno, fosforo y materia orgánica, además las concentraciones de sustancias que interfieren en la absorción de nutrientes como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. Algunos suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación, mientras que en suelos alcalinos tiende a ocurrir lo contrario (Arriaga & Darío, 2016).

### 1.3 Fases de crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo de arroz

Es importante conocer las etapas del crecimiento y desarrollo fenológico de la planta de arroz ya con esta metodología se precisa el inicio y finalización de cada etapa además permite tener manejo mejorado del cultivo. En general el ciclo de vida de las

plantas de arroz varía de acuerdo con la variedad y las condiciones climáticas de la zona, se establece un rango de 100-210 días (Velázquez et al., 2015).

El desarrollo de la planta de arroz se divide en 3 fases fenológicas:

**Tabla 3: Descripción de las fases fenológicas del cultivo de arroz.**

<b>Fase fenológicas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de días</b>
Vegetativa	Germinación hasta iniciación de la panícula.	60
Reproductiva	Iniciación de la panícula hasta floración.	24 – 44
Maduración	Floración hasta madurez total.	23 – 38

Fuente: (Maqueira et al., 2018)

### ***1.4 Variedad genética del arroz***

En la actualidad el arroz es considerado como uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial por su aporte en la dieta básica de la población, y en los diferentes sistemas enfocados en la agro-biodiversidad. Existen alrededor de 2000 variedades de arroz cultivadas mundialmente, la importancia de la diversidad genética de esta gramínea radica en conocer la variedad de especies existentes en las diferentes regiones, estudiar las diferencias morfológicas, agronómicas y productivas observar la vulnerabilidad de cada especie y así desarrollar técnicas de mejoramiento genético enfocadas a mejorar la producción arroceras. Actualmente se utilizan nuevas variedades de arroz modificadas genéticamente con elevado porcentaje de rendimiento en comparación con las especies cultivadas tradicionalmente, incrementando la necesidad de desarrollar nuevas especies resistentes a las diferentes condiciones climáticas y a los demás factores involucrados en su producción (Díaz Solís et al., 2015).

El mejoramiento genético en plantas de arroz se ha implementado con diferentes fines, entre estos podemos encontrar variedades genéticamente modificadas para aumentar la resistencia a plagas, enfermedades, y a los diferentes factores ambientales presentes en las regiones productoras. La genética del arroz está constituida por veinticuatro especies del género *Oryza*, en las que se encuentran perennes, anuales, diploides, y

tetraploides compuestas por diez genomas distintos como son; AA, BB, CC, EE, FF, GG, CCDD, BBCC, HHJJ y HHKK. De las cuales veintidós son especies silvestres y dos son cultivadas (Morejón & Díaz Solís, 2015).

De acuerdo al tipo de genoma y afinidad genética las especies se agrupan de la siguiente manera:

**Tabla 4: Agrupación de las especies de arroz según su genoma y afinidad genética.**

Complejo	Genoma	Especie
Oryza sativa	AA	O. sativa, O. longistaminata, O. barthii, O. glaberrima, O. rufipogon, O. meridionalis, O. nivara, O. glumaepatula.
Oryza officinalis	BB, BBCC, CC, CCDD, EE	Oryza officinalis, O. minuta, O. eichingeri, O. punctata, O. latifolia, O. alta, O. grandiglumis, O. australiensis, O. rhizomatis.
Oryza granulata Oryza brachyantha	FF, GG	O. meyeriana. O. neocaledonica
Oryza ridleyi Oryza scheuchteri	HHJJ, HHKK	O. longiglumis

Fuente: (Granados and Giraldo, 2012).

El origen de la diversidad genómica del arroz se halla en Asia, en el océano Pacífico, África y las Américas, de las 22 especies 9 se localizan en Indonesia y 7 de los 10 genomas se encuentran en las islas del Pacífico Asiático. El genoma de la subespecie indica posee entre 45.000 y 55.000 genes, y el genoma de la subespecie Japonesa contiene entre 43.000 y 50.000 genes. Existen varias características que se buscan mejorar, modificar e introducir en el cultivo de arroz, con la finalidad de optimizar el rendimiento y la producción, entre las mejoras destacadas encontramos la calidad nutricional del grano y la tolerancia de la planta a herbicidas (Granados & Giraldo, 2012).

## ***1.5 Mejoramiento genético en plantas***

Según Cabrera (2016), el mejoramiento genético de plantas busca satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad, con la producción en mayor cantidad, respetando y conservado los recursos naturales con el fin de evitar la degradación ambiental. Entre las ventajas del mejoramiento genético vegetal se puede encontrar; la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción agrícola, mediante el avance en genotipos que se adaptasen a las condiciones ambientales presentes y variables en cada región.

Esta ciencia tiene como fin crear plantas mejoradas genéticamente mediante la modificación del gen hereditario de cada especie, cuyas características sean ventajosas para el sector agrícola, y se logra realizar mediante la aplicación de las leyes de la genética, de la evolución y de la probabilística (García et al., 2017)

### **1.5.1 Hibridación o cruzamiento**

Hibridación es un proceso de recombinación de dos o más gametos para generar el desarrollo de poblaciones formadas por individuos que combinan los genes paternos y realizan procesos de selección. Actualmente no solo se realizan cruzamientos de variedades diferentes dentro de una misma especie, si no también cruces entre especies o llamados interespecíficos y cruces entre diferentes géneros o intergenéricos. Estos cruzamientos forman híbridos con características diferentes pero compatibles sexualmente y cuya combinación de genes en la especie será al azar (Rodríguez, 2015).

### **1.5.2 Tipos de cruzamientos**

Con el mejoramiento genético se pretende proporcionar a los productores variedades con características óptimas como rendimiento, resistencia a plagas, enfermedades, elevados porcentaje de proteínas y azúcares, mediante la selección de especies progenitoras con las características deseadas para el posterior cruce, creando una generación filial (Terlera & Silvia, 2017).

A continuación se describen los tipos de cruzamientos más empleados en el mejoramiento genético:

### **1.5.2.1 Cruzamiento intraespecifico**

Una de las técnicas de fitomejoramiento es el cruzamiento interespecifico que consiste en la recombinación de genes paternos y maternos produciendo nuevas combinaciones de genes con mejores características de adaptabilidad al medio (Messmer et al., 2015).

### **1.5.2.2 Cruzamiento interespecifico**

El cruce interespecifico se basa en ampliar el contenido genético de las especies y mejorarlos. Varios de los genes con característica de resistencia son obtenidos de las especies silvestres, un claro ejemplo es la introgresión de genes de resistencia obtenidos del manzano silvestre al manzano cultivado, para la enfermedad de sarna del manzano. Con el cruce interespecifico se han obtenido cultivos nuevos mejorados como las bayas y varias plantas ornamentales (Milicia et al., 2018)

### **1.5.2.3 Cruzamiento puente**

Esta técnica se basa en el cruzamiento de especies incompatibles entre sí, mediante la selección de las características requeridas. Para la implementación de este tipo de cruce se deben realizar varios retrocruzamientos de la cualidad deseada para eliminar las características no deseadas y obtener el resultado esperado (Álvarez López, 2020).

## ***1.6 Qué es la Salinidad***

La salinidad de los suelos es una de las condiciones que afecta el crecimiento y rendimiento de los cultivos, varios informes a nivel mundial muestran que existen 412 millones hectáreas afectadas por salinidad y 618 millones por sodicidad. Entre los países más afectados por estas condiciones se encuentran; Argentina, Ucrania, Rusia, EEUU, China, Canadá, Australia, Sud África. Se entiende por salinidad en los suelos a la cantidad de sales solubles existentes en el mismo, esta condición se presenta de forma natural; debido a las características edafoclimaticas de cada región, por las aguas de riego con contenido salino, y la baja permeabilidad del suelo, ocasionando la reserva de sales y sodio en la superficie del suelo así como su degradación (Taleisnik, 2019).

El sodio (Na) es un mineral fitotxico debido a que abundancia existente en el suelo (sodicidad), provoca la interrupción en el crecimiento de las raíces por la alcalinidad que se genera, afectando las propiedades físico-químicas del suelo. A pesar de esto, el sodio, puede llegar a ser beneficioso para el desarrollo de los cultivos, debido a su

función como sustitutorio osmolito facilitando la turgencia y la expansión celular, principalmente cuando el potasio (K), es limitado. Este proceso se produce por la similitud de las características entre sodio y el potasio. Los suelos se consideran salinos cuando su contenido de sales disueltas sobrepasa los 2.65 g/L (4dS/m) (Obregón, 2019).

### 1.6.1 Como se mide la salinidad

El contenido de sales en el suelo es medido por la Conductividad Eléctrica (CE) y el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), estos datos se pueden obtener mediante un análisis de suelo. En clasificación americana de suelos, Soil Taxonomy, el valor de 2 dS/m es considerado el límite salino de tolerancia para los cultivos. El límite establecido por el laboratorio de salinidad de los EEUU, es de 4dS/m, valores mayores que este ocasionan toxicidad afectando el proceso de osmosis en las plantas, la nutrición, además de producirse enfermedades en el tallo, y raíces, afectando el funcionamiento normal del cultivo y su posterior muerte (Rodríguez Moreno et al., 2016).

### 1.6.2 Tipos de suelos salinos

Los suelos salinos están relacionados con la presencia de sales e inexistencia de altos contenidos de sodio intercambiable, que tiene relación con la infiltración del agua en el suelo. El contenido de sales en el suelo se relaciona a las condiciones climáticas del lugar, además de la acumulación de sales de tipo atmosféricas y marítimas, debido a la brisa marina y a las gotas de lluvia salinas. Los suelos se clasifican como; suelo salinos, suelos salinos sódicos y suelos sódicos (Ramírez & Castañeda, 2017). A continuación (Tabla 6) se muestran las características de cada tipo de suelo:

**Tabla 6: Clasificación de suelos y sus características.**

Tipo de suelo	pH	Características
Suelo salino	< 8.5	-CE: > 4 dS/m <sup>-1</sup> a 25 °C -PSI: < 15 -Presencia de costras blancas en el suelo (Salitre blanco).

Suelo salino sódico	Raramente mayor a 8.5	-CE: < 4 dS/m <sup>-1</sup> a 25 °C -PSI: > 15 -Es una combinación entre la salinización y la acumulación de sodio.
Suelo sódico	Entre 8.5 – 10	-CE: > 4 dS/m <sup>-1</sup> a 25 °C -PSI: > 15 -Se lo conoce como salitre negro debido al contenido de materia orgánica dispersado en la superficie.

Fuente: Métodos para recuperar suelos afectados por salinidad y sodicidad. (Yupanqui and Milagros, 2019).

### 1.7 Efecto de salinidad en las plantas

El efecto que produce la salinidad en los cultivos vegetales es muy diverso. La tolerancia de las plantas a las concentraciones salinas las clasifica en halófitos; plantas con mecanismos de resistencia a la salinidad con nivel de tolerancia variable, y en no halófitos este grupo encierra a la mayoría de plantas cultivadas, siendo los cereales los más tolerantes. Los efectos de la salinidad en las plantas se agrupan en tres aspectos; las relaciones hídricas, el balance energético y la nutrición (Lastiri Hernández et al., 2017).

#### 1.7.1 Relaciones hídricas

Medina & García (2016), manifiestan que cuando se produce la concentración de sales solubles se eleva la presión osmótica de la solución del suelo. Teniendo en cuenta que el agua suele pasar de las soluciones más concentradas a las menos concentradas, con el objetivo de generar la dilución de estas últimas para igualar las presiones osmóticas de ambas. Cuando la concentración salina del suelo es mayor a la del jugo celular de la planta, se genera la expulsión del agua contenida en la planta a la solución del suelo. Este efecto dio paso a la teoría de la sequedad fisiológica, manifestando que las plantas sufren estrés hídrico, y su posterior muerte en presencia de medios salinos, aunque exista una humedad elevada.



### 1.7.2 Balance energético

El balance energético explica que la salinidad no solo causa estrés hídrico en los cultivos, ya que también se produce la reducción de la altura en las plantas. Este efecto se genera cuando aumenta la presión osmótica de la solución del suelo, las plantas realizan una adaptación osmótica de sus células para poder seguir absorbiendo agua, este proceso demanda un consumo de energía que ocasiona el crecimiento limitado e irreversible de las plantas (Laoretani, 2019).

### 1.7.3 Nutrición

Según Cubero (2016), la nutrición de las plantas se ve influenciada por las variaciones de pH que afectan la disponibilidad de nutrientes, además de las interacciones entre determinados elementos como sucede con los cloruros, nitratos, fosfatos, el calcio, el sodio, y potasio, debido a que la dominancia del calcio induce antagonismo sobre el potasio, magnesio, hierro, boro y zinc. Igualmente se produce una relación de sinergismo entre potasio y el hierro y entre el magnesio y fósforo, aunque el exceso de ciertos iones provoca toxicidad por la acumulación de estos en diferentes partes de las plantas. El principal macronutriente utilizado en la fertilización de la producción agrícola es el potasio. La salinidad interfiere en la nutrición de potasio (K) en la planta por esto es necesario un balance de potasio (K) y sodio (Na) para la tolerancia de las plantas a la salinidad, ya que el potasio puede llegar a representar el 10% del peso seco. En la tabla 7 se expone el efecto de la salinidad en la producción.

**Tabla 7: Clasificación de los suelos salinos y su efecto en la producción.**

Clasificación	Intervalos	Efectos sobre las plantas
CE (dS/m <sup>-1</sup> )		PSI
Suelos		
Ligeramente salinos	2-4	Alteración en rendimientos frágiles

Medianamente salinos	4-8		Reducción en el rendimiento de los cultivos
Fuertemente salinos	8-12		Solo cultivos tolerantes
Extremadamente salinos	>12		No aptos para producción convencional
Suelos sódicos		-7	
Ligeramente sódicos		7-15	Cultivos en suelos arcillosos reducen producción de 20-40%
Medianamente sódicos		15-20	Reducción del 40-60% de producción
Fuertemente sódicos		20-30	Reducción del 60-80% de producción
Extremadamente sódicos		+30	Reducción del 80% de producción

Fuente: Aprovechamiento del suelo salino, (Rueda, 2019).

## ***1.8 Efecto de la salinidad en el cultivo de arroz***

La planta de arroz es moderadamente tolerante a la salinidad. El rendimiento en grano de este cultivo es influenciado por los factores climáticos, las propiedades físicas y químicas del suelo y por las concentraciones de sales presentes en el agua de riego que se aplicó. La tolerancia del arroz a la salinidad es variable en cada fase fenológica, la fase vegetativa (plántula con 3-4 hojas), y la fase reproductiva (iniciación de la panícula) son débilmente tolerantes al estrés salino. Mientras que en las fases de germinación, llenado y maduración del grano la planta presenta mayor tolerancia a la salinidad, sin embargo las plantas que se desarrollan en estas condiciones presentan retraso en el espigado y la floración. Las plantas pueden verse afectadas por dos clases de estrés salino debido a la salinidad: estrés osmótico e iónico (Cristo Valdés et al., 2018).

### **1.8.1 El estrés osmótico**

El potencial hídrico del suelo se ve afectado por el aumento de sales presentes en el mismo, lo que dificulta la absorción radicular de agua y nutrientes en la planta, reflejándose en el estado hídrico de la misma, además de que al incrementarse la

concentración de sales en la solución salina del suelo provocar efectos fitotóxicos en la planta (Apunte & Carlos, 2019).

### **1.8.2 El estrés iónico**

Piedra & Cepero (2015), manifiestan que este tipo de estrés es provocado por la relación entre  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  en los tejidos de la planta, ya que puede generar daños en el metabolismo de las células causando la inhibición en el crecimiento de las plántulas a causa de la toxicidad iónica en los procesos metabólicos y en las enzimas que participan en el proceso de fotosíntesis.

Existe un amplio rango de respuestas fisiológicas respecto al estrés salino en las plantas de arroz, entre estas encontramos; los cambios en el desarrollo y la morfología debido a la inhibición en el crecimiento apical, y en las raíces, además de ajustes en el transporte iónico, cambios en el metabolismo del carbono y síntesis de solutos compatibles (Rodríguez Ledesma et al., 2019).

Existe una gran variedad de circunstancias a las que están expuestas los organismos vivos, como puede ser por actividad humana, o causas naturales como, el aire, sequia, clima y la nutrición. Con el paso del tiempo las plantas van desarrollando mecanismos para adaptarse a estos cambios. Una de las condiciones que más ha afectado mundialmente la producción agronómica es la salinidad presente en las soluciones del suelo, esto afecta directamente la germinación, vigor, floración, el crecimiento de la planta y el desarrollo del fruto, por esto es necesario emplear técnicas que faciliten la adaptación y tolerancia de las plantas en los ambientes en los que se desarrollen. Los tiempos y tipos de riego que se empleen en las diferentes producciones, la fertilización y la variedad a cultivar, son unos de los puntos principales a tener en cuenta en las zonas que presenten suelos con alto contenido de salino (Cristo Valdés et al., 2012).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *2.1 Ubicación y descripción del lugar del ensayo*

Este ensayo se realizó en el Centro de Apoyo Manglaralto UPSE, ubicado en la parroquia Manglaralto, considerada una región hidrogeológica al área costera. Esta zona cuenta con las condiciones óptimas para sostener procesos productivos del agro.

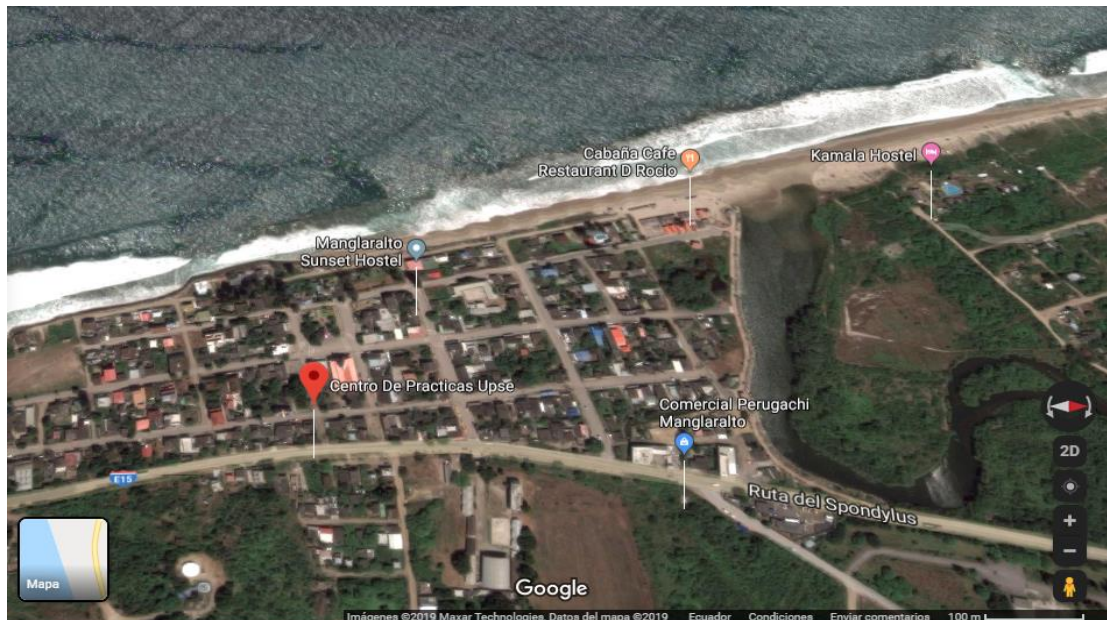


Figura 2. Mapa parroquia Manglaralto-provincia Santa Elena. Fuente: Google Maps Application (2019).

El Centro de Apoyo Manglaralto UPSE cuenta con una extensión aproximada de 20 ha, divididas para uso forestal, cultivos perennes, cultivos de ciclo corto, pastizales y producción pecuaria.

### *2.2 Características climáticas de la zona*

La Parroquia Manglaralto presenta una temporada de lluvia con presencia de nubosidad y una temporada seca, la temperatura promedio anual varía de los 17°C a 28 °C (Tabla 8), precipitación media anual de 500mm y humedad relativa de 81% (Meteored, 2019).

**Tabla 8: Temperaturas máximas y mínimas en los meses de estudio en Manglaralto.**

Mes	T °C máx.	T °C min.
Junio	22	19
Julio	22	19
Agosto	21	17
Septiembre	21	17
Octubre	22	19
Noviembre	22	19

Fuente: (Meteored, 2019)

### ***2.3 Características físico-químicas del suelo en la Parroquia Manglaralto***

El tipo de suelo predominante en el Centro de Apoyo Manglaralto UPSE es de textura franco arcillo limoso, contiene porcentajes medios y altos en cuanto a los minerales; nitrógeno, fosforo y potasio; además, CE de 0.91 ms/cm, formando parte de la categoría de suelos no salinos.

**Tabla 9: Características químicas del suelo en la zona Manglaralto.**

Elementos	Cantidad (ug/mL)	Interpretación
Ph	7,7	Ligeramente alcalino
Nitrógeno	36	Medio
Fosforo	22	Alto
Potasio	1185	Alto
Calcio	3098	Alto
Magnesio	587	Alto
Azufre	41	Alto
Zinc	1,1	Bajo
Cobre	7,1	Alto
Hierro	21	Medio
Manganeso	4	Bajo
Boro	0,63	Medio

Fuente: (Suárez, 2019).

### ***2.4 Características físico-químicas del agua en la Parroquia Manglaralto***

El análisis de agua de riego del Centro de Prácticas UPSE Manglaralto (Tabla10) realizado en la Estación Experimental del litoral sur (INIAP), indica que el agua que abastecerá el ensayo de arroz presenta una salinidad media alta, y un bajo contenido

de sodio 3.52 mg/L pudiéndose utilizar para el riego de cultivos tolerantes a la salinidad.

**Tabla 10: Características químicas del agua en el Centro de Apoyo Manglaralto.**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
CE	1690,0	uS/cm
Calcio	172,7	mg/L
Magnesio	32,8	mg/L
Sodio	141,1	mg/L
Potasio	10,4	mg/L
CO <sub>3</sub>	ND	meq/L
HCO <sub>3</sub>	3,84	meq/L
SO <sub>4</sub>	3,52	meq/L
CL	10,34	meq/L
Ph	7,9	
RAS	3	
PSI	2	
% Na	35,11	
Clase	C3S1	

Fuente: (INIAP, 2019).

## ***2.5 Materiales y equipos***

### **2.5.1 Materiales**

#### **a) En la fase de campo de utilizaron:**

- Palas
- Azadón
- Manguera de 2 pulgadas
- Estaquillas
- Etiquetas
- Píolas
- Cinta métrica
- Reglas
- Fundas de papel

- Lápiz
- Carpeta de registro
- Cámara

**b) En la fase de laboratorio de utilizaron:**

- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Carpeta de registro
- Balanza analítica
- Calibrador pie de rey

**2.5.2 Material biológico**

Se utilizaron 44 líneas F5 arroz (*Oryza sp.*) obtenidas mediante los cruces Interespecíficos (*Oryza sativa L. ssp. japonica* x *Oryza rufipogon G*) y cruces simples (*Oryza sativa L. ssp japonica* x japónica), procedentes de la Universidad Técnica de Babahoyo, Provincia de Los Ríos.

***2.6 Tratamientos y diseño experimental***

Los tratamientos fueron las 44 líneas F5 de arroz originarias de los cruces interespecíficos (*Oryza sativa L. ssp. japonica* x *Oryza rufipogon G*) (Tabla11) y cruces simples (*Oryza sativa L. ssp japonica* x japónica) (Tabla 12).

**Tabla 11: Líneas de arroz procedentes de cruces interespecíficos.**

<b>Cruces Interespecíficos (<i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i> x <i>Oryza rufipogon</i> G)</b>	
<b>Nº de líneas</b>	<b>Líneas F5</b>
1	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:21
2	PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14
3	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15
4	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9
5	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:8
6	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:22
7	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:10
8	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16
9	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:11
10	PUYON/JP002 P8-32 P97 I:17
11	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20
12	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:27
13	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6
14	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18
15	PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26
16	PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 21
17	PUYON/JP002 P8-32 P109 I: 23
18	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11
19	PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26
20	PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11
21	DH/JP003 P2#40 P17 I:26

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.



**Tabla 12: Líneas de arroz procedentes de cruces simples.**

<b>Cruces simples de (<i>Oryza sativa</i> L. ssp japónica x japónica)</b>	
<b>Nº de líneas</b>	<b>Líneas F5</b>
22	JP003/JP001 P1#P1 P5 I:28
23	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13
24	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:22
25	JP00 3/JP001 P1#P1 P16 I:36
26	JP003/JP001 P*2#3 P 21 I:33
27	JP002/JP001 P*P5 P13 I:2
28	JP002/JP001 P*P5 P13 I:5
29	JP002/JP001 P*P5 P13 I:7
30	JP002/JP001 P*P5 P13 I:15
31	JP002/JP001 P*P5 P13 I:16
32	JP002/JP001 P*P5 P13 I:19
33	JP002/JP001 P*P5 P13 I:28
34	JP002/JP001 P*P5 P36 I: 3
35	JP002/JP001 P*P5 P36 I:21
36	JP002/JP001 P*P5 P36 I:28
37	JP002/JP001 P*P5 P50 I:2
38	JP002/JP001 P*P5 P50 I:2
39	JP002/JP001 P*P5 P50 I:10
40	JP002/JP001 P*P5 P50 I:26
41	T3: ARENILLAS
42	T4: JAZMIN
43	T2: SFL-011
44	T1: FL-1480

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.

Todos los tratamientos estuvieron dispuestos en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones (Tabla 13), en un área total de 138 m<sup>2</sup>. En los bloques fueron establecidas 12 plántulas por línea y una planta por sitio con distancias de 0.25 m entre planta y 0.25 m entre hilera, con 1 m de distancia entre bloques. Los resultados de las variables agronómicas fueron sometidos al análisis de varianza y las medias de los tratamientos comparadas mediante el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error utilizando el software InfoStat.

**Tabla 13: Grados de libertad del experimento.**

<b>F.V.</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	3
Tratamientos	44
Error experimental	86
Total	131

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.

### **2.6.1 Delineamiento experimental**

A continuación, se expone el delineamiento experimental (Tabla 14) utilizado en el ensayo.

**Tabla 14: Delineamiento experimental empleado en el ensayo en la zona Mangalralto.**

<b>Delineamiento experimental</b>	<b>BCA</b>
Distancia entre hileras	1,40m
Distancia entre plantas	0,25m
Número de hileras por tratamientos	1
Número de tratamientos	44
Número de plantas por tratamientos	12
Área total del experimento	138m <sup>2</sup>

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.

## **2.7 Manejo del ensayo**

### **2.7.1 Preparación del terreno**

Se realizó la limpieza y nivelación del terreno en el área a utilizar y se construyó una piscina de 138m<sup>2</sup> la misma en la que se realizó el riego para fanguear y posteriormente aplicar 4kg de difosfato de amonio DAP, como fertilización de fondo.

### **2.7.2 Trasplante de las plántulas.**

Cuando el área experimental estuvo debidamente acondicionada se trasplantaron 12 plántulas por cada línea F5 de arroz, la germinación esta nueva variedad genética fue realizada en el Centro de Prácticas de la Universidad Técnica de Babahoyo, Provincia de los Ríos.

### **2.7.3 Riego**

Posterior al trasplante de las líneas F5 se realizó el riego por el método de inundación dejando una capa mínima de 10 cm de agua.

### **2.7.4 Control de maleza**

El control de maleza se realizó de forma manual, con la finalidad de evitar que el cultivo tenga competencia en la absorción de nutrientes, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo; por ser una investigación se ejecutaron 12 deshierbas manuales,

### **2.7.5 Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó en base a la incidencia de insectos- plagas (Tabla 15) presentes en el cultivo de arroz y que: Caracol (*Pomacea canaliculata*), Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*), Barrenador del arroz (*Chilo Supressalis*), Sogata (*Tagosodes orizicolus*), Chinche (*Eusarcoris inconspicuus*).

**Tabla 15: Productos fitosanitarios para el control de insectos-plagas en el arroz.**

Número de aplicaciones	Producto	Ingrediente activo	Plagas	Dosis
3	Agrin 25 (Insecticida agrícola)	Cypermethrin	Sogata Rosquilla negra	1,5 g/L
3	Botrizzin 500 (Fungicida Floable)	Carbendazim	Barrenador del arroz	1,5g/L
2	Metholicaq 900 (Insecticida agrícola)	Methomyl	Chinche	1,5g/L

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.

### 2.7.6 Fertilización

Para la fertilización del cultivo de arroz se aplicó 4 kg de DAP en la siembra y posteriormente 3 kg de sulfato de amonio más 1 kg de Muriato de potasio cada 20 días; también se utilizó el fertilizante foliar Dazan 30 g/L cuando el cultivo entro en la etapa de floración.

### 2.7.7 Cosecha

Se realizaron dos cosechas de forma manual; la primera entre los 144 a los 148 (DDT), y entre los 160 a los 163 (DDT), estas dos épocas de cosecha se debieron a que los materiales no tuvieron una madurez fisiológica uniform. Para este trabajo se utilizó una hoz y fundas de papel para guardar las semillas cosechadas.

## 2.8 Variables experimentales

### 2.8.1 Contenido de clorofila

En la evaluación de esta variable se hizo uso de un equipo especializado para medir el porcentaje del contenido de clorofila en las planta de arroz llamado comercialmente Atleaf, esto se realizó colocando una hoja de cada tratamiento en el centro del equipo en donde se encuentra el sensor, el mismo que determinó el porcentaje de clorofila en

cada planta, se efectuó una evaluación a los 36 (DDT) para lo cual se seleccionaron 10 plantas por línea.

### **2.8.2 Vigor**

Para esta variable se utilizó la escala de vigor (Tabla 16) del Sistema de Evaluación Estándar para el Arroz del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en 10 plantas por tratamiento, a los 50 días después del trasplante (DDT).

**Tabla 16: Escala de vigor del cultivo de arroz del CIAT.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>ESCALA</b>
Plantas muy vigorosas	1
Plantas vigorosas	3
Plantas intermedias o normales	5
Plantas menos vigorosas de lo normal	7
Plantas muy débiles y pequeñas	9

Fuente: (Rosero, Sistema de evaluación estándar para el arroz, 1983).

### **2.8.3 Días a floración**

Los días a floración se establecieron, contando el número de días desde el trasplante hasta cuando el 50% de panículas estaban fuera de la vaina.

### **2.8.4 Ciclo vegetativo (días)**

Días transcurridos desde el semillero hasta la cosecha de las plantas en cada uno de los tratamientos.

### **2.8.5 Macollos por planta**

Se estableció mediante el conteo del número de macollos por planta.

### **2.8.6 Panículas por planta**

El número de panículas por planta, se determinó mediante el registro de la cantidad de espigas emergidas por planta en cada tratamiento.

### **2.8.7 Longitud de la hoja bandera (cm)**

En la etapa de floración se midió la longitud de la hoja bandera de cada planta, desde la base de la hoja hasta el apéndice de la lámina foliar.

### **2.8.8 Ancho de la hoja bandera (cm)**

Esta variable se estableció en la etapa de floración de la población F5 de arroz, en la hoja bandera, desde la parte central de la lámina foliar.

### **2.8.9 Altura de planta (cm)**

Midiendo desde el ras del suelo hasta el ápice de la panícula más prominente en los individuos por cada tratamiento, en la fase de maduración.

### **2.8.10 Granos por panícula**

Número de granos existentes en la panícula seleccionada por planta, de cada tratamiento en las líneas F5 de arroz.

### **2.8.11 Granos vanos por panícula**

En esta variable se evaluó el número de granos vanos en la panícula seleccionada por planta, de cada tratamiento en las líneas F5 de arroz.

### **2.8.12 Longitud de panícula (cm)**

Se determinó midiendo desde el espacio del nudo ciliar hasta el apéndice de la panícula en la espiga seleccionada por individuo en cada tratamiento.

### **2.8.13 Desgrane (%)**

Esta variable se determinó mediante la evaluación de la espiga seleccionada en cada individuo, se ejecutó el conteo del número de granos en cada espiga, posteriormente se realizó el desgrane sosteniendo la panícula en la mano y apretándola sutilmente con los dedos, con esto se provocó un desprendimiento de granos, los mismos que fueron utilizados para el cálculo de porcentaje de desgrane y el valor resultante se utilizó para aplicar la escala del sistema de evaluación estándar para el arroz del CIAT (Tabla 17).

**Tabla 17: Escala de % desgrane de granos de arroz CIAT.**

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>	<b>Escala</b>
Difícil	0-15%	1
Moderadamente difícil	16-30%	3
Intermedio	31-45%	5
Moderadamente susceptible	46-60%	7
Susceptible	> 61%	9

**Fuente:** (Rosero, Sistema de evaluación estándar para el arroz, 1983).

#### **2.8.14 Longitud (mm) de grano con cascara y descascarado.**

Para la evaluación de esta variable se seleccionó cinco granos por cada individuo, se midió la longitud del grano con cascara y descascarado, se usó el calibrador vernier, los valores obtenidos fueron sumados, promediados y clasificados según la escala de evaluación estándar del CIAT (Tabla 18).

**Tabla 18: Escala de longitud del grano de arroz, (CIAT).**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>RANGO</b>
Extra largo	> 7,5 mm
Largo	6,61 – 7,5 mm
Medio	5,6- 6,6 mm
Corto	< 5,5 mm

**Fuente:** (Rosero, Sistema de evaluación estándar para el arroz, 1983).

#### **2.8.15 Ancho (mm) de grano con cascara y descascarado**

Se midió el ancho del grano con cáscara y sin cáscara, utilizando el calibrador vernier.

#### **2.8.16 Peso de 1000 granos (g)**

En esta variable se seleccionaron 1000 granos por planta en cada tratamiento, revisando que no estuvieran afectados por insectos o enfermedades, los mismos que fueron pesados en una balanza de precisión.

### **2.8.17 Rendimiento (g)**

El rendimiento se obtuvo después del secado y expresado en gramos por planta; también se hizo una aproximación en kg/ha.



## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Resultados

De las 44 líneas F5 de arroz, probablemente debido a las condiciones agroclimáticas de Manglaralto, solo respondieron 17 líneas F5 de arroz, las que fueron evaluadas y analizadas estadísticamente (Tabla 19).

**Tabla 19: Líneas F5 de arroz (*Oryza sativa*) adaptadas en la zona Manglaralto.**

<b>Cruces interespecíficos (<i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i> x <i>Oryza rufipogon</i> G)</b>	
<b>Nº de líneas</b>	<b>Líneas F5</b>
1	PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14
2	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15
3	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9
4	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16
5	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20
6	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6
7	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18
8	PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26
9	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11
10	PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26
11	PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11
<b>Cruces simples (<i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i> x <i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i>)</b>	
<b>Nº de líneas</b>	<b>Líneas F5</b>
12	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13
13	JP00 3/JP001 P1#P1 P16 I:36
14	JP002/JP001 P*P5 P13 I:28
15	JP002/JP001 P*P5 P36 I:28
16	JP002/JP001 P*P5 P50 I:2
17	T1: FL-1480

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019.

Las 17 líneas que se adaptaron respondieron de manera satisfactoria a las condiciones de Manglaralto, es decir sobresalieron en las características vegetativas y de rendimiento. Al respecto, Ortíz (2016) argumenta que las condiciones climáticas que se presenten en una determinada zona, el distanciamiento entre plantas y la variabilidad genética, determinan la adaptabilidad, resistencia, crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo establecido.

### **3.1.1 Variables agronómicas**

Las variables agronómicas altura de planta, macollos por planta, longitud de la hoja bandera, diámetro de la hoja bandera, días a floración, ciclo vegetativo, panículas por planta y longitud de panícula por planta presentaron diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 20). El número de macollos por planta, días a la floración y longitud de la panícula en todos los tratamientos tuvieron medias poblacionales iguales. El coeficiente de variación osciló entre 2,09 y 29,37 lo que denota la confiabilidad de los resultados.

Las líneas que presentaron resultados promisorios fueron PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20 originaria del cruce Interespecíficos (*Oryza sativa* L. ssp. japonica x *Oryza rufipogon* G), con 87,93 cm de altura de planta, 50,33 macollos por planta, 82,67 panículas por planta, y 20,47 cm de longitud de panícula y el tratamiento JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36 procedente del cruce simples (*Oryza sativa* L. ssp japonica x japónica), con 101,23 cm de altura de planta, 36,00 macollos por planta, 45,00 panículas por planta y 19,40 cm de longitud de panícula por planta.

**Tabla 20. Promedios generales de las variables agronómicas en las 17 líneas F5 de arroz.**

Tratamientos /Variables		Altura de planta (cm)	Macollos /Planta	Longitud hoja bandera (cm)	Diámetro hoja bandera (cm)	Días a floración	Ciclo vegetativo (días)	Panículas/ Planta	Longitud panícula (cm).
1	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	87,93 bcdef	50,33 a	39,50 def	2,00 a	84,00 de	151,33 a	82,67 a	20,47 a
2	PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	86,63 cdef	47,67 a	39,80 def	1,93 ab	90,00 bc	146,00 a	72,67 ab	21,30 a
3	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	85,90 cdef	43,67 a	40,17 def	1,90 ab	94,67 ab	146,00 a	54,33 abc	19,60 a
4	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	85,20 def	39,00 a	41,63 cde	2,00 a	82,00 e	145,67 a	54,33 abc	20,97 a
5	PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	87,50 bcdef	37,67 a	39,17 def	1,93 ab	90,67 bc	151,33 a	52,00 abc	21,47 a
6	JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	102,90 a	32,67 a	50,13 a	1,83 abc	82,00 e	145,67 a	35,00 bc	22,10 a
7	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	84,83 def	51,67 a	41,90 cde	1,97 ab	83,00 de	145,67 a	75,00 ab	22,70 a
8	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	101,23 ab	36,00 a	42,53 cd	1,87 abc	81,00 e	151,00 a	45,00 abc	19,40 a
9	PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	85,37 cdef	40,67 a	39,23 def	1,83 abc	80,00 e	145,67 a	61,33 abc	22,90 a
10	JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	91,03 abcdef	50,00 a	39,43 def	1,70 cd	93,33 abc	146,00 a	60,00 abc	21,90 a
11	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	99,23 abc	29,33 a	43,90 bc	1,80 bc	80,00 e	151,00 a	28,67 c	21,73 a
12	T1: FL-1480	98,43 abcd	42,67 a	46,80 ab	2,00 a	97,33 a	151,33 a	64,00 abc	21,20 a
13	PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	83,60 ef	33,33 a	41,30 cdef	1,97 ab	83,00 de	150,67 a	52,00 abc	19,27 a
14	JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	96,97 abcde	48,67 a	41,87 cde	1,93 ab	97,33 a	146,00 a	46,67 abc	21,23 a
15	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	87,63 bcdef	37,67 a	38,40 ef	2,00 a	88,33 cd	151,00 a	50,67 abc	22,80 a
16	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	85,47 cdef	38,67 a	37,80 f	1,97 ab	83,00 de	150,67 a	54,00 abc	21,23 a
17	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	79,70 f	40,30 a	40,87 cdef	1,60 d	98,00 a	151,67 a	58,33 abc	22,63 a
<b>Coefficiente de variación %</b>		5,09	29,37	2,79	3,09	2,09	4,11	23,79	9,84

Fuente: Sánchez S. Ruth J.

### 3.1.2 Variables de producción

En las variables de producción se detectó diferencia estadística (Tabla 21) en granos por panícula, desgrane de panícula, longitud de grano con cascara, diámetro de grano con cascara, longitud de grano descascarado, diámetro de grano descascarado, peso de 1000 granos; en cambio granos por panícula, diámetro grano con cáscara y diámetro de grano sin cáscara tuvieron igual comportamiento. El coeficiente de variación en todas las variables evaluadas es aceptable.

En las variables de producción, sobresalen las líneas PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18 originaria del cruce interespecífico *Oryza sativa* L. ssp. japonica x *Oryza rufipogon* G), con 118,14 granos por panícula, 7,90 mm y 2,43 mm de longitud y ancho de grano con cascara, 6,70 mm y 2,10 mm de longitud y ancho de grano descascarado, 26,33 gramos de peso en 1000 granos, y 2,22 gramos de rendimiento por planta. Y el tratamiento JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13 procedente de cruces simple (*Oryza sativa* L. ssp japonica x japonica), con 125,35 granos por panícula, 7,23 mm y 2,80 mm de longitud y ancho de grano con cascara, 6,57 mm y 2,60 mm de longitud y ancho de grano descascarado, 29,40 gramos de peso en 1000 granos, y 2,12 gramos de rendimiento por planta.

**Tabla 21. Promedios generales de las variables de producción en las 17 líneas F5 de arroz.**

	<b>Tratamientos /Variables</b>	<b>Granos/ Panícula</b>	<b>% Granos vanos</b>	<b>Desgrane panícula (%)</b>	<b>Longitud grano con cascara (mm)</b>	<b>Diámetro grano con cascara (mm)</b>	<b>Longitud grano sin cascara (mm)</b>	<b>Diámetro grano sin cascara (mm)</b>	<b>Peso 1000 granos (g/p)</b>	<b>Rendimi- ento (g /planta).</b>
1	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	103,49 a	91,33 a	9,50 cdef	7,50 ab	3,00 a	6,30 ab	2,23 a	25,68 abc	2,18 abc
2	PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	107,62 a	98,33 a	13,33 bc	7,30 ab	2,63 a	5,70 ab	2,07 a	24,89 abc	3,27 a
3	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	129,94 a	95,00 a	12,10 bcd	7,83 ab	2,57 a	7,60 ab	2,50 a	22,54 bc	1,57 c
4	PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	118,14 a	98,00 a	8,47 cdef	7,90 ab	2,43 a	6,70 ab	2,10 a	26,33 abc	2,22 ab
5	PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	112,67 a	97,00 a	19,47 ab	7,70 ab	2,63 a	7,20 ab	2,00 a	43,19 ab	2,13 bc
6	JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	110,17 a	99,33 a	4,93 ef	6,50 b	3,17 a	5,43 ab	2,40 a	37,24 abc	1,97 bc
7	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	113,37 a	95,33 a	10,13 bcde	7,43 ab	2,70 a	6,80 ab	2,20 a	41,13 abc	1,29 c
8	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	111,44 a	92,00 a	4,20 f	7,37 ab	2,77 a	6,60 ab	2,43 a	29,40 abc	2,74 ab
9	PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	135,41 a	98,67 a	9,03 cdef	7,90 ab	3,03 a	6,50 ab	2,47 a	48,64 a	2,17 abc
10	JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	122,34 a	98,67 a	9,50 cdef	7,43 ab	2,87 a	8,30 a	2,67 a	25,56 abc	1,28 c
11	JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	125,35 a	96,33 a	3,83 f	7,23 ab	2,80 a	6,57 ab	2,60 a	29,40 abc	2,12 bc
12	T1: FL-1480	114,15 a	99,00 a	8,13 cdef	9,67 a	2,87 a	7,97 ab	2,43 a	28,45 abc	1,63 bc
13	PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	87,53 a	93,00 a	14,73 abc	7,50 ab	2,67 a	6,47 ab	2,17 a	27,48 abc	2,70 ab
14	JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	114,80 a	83,67 a	5,97 def	5,20 b	2,90 a	4,63 b	2,43 a	22,92 bc	1,09 c
15	PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	110,41 a	99,67 a	21,43 a	7,73 ab	2,77 a	7,03 ab	2,33 a	26,37 abc	1,29 c
16	PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	105,44 a	93,33 a	12,53 bcd	7,30 ab	2,97 a	6,27 ab	2,23 a	28,44 abc	1,70 bc
17	PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	124,00 a	80,00 a	8,37 cdef	7,50 ab	2,77 a	6,40 ab	2,27 a	25,77 abc	1,13 c
	<b>Coefficiente de variación %</b>	23,45	9,82	19,38	12,52	10,46	16,05	12,35	21,2	19,32

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

### **3.2 Discusión**

En cuanto a la altura de la planta, los resultados coinciden con Haro Bazán (2016), quien con las variedades INIAP-14 y SFL-09, en la zona Mata de Cacao-Los Ríos alcanzó altura entre 89 y 125 cm y con Muñoz (2015) que con la línea INIAP 14 en Vinges- Los Ríos, obtuvo promedios similares.

La línea PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15 alcanzó una media de 51.67 macollos por planta y el individuo JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13, 29.33; estos valores se sitúan en los rangos señalados por López & Montenegro (2018) quienes con la variedad INIAP-11, sembrada en diferentes días, indican 32, 22 macollos por planta. De igual modo Zelada & Guerrero (2018) con trasplante tradicional vs trasplante en hileras y con diferentes densidades de siembra obtuvieron con las distancias 35x35 y 30x30 35.5 y 31.4 macollos respectivamente. .

La adaptabilidad, resistencia, crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz en sus diferentes etapas fenológicas se ve altamente influenciado por las condiciones de ambiente, y por las características genéticas de las líneas o variedades cultivadas. Las bajas temperaturas, la dependencia de nutrientes, agua y espacio inciden en la duración del ciclo vegetativo, en el crecimiento de la planta y en su capacidad de macollamiento(Vilas, 2020).

Herrera *et al.* (2017) reportan con la variedad INIAP-15, 15,80 panículas/planta, igual que investigaciones de Brasil e India (16 y 23 panículas/planta). Los resultados de este ensayo son superiores, pues PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20 obtuvo el mayor número de panículas con 82.67 espigas y la línea JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13 con 28.67 presentó el menor número de panículas por planta.

En la variable longitud de panícula, Mayorga *et al.* (2018) muestra valores con la variedad SFL-11, de 26.20 cm, 26.50 cm, 25.87 cm, 29.57 cm y 27.25 cm. Por otro lado, Días *et al.* (2017) utilizó 16 líneas avanzadas y dos testigos comerciales (INCA-LP5, INCA-LP7) y obtuvieron una media de 28.77cm, resultando los valores 32,1 cm y 23.9cm como mayor y menor con respecto a longitud de panícula. Lo alcanzado en esta investigación son menores; así, la línea PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26 presentó 22.90 cm.

En el presente ensayo, el porcentaje de granos vanos obtenidos en todos los tratamientos fueron altos. Velasco & Alfredo, (2020) mostraron que los porcentajes de granos vanos obtenidos con las variedades SFL 11 e INIAP 11 fueron 3.60%, 2.18%. Las altas temperaturas, la humedad relativa, y el exceso de nitrógeno debido a la mala distribución por las lluvias, afectan la fisiología de la planta. En la etapa reproductiva las temperaturas altas pueden producir panículas estériles por lo que es importante tener en cuenta las épocas de siembra, las variedades y la calidad de semilla. Català *et al.* (2019) menciona que el porcentaje de granos vanos por panícula es uno de los componentes más influenciados por la salinidad, las condiciones climáticas, el nivel de enfermedades y la tolerancia de la variedad.

La fase reproductiva que incluye floración, fertilidad de las espiguillas, y llenado de grano es un factor determinante en el rendimiento del cultivo, está influenciada por la humedad del suelo, la fertilización y el manejo fitosanitario del mismo con un buen manejo del cultivo y desarrollo apropiado se obtienen altos rendimientos (Puig, 2016).

Hay información diversa sobre granos por panícula Navarrete *et al.* (2018) informa valores entre 79.8 y 87.1; López & Hernández *et al.* (2018) con líneas F6 de arroz, señala 90 y 118 granos por panícula. En el presente trabajo, PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26 se destaca con 135.33 (granos/panícula) superando a los autores señalados.

Cedeño Dueñas *et al.* (2018) con el material genético SFL-11 obtuvo promedios de entre 35,25 g y 27.10 g en 1000 granos; Sánchez & Loqui (2019) con la variedad INIAP-12, 25.19 g de peso de 1000 granos. Las líneas PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26 y PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6 obtuvieron valores de 48.64 y 22.54, que son superiores al de los autores mencionados.

Los factores climáticos afectan los procesos fisiológicos relacionados con la formación, el tamaño y la calidad del grano, debido a que las temperaturas bajas después de la etapa de floración intervienen en el proceso de llenado de grano, reduciendo levemente la longitud del mismo. El arroz en las etapas de floración y maduración requieren temperaturas de entre 30°C- 33°C y 20°C-29°C el centro de prácticas Manglaralto presento temperaturas bajas (22°C-19°C) en comparación con las requeridas por el cultivo. Sin embargo Sandoval Balladares, (2018) expone que en la noche las temperaturas altas intensifican la respiración de la planta, generándose un

mayor consumo de las reservas acumuladas en el día por las temperaturas bajas debido a la función cloroflica, favoreciendo el llenado y la maduración del grano.

Con respecto a la variable rendimiento (g/planta) Mirallas (2020) con las líneas JP002/JP001 P \* P5 P:13 I:22 y JP001/JP003 P1 \* P11 P:4 I:13 obtuvo rendimientos de 8,77 y 8,55 (g/planta). En esta investigación, las líneas PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14 y JP002/JP001 P\*P5 P13 I:28 presentaron valores de entre 3.27 y 1.09 (g/planta). Existen varios factores que intervienen en el rendimiento y productividad del cultivo de arroz, entre los más importantes encontramos; el clima, características físicas y químicas del suelo, y del agua, además de la fertilización, como menciona Macedo (2018), los altos rendimientos obtenidos en la producción de arroz se debe a una buena asimilación de los elementos que se aplican, debido a que las aplicaciones ineficientes generan, plantas pequeñas, reducción en la producción de macollamientos, menor peso y menor número de granos por panícula.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ***Conclusiones***

El análisis de los resultados alcanzados en la investigación “Reacción de 44 líneas F5 de arroz (*Oriza sativa*) a la calidad de agua de riego, en la parroquia Manglaralto” permite establecer las siguientes conclusiones:

- De los las 44 líneas F5 de arroz (*Oriza sativa*), 17 se adaptaron a las condiciones agroclimáticas presentes en el Centro de Apoyo Manglaralto.
- Las 17 líneas F5 seleccionadas mostraron un buen comportamiento agronómico frente a la calidad del agua de riego y presentaron un buen desarrollo morfológico y fisiológico, lo que permite aceptar la hipótesis planteada.

### ***Recomendaciones***

Se recomienda:

- Desarrollar ensayos en la época lluviosa con las 17 líneas seleccionadas, para ratificar la reacción favorable al agua de riego en las condiciones de Manglaralto-Santa Elena.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Libro

Cabrera, F.A.V., 2016. *Mejoramiento genético de plantas: Segunda Edición*. Universidad Nacional de Colombia.

Lozano, R.H., 2015. *Guía de trabajo, Federación Nacional de arroz*. Naxos, Bogota.

Mora Delgado, 2019. *Bioindicadores en el suelo y abonos organicos*. Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima.

Pincioli, M., Ponzio, N.R., 2015. *EL arroz. Alimento de millones*, Primera Edición. ed. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.

Rueda, E.O., 2009. *La Salinidad: ¿Un problema o una opción para la agricultura?*, Primera Edición. ed. Universidad de Sonora, Mexico.

### Artículo en revista científica

Alava, C., Eduardo, D., 2017. Diferenciación de productividad en términos económicos en el manejo del rebrote “soca” en el cultivo del arroz en el cantón Daule provincia del Guayas.

Álvarez López, H., 2020. Manual de Injertación en Frutales, Contribución en Fisiología Vegetal. Repos. Inst. - UNJ.

Andrade-Castañeda, H.J., Segura-Madrigal, M.A., Rojas-Patiño, A.S., Andrade-Castañeda, H.J., Segura-Madrigal, M.A., Rojas-Patiño, A.S., 2016. Carbono orgánico del suelo en bosques riparios, arrozales y pasturas en Piedras, Tolima, Colombia. *Agron. Mesoam.* 27, 233–241.

Apunte, G., Carlos, J., 2019. “Comportamiento de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) según su estado fenológico a distintos niveles de salinidad”.

Arriaga, M., Darío, R., 2016. Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

Barzola, N., Javier, E., 2017. Efecto de tres fuentes de potasio en el control del manchado de grano en el cultivo de arroz *Oriza sativa* L. INIAP 11.

Bazán, H., Javier, O., 2016. Evaluación comparativa en lotes comerciales de dos variedades de arroz, (*Oryza sativa* L.) sembradas en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos.

Beltramo, V.D., Gómez, J., Sierra, J., 2004. Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Montería, Córdoba. *Temas Agrar.* 21–29. <https://doi.org/10.21897/rta.v9i1.620>

Bernardi, L.A.D., 2017. Perfil del mercado de arroz 18.

Cazar, V., Jeancarlos, J., 2019. Efecto de la aplicación foliar de silicio y VIUSID®agro en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo dos sistemas de riego 30.

Cedeño Dueñas, J., Cedeño García, Galo, Alcívar Alcívar, J., Cargua Chávez, J., Cedeño Sacón, F., Cedeño García, George, Constante Tubay, G., 2018. Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Sci. Agropecu.* 9, 503–509.

Coronel, F., Eudith, L., 2020. Efecto del ácido abscísico, aplicado en el momento del llenado de grano, sobre el rendimiento y calidad molinera de arroz (*Oryza sativa* L.), en la costa de la Región Lambayeque, Perú. *Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo.*

Cristo Valdés, E., Pérez León, N., González Cepero, M.C., 2012. Comportamiento de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) promisorios para suelo salino. *Cultiv. Trop.* 33, 42–46.

Cristo-Valdés, E., González, M.C., Ventura, E., Rodríguez, A.T., 2018. Efecto de la salinidad en estadios iniciales del desarrollo de tres cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultiv. Trop.* 39, 65–70.

Cubero, B., 2016. Salinidad y sodicidad. *SEFV* 62, 51.

Díaz Solís, S.H., Morejón Rivera, R., Lucinda David, D., Castro Álvarez, R., 2015. Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. *Cultiv. Trop.* 36, 131–141.

Escobar, M., Sulay, Z., 2017. “Obtención de semilla F1 de arroz tipo índica (*Oryza sativa* L.) mediante hibridación simple, para crear poblaciones de genética diversa”.

Esquivel Díaz, W.F., Yandry Lorena, O.Q., 2019. Efectos de la aplicación de la Abamectina (Abacmetin), y el Dipel (*Bacillus thuringiensis*) como control biológico, en el vaneamiento de la espiga en el cultivo de arroz para el municipio de Campoalegre-Huila.

FAO, 2017. Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Organ. Las N. U. Para Aliment. Agric. XX Edición N° 4, 10.

García, M.D., Molina, M. del C., Caso, O.H., 2017. La regeneración de plantas de maíz (*Zea mays ssp mays*) a partir del cultivo de tejidos y su aplicación en el mejoramiento genético. Rev. Fac. Agron. Plata 68, 15–25.

Granados, C., Giraldo, A., 2012. Methods and agricultural uses of genetic engineering applied to rice crop. Rev. Colomb. Biotecnol. 14, 179–195.

Guerrero, O., Rafael, A., 2019. Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), aplicando micorrizas (*Glomus* sp), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero.

Herrera, E.A.O., Martínez, E.J.C., Hidalgo, E.I.Á., 2017. Comparación de un sistema de intensificación del cultivo de arroz (SICA) con sistemas tradicionales de siembra en la zona de Churute, Ecuador. Rev. Cienc. Tecnol. 10, 1–6.

Lastiri Hernández, M.A., Álvarez Bernal, D., Soria Martínez, L.H., Ochoa Estrada, S., Cruz-Cárdenas, G., Lastiri Hernández, M.A., Álvarez Bernal, D., Soria Martínez, L.H., Ochoa Estrada, S., Cruz-Cárdenas, G., 2017. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 8, 1245–1257.

López, C.S.V., Montenegro, L.O.V., 2018. Tiempo de trasplante en la productividad del cultivo de arroz *Oryza sativa*, INIAP-11. Rev. ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103 9, 7–11.

López-Hernández, M.B., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Miranda-Colín, S., Barrios-Gómez, E.J., Martínez-Rueda, C.G., López-Hernández, M.B., López-

- Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Miranda-Colín, S., Barrios-Gómez, E.J., Martínez-Rueda, C.G., 2018. Rendimiento de grano y sus componentes, y densidad de raíces en arroz bajo riego y seco. *Agrociencia* 52, 563–580.
- Maqueira, L.A., Roján, O., Torres, K., Duque, D., Torres, W., 2018. Duración de las fases fenológicas, su influencia en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultiv. Trop.* 39, 68–73.
- Maqueira López, L.A., Torres de la Nova, W., Pérez Mesa, S.A., Díaz Paez, D., Roján Herrera, O., 2016. Influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultiv. Trop.* 37, 65–70.
- Marchesi, C., 2016. El arroz, pilar de la alimentación mundial. INIA Tacuaremo 46.
- Medina-García, L.R., 2016. La agricultura, la salinidad y los hongos micorrízicos arbusculares: una necesidad, un problema y una alternativa. *Cultiv. Trop.* 37, 42–49.
- Messmer, M., Wilbois, K.-P., Baier, C., Schäfer, F., Arncken, C., Drexler, D., Hildermann, I., 2015. *Técnicas de Mejora Vegetal* 48.
- Milicia, V.J., Chiesa, Á., Coviella, A., Soto, M.S., 2018. Producción de híbridos interespecíficos entre *Nierembergia ericoides* Y *Nierembergia linariaefolia* Mediante la aplicación de técnicas de rescate embrionario. *Chil. J. Agric. Amp Anim. Sci.* 34, 234–242.
- Morejón, R., Díaz Solís, S.H., 2015. Selección de líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) provenientes del programa de mejoramiento genético en “Los Palacios.” *Cultiv. Trop.* 36, 126–132.
- Muñoz, J.U.S., 2015. *Ingeniero agropecuario* 104.
- Navarrete, E.N.C., Maridueña, J.M.P., Arteaga, C.A.C., Vasquez, G.E.G., Paredes, J.E.L., 2018. Interacción fungicidas y fertilizantes, sobre el complejo manchado de grano en arroz de seco. *J. Sci. Res. Rev. Cienc. E Investig.* ISSN 2528-8083 3, 10–17. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp10-17p>

Núñez-Vázquez, M., Martínez-González, L., Reyes-Guerrero, Y., 2018. Oligogalacturónidos estimulan el crecimiento de plántulas de arroz cultivadas en medio salino. *Cultiv. Trop.* 39, 96–100.

O’Geen, A., 2018. Consejos sobre la sequía: Recuperar los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos 8.

Piedra, A., Cepero, M.C., 2015. Indicadores del crecimiento inicial y del estado nutricional para la selección temprana de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes a la salinidad. *Cultiv. Trop.* 36, 41–48.

Poveda, G., Andrade, C., 2018. Producción sostenible de arroz. *Contrib. Las Cienc. Soc.*

Ramírez, P.P.O., Castañeda, J.G., 2017. Caracterización fisicoquímica y abundancia microbiana de suelos agrícolas con baja productividad en el noreste de guanajuato. jóvenes en *Cienc.* 3, 127–132.

Ramírez, Q., Amparo, J., 2016. Evaluación de la patogenicidad de *Burkholderia glumae* y *Burkholderia gladioli*, en semilla plántula y planta de tres variedades de arroz (*Oryza sativa*).

Rodriguez, C.P., 2015. Producción de semilla y cruzamientos entre accesiones de maíz del departamento del Magdalena, Colombia. *Acta Agronómica* 64, 83–92. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n1.44551>

Rodríguez Ledesma, N.D., Torres Sevillano, C.N., Chaman Medina, M.E., Hidalgo Rodríguez, J.E.M., 2019. Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* “arroz” (Poaceae). *Arnaldoa* 26, 931–942. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26305>

Rodríguez Moreno, V.M., Ruíz Corral, J.A., Padilla Ramírez, J.S., Silva Serna, M.M., Rodríguez Moreno, V.M., Ruíz Corral, J.A., Padilla Ramírez, J.S., Silva Serna, M.M., 2016. Mapeo espacial de la salinidad del suelo a través de sensores remotos. Estudio de caso norte de Tamaulipas. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7, 2577–2587.

Rueda, J.M.T., 2019. Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos. *Apthapi* 5, 1539–1563.

Schuch, L.O.B., Kohls, I., Almeida, A. da S., Deuner, C., Cavalcante, J.A., 2016. Calidad fisiológica de semillas y variabilidad entre plantas en una población de arroz. *Rev. Verde Agroecol. E Desenvolv. Sustentável* 11, 28–32.

Senamhi, 2018. Monitoreo Agrometeorológico del cultivo de arroz. El Estado Cultivo Arroz Fue Bueno Debido Que Se Present. Condiciones Agrometeorológicas Precipitación Temp. Favor. Para Las Fases Desarro. Veg. Maduración I, 4.

Suárez, J.L.L., 2019. Ingeniero agropecuario 70.

Suárez, L., Luis, J., 2019. Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE.

Taleisnik, E., 2019. La salinidad. *An. ANAV* tomo LXX (2017).

Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., Salas, R., Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., Salas, R., 2015. Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema s, v y r correlacionado con la sumatoria térmica. *Agron. Costarric.* 39, 121–130.

Vera, A., Susana, V., 2016. Hibridación interespecífica de arroz (*Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* L. ssp. japonica) para la obtención de segregantes F1 con potencial genético en el desarrollo de germoplasma mejorado.

Vera, M.F.A., Cornejo, J.T.P., 2018. Producción arrocería del Ecuador caso Samborondón 2011-2015. *Rev. Espac.* 39, 12.

Viteri, G.I.V., Zambrano, C.E., 2016. Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis de la evolución de precios en el eslabón productor-consumidor. *Rev. Cienc. Tecnol.* 9, 11–17.

Yupanqui, R., Milagros, R., 2019. Métodos para recuperar suelos afectados por la salinidad y/o sodicidad. *Univ. Científica Sur.*

Zelada, J.D.O., Guerrero, F.O.C., 2018. Comparación técnico-económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras de arroz (*Oryza Sativa* L.) en la provincia Bellavista (departamento de San Martín). *Stud. Veritatis* 16, 201–227.

## **Tesis**

Laoretani, E.A., 2019. *Evaluación de propiedades físicas en suelos sódicos, en distintas especies forrajeras con diferentes aplicaciones de yeso (Tesis)*. Universidad Nacional de La Plata.

Obregón, G., 2019. “*Disminución de la salinidad de suelos aplicando biochar a base de biomasa animal y vegetal en Cañete, 2019.*” Universidad César Vallejo, Lima-Perú.

Pacheco, M., Valentin, F., 2016. Evaluación de nuevas líneas promisorias de arroz (ORIZA SATIVA L.) bajo condiciones de secano en la zona de vincos. (Thesis). Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo.

Terlera, T., Silvia, M., 2017. Caracterización molecular de genes que otorgan tolerancia a estrés en trigo (*Triticum aestivum*) mediante la aplicación de modernas técnicas de biología molecular (Tesis). Universidad Nacional de La Plata.

## **Informe o reporte**

INIAP, 2019. Informe de análisis químico de agua.

## **Página Web**

Aleman, S., 2018. *Cultivo de arroz (Oriza sativa L.)* [WWW Document]. Guía Centa Arroz. URL [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Arroz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf) (accessed 3.31.20).

Meteored, 2019. Tiempo en Manglaralto. Clima a 14 días - Meteored [WWW Document]. URL [https://www.meteored.com.ec/tiempo-en\\_Manglaralto-America+Sur-Ecuador-Guayas--1-20127.html](https://www.meteored.com.ec/tiempo-en_Manglaralto-America+Sur-Ecuador-Guayas--1-20127.html) (accessed 3.17.20).

Zamorano, E.A.P., Pedraza, W.J., Nuñez, J.M., [wpedraza@zamorano.edu](mailto:wpedraza@zamorano.edu), n.d. Biblioteca Digital Escuela Agrícola Panamericana Zamorano [WWW Document]. <https://bdigital.zamorano.edu>. URL <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6710> (accessed 6.9.20).



## ANEXOS

**Tabla 1A. Análisis de la varianza, altura de plantas 17 líneas F5 de arroz (cm).**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura de planta	51	0,79	0,67	5,09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2479,39	18	137,74	6,56	<0,0001
Tratamiento	2344,90	16	146,56	9,98	<0,0001
Repetición	134,48	2	67,24	3,2	0,0539
Error	671,69	32	20,99		
Total	3151,08	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 2A. Comparación de medias altura de planta, Tukey ( $\leq 0.05$ ), 17 líneas F5 de arroz.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	102,90	3	2,65 A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	101,23	3	2,65 A B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	99,23	3	2,65 A B C
T1: FL-1480	98,43	3	2,65 A B C D
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	96,97	3	2,65 A B C D E
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	91,03	3	2,65 A B C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	87,93	3	2,65 B C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	87,63	3	2,65 B C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	87,50	3	2,65 B C D E F
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	86,63	3	2,65 C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	85,90	3	2,65 C D E F
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	85,47	3	2,65 C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	85,37	3	2,65 C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	85,20	3	2,65 D E F
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	84,83	3	2,65 D E F
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	83,60	3	2,65 E F
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	79,70	3	2,65 F

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 3A. Análisis de la variable macollos por plantas evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

<b>Macollos por planta</b>	51	0,45	0,14	29,37	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	3819,96	18	212,22	1,45	0,1744
Tratamiento	2148,08	16	134,25	0,92	0,558
Repetición	1671,88	2	835,94	5,72	0,0075
Error	4679,45	32	146,23		
Total	8499,41	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 4A. Análisis de la variable macollos por planta con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	51,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	50,33	3	6,98	A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	50,00	3	6,98	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	48,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	47,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	43,67	3	6,98	A
T1: FL-1480	42,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	40,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	40,30	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	39,00	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	38,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	37,67	3	6,98	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	37,67	3	6,98	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	36,00	3	6,98	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	33,33	3	6,98	A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	32,67	3	6,98	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	29,33	3	6,98	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 5A. Análisis de la variable longitud de hoja bandera evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
--	----------	----------------------	-------------------------	-----------

Variable	Longitud de hoja bandera	51	0,92	0,87	2,79
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	483,73	18	26,87	20,06	<0,0001
Tratamiento	470,88	16	29,43	21,97	<0,0001
Repetición	12,85	2	6,42	4,8	0,0151
Error	42,87	32	1,34		
Total	526,6	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 6A. Análisis de la variable longitud de hoja bandera con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	N	E.E.
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	50,13	3	0,67 A
T1: FL-1480	46,80	3	0,67 A B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	43,90	3	0,67 B C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	42,53	3	0,67 C D
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	41,90	3	0,67 C D E
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	41,87	3	0,67 C D E
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	41,63	3	0,67 C D E
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	41,30	3	0,67 C D E F
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	40,87	3	0,67 C D E F
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	40,17	3	0,67 D E F
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	39,80	3	0,67 D E F
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	39,50	3	0,67 D E F
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	39,43	3	0,67 D E F
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	39,23	3	0,67 D E F
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	39,17	3	0,67 D E F
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	38,40	3	0,67 E F
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	37,80	3	0,67 F

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 7A. Análisis de la variable ancho de hoja bandera evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Ancho hoja bandera	51	0,85	0,77	3,09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,63	18	0,03	10,15	<0,0001
Tratamiento	0,62	16	0,04	11,24	<0,0001
Repetición	0,01	2	0,009	1,42	0,2557
Error	0,11	32	0,004		
Total	0,74	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 8A. Análisis de la variable ancho de hoja bandera con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	N	E.E.			
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	2,00	3	0,03	A		
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	2,00	3	0,03	A		
T1: FL-1480	2,00	3	0,03	A		
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	2,00	3	0,03	A		
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	1,97	3	0,03	A	B	
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	1,97	3	0,03	A	B	
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	1,97	3	0,03	A	B	
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	1,93	3	0,03	A	B	
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	1,93	3	0,03	A	B	
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	1,93	3	0,03	A	B	
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	1,90	3	0,03	A	B	
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	1,87	3	0,03	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	1,83	3	0,03	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	1,83	3	0,03	A	B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	1,80	3	0,03		B	C
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	1,70	3	0,03			C D
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	1,60	3	0,03			D

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 9A. Análisis de la variable floración (días) evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

<b>Floración (días)</b>	51	0,95	0,92	2,09	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	2089,37	18	116,08	34,59	<0,0001
Tratamiento	2082,75	16	130,17	38,79	<0,0001
Repetición	6,63	2	3,31	0,99	0,3835
Error	107,37	34	3,36		
Total	2169,75	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 10A. Análisis de la variable floración (días) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>					
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	98,00	3	1,06	A				
T1: FL-1480	97,33	3	1,06	A				
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	97,33	3	1,06	A				
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	94,67	3	1,06	A	B			
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	93,33	3	1,06	A	B	C		
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	90,67	3	1,06		B	C		
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	90,00	3	1,06		B	C		
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	88,33	3	1,06			C	D	
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	84,00	3	1,06				D	E
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	83,00	3	1,06				D	E
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	83,00	3	1,06				D	E
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	83,00	3	1,06				D	E
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	82,00	3	1,06					E
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	82,00	3	1,06					E
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	81,00	3	1,06					E
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	80,00	3	1,06					E
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	80,00	3	1,06					E

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 11A. Análisis de la variable días a cosecha (días) evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
-----------------	----------	----------------------	-------------------------	-----------

<b>Días a cosecha (días)</b>	51	0,38	0,03	4,11	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	724,24	18	40,24	1,08	0,408
Tratamiento	356,67	16	22,29	0,60	0,8595
Repetición	367,57	2	183,78	4,95	0,0134
Error	1187,10	32	37,1		
Total	1911,33	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 12A. Análisis de la variable cosecha (días) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	151,67	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	151,33	3	3,52	A
T1: FL-1480	151,33	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	151,33	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	151,00	3	3,52	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	151,00	3	3,52	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	150,67	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	150,67	3	3,52	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	146,00	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	146,00	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	146,00	3	3,52	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	146,00	3	3,52	A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	146,00	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	145,67	3	3,52	A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	145,67	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	145,67	3	3,52	A
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	145,67	3	3,52	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 13A. Análisis de la variable altura de plantas evaluadas en 17 líneas F5 de arroz.**

<b>Variable Panículas por planta</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
	51	0,64	0,43	23,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9778,67	18	543,26	3,09	0,0026
Tratamiento	8784,98	16	549,26	3,13	0,0029
Repetición	993,69	2	496,84	2,83	0,0739
Error	5618,31	32	175,57		
Total	15396,98	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 14A. Análisis de la variable panículas por planta con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	82,67	3	7,65	A		
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	75,00	3	7,65	A	B	
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	72,67	3	7,65	A	B	
T1: FL-1480	64,00	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	61,33	3	7,65	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	60,00	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	58,33	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	54,33	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	54,33	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	54,00	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	52,00	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	52,00	3	7,65	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	50,67	3	7,65	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	46,67	3	7,65	A	B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	45,00	3	7,65	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	35,00	3	7,65		B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	28,67	3	7,65			C

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 15A. Análisis de la variable longitud de panícula evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	Longitud de panícula	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
		51	0,42	0,1	9,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	103,96	18	5,78	1,31	0,2460
Tratamiento	63,55	16	3,97	0,90	0,5750
Repetición	40,41	2	20,20	4,58	0,0178
Error	141,12	32	4,41		
Total	245,09	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 16A. Análisis de la variable longitud de panícula con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	22,90	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	22,80	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	22,70	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	22,63	3	1,21	A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	22,10	3	1,21	A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	21,90	3	1,21	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	21,73	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	21,47	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	21,30	3	1,21	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	21,23	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	21,23	3	1,21	A
T1: FL-1480	21,20	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	20,97	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	20,47	3	1,21	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	19,60	3	1,21	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	19,40	3	1,21	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	19,27	3	1,21	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 17A. Análisis de la variable granos por panícula evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Granos por panícula</b>	51	0,33	0	23,45
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				



F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11277,54	18	626,53	0,87	0,6102
Tratamiento	6228,66	16	389,29	0,54	0,9021
Repetición	5048,88	2	2524,44	3,52	0,0415
Error	22950,4	32	717,20		
Total	34227,95	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 18A. Análisis de la variable granos por panícula con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	135,41	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	129,94	3	15,46	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	125,35	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	124,00	3	15,46	A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	122,34	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	118,14	3	15,46	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	114,80	3	15,46	A
T1: FL-1480	114,15	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	113,37	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	112,67	3	15,46	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	111,44	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	110,41	3	15,46	A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	110,17	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	105,44	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	103,49	3	15,46	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	102,71	3	15,46	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	87,53	3	15,46	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 19A. Análisis de la variable % de granos vanos evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%Granos vanos por panícula	51	0,54	0.29	9,82	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor

Modelo.	3289,53	18	182,75	2,12	0,0311
Tratamiento	1469,25	16	91,83	1,06	0,424
Repetición	1820,27	2	910,14	10,55	0,0003
Error	2790,39	32	86,26		
Total	6049,92	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 20A. Análisis de la variable % granos vanos con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamiento	Medias	n	E.E.
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	99,67	3	5,36 A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	99,33	3	5,36 A
T1: FL-1480	99,00	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	98,67	3	5,36 A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	98,67	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	98,33	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	98,00	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	97,00	3	5,36 A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	96,33	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	95,33	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	95,00	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	93,33	3	5,36 A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	93,00	3	5,36 A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	92,00	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	91,33	3	5,36 A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	83,67	3	5,36 A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	80,00	3	5,36 A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 21A. Análisis de la variable % de desgrane evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% Desgrane	51	0,91	0,85	19,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1239,72	18	68,87	17,17	<0,0001

Tratamiento	1159,07	16	72,44	18,06	<0,0001
Repetición	80,65	2	40,33	10,06	0,0004
Error	128,33	32	4,01		
Total	1368,05	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 22A. Análisis de la variable % desgrane con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.						
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	21,43	3	1,3	A					
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	19,47	3	1,3	A	B				
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	14,73	3	1,3	A	B	C			
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	13,33	3	1,3		B	C			
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	12,53	3	1,3		B	C	D		
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	12,10	3	1,3		B	C	D		
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	10,13	3	1,3		B	C	D	E	
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	9,50	3	1,3			C	D	E	F
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	9,50	3	1,3			C	D	E	F
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	9,03	3	1,3			C	D	E	F
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	8,47	3	1,3			C	D	E	F
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	8,37	3	1,3			C	D	E	F
T1: FL-1480	8,13	3	1,3			C	D	E	F
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	5,97	3	1,3				D	E	F
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	4,93	3	1,3					E	F
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	4,20	3	1,3						F
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	3,83	3	1,3						F

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 23A. Análisis de la variable longitud grano con cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	Longitud grano con cáscara	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
		51	0,62	0,41	12,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45,89	18	2,55	2,91	0,0040
Tratamiento	35,02	16	2,19	2,50	0,0133
Repetición	10,87	2	5,44	6,21	0,0053
Error	28,01	32	0,88		
Total	73,91	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 24A. Análisis de la variable longitud grano con cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	N	E.E.		
T1: FL-1480	9,67	3	0,54	A	
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	7,90	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	7,90	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	7,83	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	7,73	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	7,70	3	0,54	A	B
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	7,50	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	7,50	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	7,50	3	0,54	A	B
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	7,43	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	7,43	3	0,54	A	B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	7,37	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	7,30	3	0,54	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	7,30	3	0,54	A	B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	7,23	3	0,54	A	B
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	6,50	3	0,54		B
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	5,20	3	0,54		B

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 25A. Análisis de la variable longitud grano sin cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable Longitud grano sin cáscara	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
	51	0,54	0,29	16,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43,01	18	2,39	2,12	0,031
Tratamiento	37,98	16	2,37	2,11	0,0357
Repetición	5,03	2	2,51	2,23	0,1241
Error	36,08	32	1,13		
Total	79,09	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 26A. Análisis de la variable longitud grano sin cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	8,30	3	0,61	A	
T1: FL-1480	7,97	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	7,60	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	7,20	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	7,03	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	6,80	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	6,70	3	0,61	A	B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	6,60	3	0,61	A	B
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	6,57	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	6,50	3	0,61	A	B
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	6,47	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	6,40	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	6,30	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	6,27	3	0,61	A	B
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	5,70	3	0,61	A	B
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	5,43	3	0,61	A	B
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	4,63	3	0,61		B

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 27A. Análisis de la variable ancho de grano con cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	Ancho de grano con cascara	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
		51	0,52	0,25	10,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,94	18	0,16	1,91	0,0539
Tratamiento	1,65	16	0,10	1,21	0,3150
Repetición	1,29	2	0,64	7,52	0,0021
Error	2,74	32	0,09		
Total	5,68	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 28A. Análisis de la variable ancho grano con cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	3,17	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	3,03	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	3,00	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	2,97	3	0,17	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	2,90	3	0,17	A
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	2,87	3	0,17	A
T1: FL-1480	2,87	3	0,17	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	2,80	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	2,77	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	2,77	3	0,17	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	2,77	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	2,70	3	0,17	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	2,67	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	2,63	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	2,63	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	2,57	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	2,43	3	0,17	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 29A. Análisis de la variable ancho de grano sin cáscara evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

Variable	Ancho de grano sin cáscara.	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
		51	0,44	0,12	12,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,04	18	0,11	1,37	0,2113
Tratamiento	1,70	16	0,11	1,29	0,2612
Repetición	0,33	2	0,17	2,03	0,1481
Error	2,64	32	0,08		
Total	4,68	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 30A. Análisis de la variable ancho grano sin cascara con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	2,67	3	0,17	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	2,60	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	2,50	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	2,47	3	0,17	A
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	2,43	3	0,17	A
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	2,43	3	0,17	A
T1: FL-1480	2,43	3	0,17	A
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	2,40	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	2,33	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	2,27	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	2,23	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	2,23	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	2,20	3	0,17	A
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	2,17	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	2,10	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	2,07	3	0,17	A
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	2,00	3	0,17	A

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 31A. Análisis de la variable peso de 1000 granos (g) evaluada en 17 líneas de F5 de arroz.**

Variable	Peso de 1000 granos (G)	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
		51	0,69	0,52	21,2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2899,33	18	161,07	3,98	0,0003
Tratamiento	2819,31	16	176,21	4,36	0,0002
Repetición	80,03	2	40,01	0,99	0,3829
Error	1294,34	32	40,45		
Total	4193,68	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 32A. Análisis de la variable peso de 1000 granos (g) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5.**

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	48,64	3	3,67	A		
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	43,19	3	3,67	A	B	
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	41,13	3	3,67	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	37,24	3	3,67	A	B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	29,40	3	3,67	A	B	C
T1: FL-1480	28,45	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	28,44	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	27,48	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	26,37	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	26,33	3	3,67	A	B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	26,05	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	25,77	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	25,68	3	3,67	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	25,56	3	3,67	A	B	C
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	24,89	3	3,67	A	B	C
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	22,92	3	3,67	A		C
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	22,54	3	3,67	A		C

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 33A. Análisis de la variable rendimiento (gramo/planta) evaluada en 17 líneas F5 de arroz.**

	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
--	---	----------------	-------------------	----



<b>Variable Rendimiento (G/P)</b>	51	0,83	0,74	19,32	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,85	18	1,21	8,89	<0,0001
Tratamiento	19,39	16	1,15	8,42	<0,0001
Repetición	3,46	2	1,73	12,67	0,0001
Error	4,37	32	0,14		
Total	26,22	50			

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

**Tabla 34A. Análisis de la variable rendimiento (g/p) con Test de Tukey al 5% en 17 líneas F5 de arroz.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
PUYON/JP002 P8-29 P66 I:14	3,27	3	0,21	A		
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:36	2,74	3	0,21	A	B	
PUYON/JP003 P11-10 P87 I:11	2,70	3	0,21	A	B	
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:18	2,22	3	0,21	A	B	
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:20	2,18	3	0,21	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P87 I:26	2,17	3	0,21	A	B	C
PUYON/JP002 P8-32 P97 I: 26	2,13	3	0,21		B	C
JP003/JP001 P1#P1 P16 I:13	2,12	3	0,21		B	C
JP002/JP001 P*P5 P50 I:2	1,97	3	0,21		B	C
PUYON/JP002 P8-29 P65 I:16	1,70	3	0,21		B	C
T1: FL-1480	1,63	3	0,21		B	C
PUYON/JP002 P8-32 P109 I:6	1,57	3	0,21			C
PUYON/JP002 P8-32 P35 I:11	1,34	3	0,21			C
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:15	1,29	3	0,21			C
JP002/JP001 P*P5 P36 I:28	1,28	3	0,21			C
PUYON/JP002 P8-29 P32 I:9	1,13	3	0,21			C
JP002/JP001 P*P5 P13 I:28	1,09	3	0,21			C

Fuente: Sánchez S. Ruth J. 2019

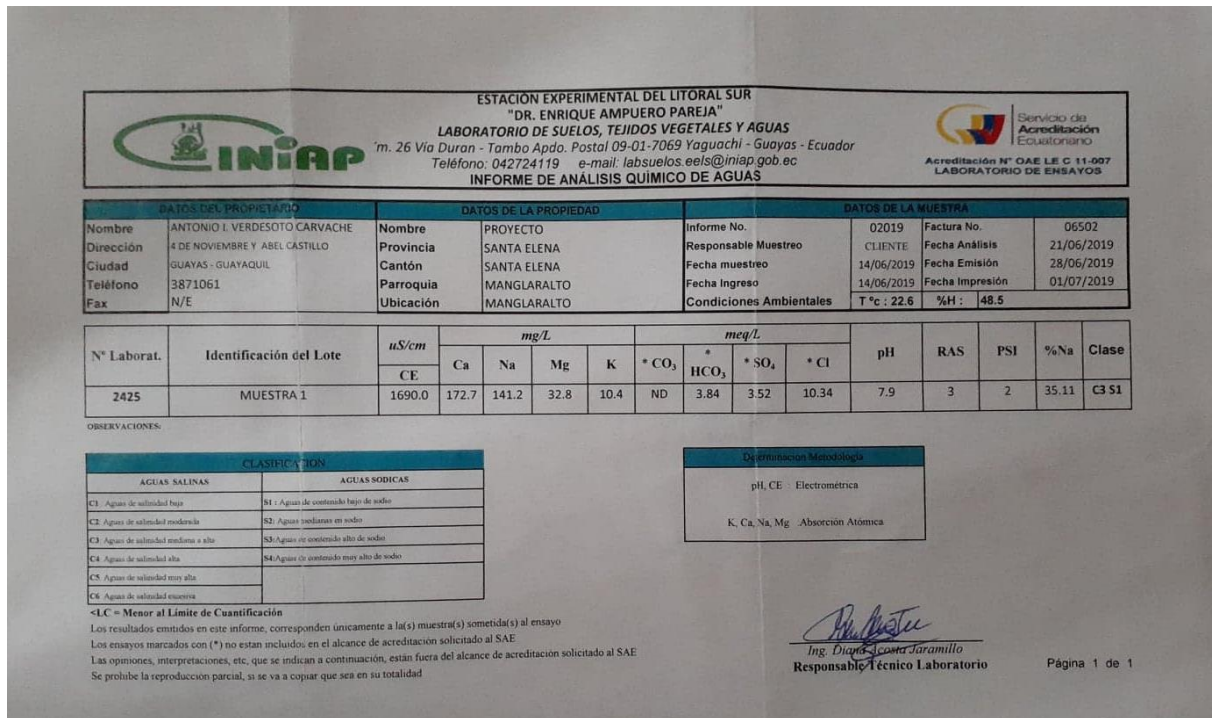


Figura 2A. Preparación del área donde se trasplantaron las líneas F5 de arroz.



Figura 3A. Fanguero y preparación de suelo para el trasplante de las líneas F5 de arroz.



Figura 4A. Trasplante de las líneas F5 de arroz en el sitio donde se desarrollaron.



Figura 5A. 44 líneas F5 de arroz establecido en el centro de apoyo Manglaralto.



Figura 6A. Monitoreo de lámina de agua de riego en el ensayo de arroz, Manglaralto.



Figura 7A. Control manual de malezas en el cultivo de arroz, Manglaralto.



Figura 8A. Fertilización manual al boleto (sulfato de amonio y muriato de potasio) en el cultivo de arroz, Manglaralto.



Figura 9A. Monitoreo y control de plagas y enfermedades en el cultivo de arroz, Manglaralto.



Figura 10A. Aplicación de insecticida para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de arroz.



Figura 11A. Aplicación manual de fertilizante foliar en la etapa de desarrollo del cultivo de arroz.



Figura 12A. Evaluación de las variables experimentales en el ensayo de arroz.



Figura 13A. Plantas de arroz en fase de floración y llenado de grano.



Figura 14A. Cultivo de arroz entrando a fase de maduración.





Figura 15A. Monitoreo de los tratamientos que están listos para la cosecha.



Figura 16A. Cosecha del cultivo de arroz en el centro de apoyo UPSE Manglaralto.



Figura 17A. Contabilización de macollos y espigas del cultivo de arroz.



Figura 18A. Macollos de las líneas F5 de arroz con tres espigas.

Figura 19A. Recolección de muestras de arroz para las evaluaciones en



laboratorio.

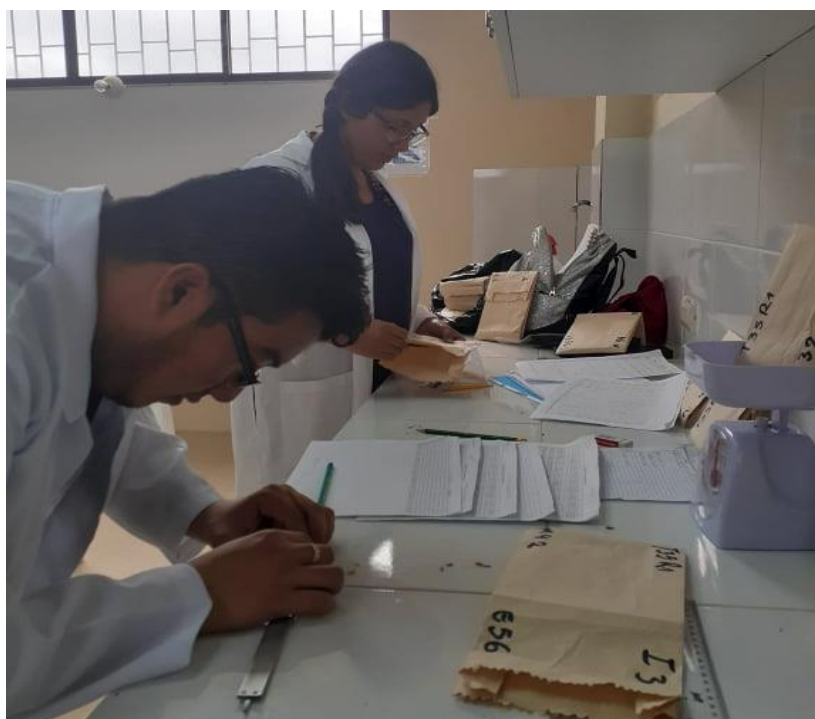


Figura 20A. Variables pos-cosecha evaluadas en laboratorio.



Figura 21A. Evaluación de la variable longitud y granos por espiga.

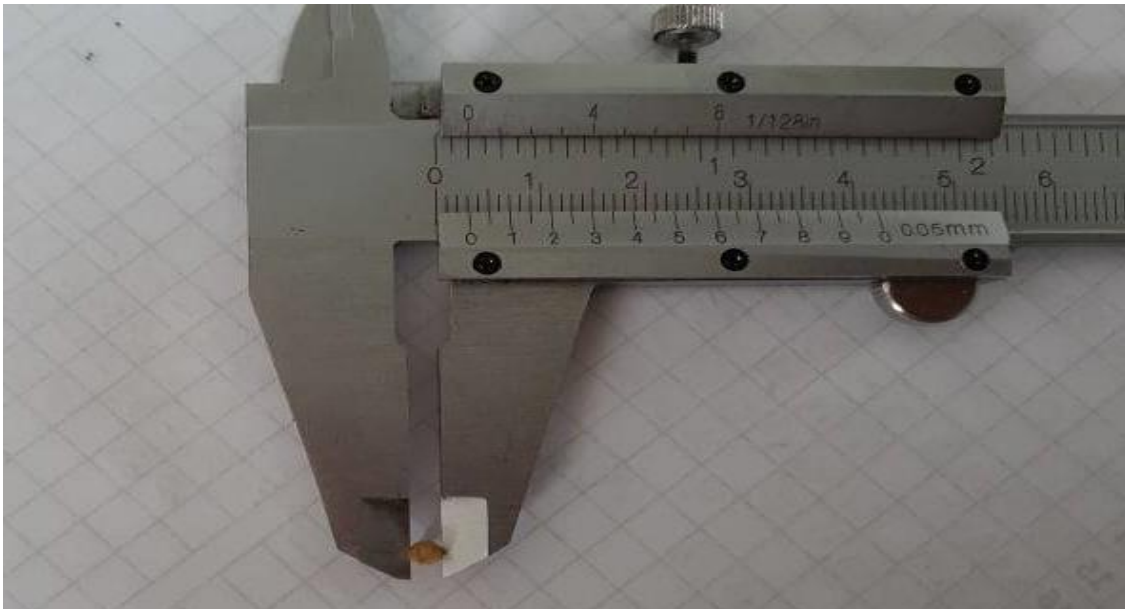


Figura 22A. Evaluación de la variable longitud de grano en las líneas F5 de arroz.

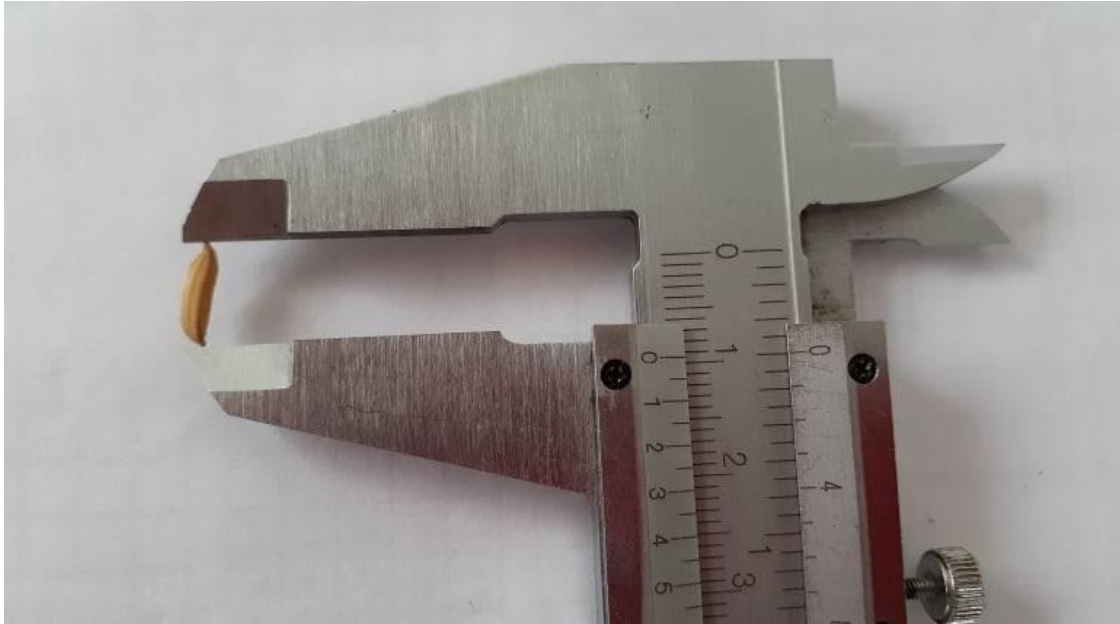


Figura 23A. Evaluación de la variable ancho de grano en las líneas F5 de arroz.



Figura 24A. Pesaje de granos mediante el uso de una gramera analítica.