



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Identificación fenológica del primordio floral en cuatro líneas promisoras de
arroz (*Oryza* sp.), bajo el sistema de siembra por trasplante con dos programas
de fertilización en la zona de Baba.

AUTOR:

Geovanny Leonel Santillan Rosado

TUTOR:

Ing. Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR
2023

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	
2	
<i>1.1.1. Contexto Internacional</i>	2
<i>1.1.2. Contexto Nacional</i>	3
<i>1.1.3. Contexto Local</i>	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	5
<i>1.4.1. Objetivo General</i>	5
<i>1.4.2. Objetivos Específicos</i>	5
1.5. HIPÓTESIS	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES	6
2.2. BASES TEÓRICAS	8
<i>2.2.1. Origen</i>	8
<i>2.2.2. Taxonomía</i>	9
<i>2.2.3. Morfología de la planta</i>	9
<i>2.2.4. Fases fenológicas del arroz</i>	11
<i>2.2.5. Sistema de siembra</i>	17

CAPITULO III. METODOLOGÍA	18
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	18
3.1.1. Diseño de investigación y análisis estadístico	18
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	19
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.3.1. Localización del experimento	20
3.3.2. Material genético.....	20
3.3.3. Tratamientos	21
3.3.4. Labores realizadas	22
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	23
3.4.1. Población	23
3.4.2. Muestra.....	24
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	24
3.5.1. Técnicas	24
3.5.2. Instrumentos	25
3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	25
3.6.1. Altura de planta (cm) (AP)	25
3.6.2. Número de hojas por planta (NHP)	25
3.6.3. Grosor de tallo (GT)	25
3.6.4. Vigor (Vg)	26
3.6.5. Volumen de raíces (VR).....	26
3.6.6. Número de macollos por planta. (NMP)	26
3.6.7. Días a la formación del primordio floral (punto de algodón) (DFPF)	26
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	27

CAPITULO IV. resultados y discusión.....	28
4.1.1. Altura de Planta (cm) (AP).	28
4.1.2. Numero de Hojas por Planta (NHP)	31
4.2. Discusión	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1. Conclusiones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de las variables.....	19
Cuadro 2. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 1.....	28
Cuadro 3. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 1.....	29
Cuadro 4. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 2.....	29
Cuadro 5. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 2.....	30
Cuadro 6. Comportamiento de la altura de planta (cm) de cultivares de arroz en relación con los programas de fertilización y días después del trasplante.	31
Cuadro 7. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de hojas por planta del programa de fertilización 1.	32
Cuadro 8. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable número de hojas del programa de fertilización 1.	32
Cuadro 9. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de hojas por planta del programa de fertilización 2.	33
Cuadro 10. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable número de hojas del programa de fertilización 2.	33

Cuadro 11. Comportamiento del número de hojas por planta de cultivares de arroz en relación con los programas de fertilización y días después del trasplante.....	34
Cuadro 12. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de macollos del programa de fertilización 1.	35
Cuadro 13. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable número de macollos del programa de fertilización 1.....	36
Cuadro 14. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de macollos del programa de fertilización 2.	36
Cuadro 15. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable número de macollos del programa de fertilización 2.....	37
Cuadro 16. Comportamiento del número de macollos por planta de cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante..	38
Cuadro 17. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 1.	39
Cuadro 18. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 1.	39
Cuadro 19. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable grosor de tallo por planta del programa de fertilización 2.	40
Cuadro 20. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 2.	40
Cuadro 21. Comportamiento del grosor del tallo en cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante.....	41
Cuadro 22. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 1.	42
Cuadro 23. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 1.	42
Cuadro 24. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 2.	43
Cuadro 25. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 2.	43

Cuadro 26. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 1.....	44
Cuadro 27. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 1.....	44
Cuadro 28. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 2.....	45
Cuadro 29. Resultados de la prueba de Tukey ($p>0,05$) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 2.....	45
Cuadro 30. Comportamiento del volumen radical en cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante.....	46
Cuadro 31. Porcentaje de apareamiento de primordios florales en relación con los días después del trasplante y a los programas de fertilización en arroz.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del Programa de Fertilización 1.....	23
Figura 2. Croquis del Programa de Fertilización 2.....	23
Figura 3. Formación del primordio floral a los 41 DDT en las cuatro líneas promisorias PxJ-07 (A), PxJ-17 (B), PxJ-37 (C) y PxJ-38 (D); y el testigo comercial SFL-11 (E).....	48

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es parte de los alimentos principales de la canasta familiar en Ecuador, donde se consume más de 50 kg per cápita. Las nuevas variedades que se lancen al mercado para su cultivo, deben contar con paquetes tecnológicos para el manejo eficiente e integrado. La Universidad Técnica de Babahoyo ha generado cuatro nuevas líneas promisorias como lo son PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38, que han demostrado un potencial de rendimiento muy alto que superan las 10 t.ha⁻¹; sin embargo, se necesita indagar en otros componentes importantes, como lo es la formación del primordio floral, ya que es en este estado en el cual se debe aplicar la última fertilización nitrogenada para que durante la formación y desarrollo de la panícula, existan nutrientes suficientes para el llenado de sus granos. Los objetivos de este estudio fueron: 1. Determinar el efecto de dos programas de fertilización sobre el tiempo de formación de la etapa fenológica “Primordio floral”; 2. Identificar los caracteres fenológicos que presenten las plantas durante su desarrollo, como indicadores de formación de “Primordio floral”; y 3. Seleccionar el programa de fertilización más apropiado con respecto al tiempo de desarrollo del “Primordio floral”, que permita un manejo óptimo de la nutrición del cultivo bajo el sistema de siembra por trasplante.

Los resultados indicaron que, en general las líneas/cultivares, respondieron mejor al programa 1 de fertilización que al programa 2 durante todas las frecuencias evaluadas. El porcentaje de formación del primordio floral en promedio entre las cuatro líneas promisorias sujetas a los dos programas de fertilización fue de 24% a los 41 DDT y de 79% a los 44 DDT; en la variedad control fue de 23% a los 44 DDT y de 78% a los 47 DDT. En este estudio se planificó que cuando se observe el 50% + 1 de plantas con formación del primordio, sería el indicador para realizar la aplicación de la última fertilización nitrogenada. De acuerdo con esto, observando los resultados, se puede considerar realizarla entre los 42 y 43 días DDT en las cuatro líneas promisorias PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ– 37 y PxJ – 38; y entre los 45 y 46 días para el testigo comercial SFL-11, indiferentemente de las dosis utilizadas en los dos programas de fertilización, ya que resultaron estadísticamente iguales. Se concluye que la línea promisoriosa de arroz PxJ-17, fue estadísticamente superior a las demás líneas/cultivares en sus características morfológicas y fenológicas evaluadas.

Palabras claves: arroz, primordio floral, fertilización, líneas mejoradas, punto de algodón.

SUMMARY

Rice (*Oryza sativa* L.) is part of the main food of the family basket in Ecuador, where more than 50 kg per capita is consumed. The new varieties that are launched on the market for cultivation must have technological packages for efficient and integrated management. The Technical University of Babahoyo has generated four new promising lines such as PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 and PxJ-38, which have demonstrated a very high yield potential exceeding 10 t.ha⁻¹; however, it is necessary to investigate other important components, such as the formation of the floral primordia, since it is in this state in which the last nitrogen fertilization must be applied, so that during the formation and development of panicle, there are enough nutrients for the filling of their grains. The objectives of this study were: 1. To determine the effect of two fertilization programs on the formation time of the phenological stage "Floral Primordia"; 2. Identify the phenological characters that plants present during their development, as indicators of formation of "Floral Primordia"; and 3. Select the most appropriate fertilization program with respect to the development time of the "Floral Primordia", which allows optimal management of crop nutrition under the transplant seeding system.

The results indicated that, in general, the lines/cultivars responded better to fertilization of the program 1 than to program 2 during all frequencies evaluated. The percentage of flower primordium formation on average between the four promising lines subject to the two fertilization programs was 24% at 41 DDT and 79% at 44 DDT; in the control variety it was 23% at 44 DDT and 78% at 47 DDT. In this study it was planned that when 50% + 1 of plants with primordia formation is observed, it would be the indicator to perform the application of the last nitrogen fertilization. According to this, observing the results, it can be considered to perform it between 42 to 43 days DDT in the four promising lines PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ – 37 and PxJ – 38; and between 45 and 46 days for the commercial control SFL-11, regardless of the doses used in the two fertilization programs, since they were statistically the same. It is concluded that the promising line of rice PxJ-17, was statistically superior to the other lines / cultivars in their morphological and phenological characteristics evaluated.

Key words: rice, floral primordia, fertilization, improved lines, cotton knit.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial. Es un cereal que se cultiva en todo el mundo y es una fuente importante de calorías y nutrientes. (Maqueira et al. 2018)

Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria, el rendimiento del arroz en Ecuador varía según la provincia. En 2022, Loja fue la provincia con el mayor rendimiento, con 7,16 toneladas por hectáreas, seguida de Los Ríos (4,69 t/ha), Guayas (4,51 t/ha), El Oro (4,31 t/ha) y por último Manabí (4,14 t/ha). (SIPA 2022)

La mejora genética del arroz es un proceso crucial para aumentar la producción y mejorar la calidad de este cultivo vital. Las líneas promisorias de arroz se obtienen a través de programas de mejora genética, donde se seleccionan y cruzan diferentes variedades de arroz para obtener descendencia con características deseadas.

Los estudios sobre la fenología del arroz en Cuba han demostrado que la temperatura ambiental, la fecha y la distancia de siembra afectan el rendimiento. (Carreño et al. 2013)

La fenología estudia los cambios que se producen en las plantas a lo largo de su ciclo de vida, en relación con el medio ambiente. Esta información es esencial para la planificación y programación de las actividades agrícolas, ya que permite a los productores tomar decisiones más eficientes que pueden aumentar la productividad y la producción. (Maqueira et al. 2018)

El punto de algodón es el primer indicio de la formación de la panícula del arroz. Se puede ver al retirar cuidadosamente la vaina de la hoja bandera. donde se podrá ver un cono blanco vellosa de 1,0 a 1,5 mm de longitud denominado “Punto de Algodón”. (Salazar Coronel 2018)

La duración de las fases fenológicas del arroz es un factor importante para tener en cuenta a la hora de planificar la producción de arroz. Las actividades agrícolas, como las fertilizaciones, deben realizarse en el momento adecuado para obtener los mejores resultados. (Velásquez, J. 2015)

El estudio de la fenología de los cultivos permite a los agricultores tomar decisiones más informadas sobre cómo gestionar sus cultivos. El seguimiento de los cambios en el desarrollo

de los cultivos permite a los agricultores estimar el rendimiento, optimizar el riego y la fertilización, y prevenir plagas y enfermedades. (Salazar Coronel 2018)

El conocimiento de las etapas de desarrollo del arroz es esencial para planificar su cultivo. Los estudios fenológicos proporcionan información sobre cómo la planta responde al clima, lo que es importante para aumentar la producción de alimentos. (Waldini et al. citado por Martínez 2023)

La fenología es el estudio de los cambios en el desarrollo de los cultivos a lo largo del tiempo. Los agricultores pueden utilizar esta información para controlar el crecimiento de sus cultivos. La fenología vegetal es la ciencia que estudia los cambios en el desarrollo de las plantas a lo largo del tiempo. Estos cambios incluyen el crecimiento vegetativo, la reproducción y la respuesta a los factores ambientales, como el clima. La observación de las características morfológicas de una planta es una forma tradicional de determinar su estado fenológico. (Martínez 2023)

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1.1. Contexto Internacional

En el cultivo de arroz de acuerdo con ciertas literaturas, a nivel internacional se utiliza la fase de formación del primordio floral como un indicador de algunos aspectos relacionados al manejo del cultivo, tal como por ejemplo el control de plagas y fertilización de variedades comerciales de arroz. De acuerdo con FedeArroz Sevilla (2020) en un año "normal" en lo que se refiere a la climatología, utilizando variedades de aproximadamente 120 días de ciclo vegetativo, se inicia la diferenciación de la panícula a los 60-70 días tras la siembra. Al cortar longitudinalmente el tallo de arroz desde la base, se observará que ha llegado este estado cuando se aprecie una minúscula panícula casi transparente de 2 milímetros de longitud, que es la estructura misma del primordio floral y que a la vez se conoce como "Punto de Algodón". La gran importancia a nivel internacional de estudios sobre la formación del primordio floral se centraliza en comprender los factores ambientales y moleculares que afectan la formación y el desarrollo de las flores en el cultivo de arroz para así asegurar la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola del país.

1.1.2. Contexto Nacional

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una gramínea de mucha importancia para los ecuatorianos el cual se llega a consumir alrededor de 50 kg per cápita anualmente. Es un alimento básico que muchas veces es consumido hasta tres veces en el día. Existen pocas variedades comerciales en el mercado nacional, y algunas de ellas han permanecido por más de 10 años.

Las variedades que se disponen en el mercado nacional, pocas veces proveen información completa de las fases fenológicas, especialmente la del Primordio floral o también conocida como “Punto de Algodón”, que es de suma importancia conocer, ya que es una fase decisiva para realizar la última fertilización del nitrógeno y brinda la oportunidad de manejar el cultivo de la mejor manera.

En Ecuador se han realizados varios estudios sobre factores ambientales que afectan la formación del primordio floral, por ejemplo: El efecto de la temperatura en la formación del primordio floral en arroz hecho por Rodríguez et al. (2016), el cual habla sobre el impacto de la temperatura en la formación y desarrollo del primordio floral en el arroz en donde se encontró que las altas temperaturas en ciertas etapas de crecimiento influyen en la sincronización de la floración y la producción de semillas.

1.1.3. Contexto Local

En este estudio se requiere correlacionar el manejo de la fertilización en nuevos cultivares de arroz con la formación del primordio floral. En variedades comerciales algunas empresas que las manejan han emitido las recomendaciones correspondientes basadas probablemente en la fenología de la planta de arroz, que se determina días después de su germinación; sin embargo, en líneas promisorias nuevas como las que ha generado la Universidad Técnica de Babahoyo, no se conoce con exactitud los días que toma cada etapa fenológica, especialmente la etapa reproductiva que es en donde inicia la formación del primordio floral o también llamado “punto de algodón”, por lo que es necesario estar al tanto de su desarrollo para así efectuar la debida fertilización de éstas líneas al tiempo correcto y evitar gastos excesivos e inútiles.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se desconocen los días a la formación del primordio floral en materiales nuevos de arroz generados por la Universidad Técnica de Babahoyo, esto con la finalidad de realizar una adecuada fertilización con las dosis correctas en especial la última fertilización nitrogenada para así efectuar un manejo eficiente del cultivo y obtener los máximos rendimientos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Universidad Técnica de Babahoyo lleva a cabo por siete años, un programa de mejoramiento genético de arroz, en el cual ha generado cuatro líneas promisorias de importancia comercial, creadas a partir de dos especies de arroz: *Oryza rufipogon* G. y *Oryza sativa* ssp. japónica, codificadas al momento como PxJ 07, PxJ 17, PxJ 37 y PxJ 38. En estas líneas aún falta por definir algunas características; por lo que esta investigación se realizó con la finalidad de determinar algunos aspectos fenológicos, tal como lo es el “punto de algodón”, que es un estado crítico, que permite manejar de la mejor manera el cultivo al momento de realizar la última fertilización, especialmente del nitrógeno y a la vez con esta labor a tiempo obtener un cultivo más productivo.

Se desarrolló este trabajo con la finalidad de determinar el tiempo transcurrido para llegar a la fase fenológica conocida como primordio floral o también llamada “punto de algodón” de cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza* sp.) incluyendo el control, sometidas a dos programas de fertilización a través del sistema de siembra por trasplante, realizado entre los meses de julio a septiembre, que correspondieron a la época seca del año 2023, en donde se llevaron a cabo actividades de manejo del cultivo más oportunas para evitar una disminución en el rendimiento de los cultivares.

El presente estudio estuvo dirigido a pequeños y grandes productores que ciclo a ciclo están involucrados con la siembra y cosecha del arroz en sus terrenos, que les permite saber y conocer el tiempo adecuado para realizar sus respectivas fertilizaciones en las cuatro líneas promisorias de arroz e incluso en la variedad testigo SFL – 11, labor que al realizarla en el momento adecuado, seguro mejorará y se obtendrá considerables beneficios en rendimiento y producción en beneficio de las familias arroceras ecuatorianas.

1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. *Objetivo General*

Identificar la fase fenológica del “Primordio floral” en cuatro líneas promisoras de arroz sometidas a dos programas de fertilización bajo el sistema de siembra por trasplante.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- ✓ Determinar el efecto de dos programas de fertilización sobre el tiempo de formación de la etapa fenológica “Primordio floral”, bajo el sistema de siembra por trasplante.
- ✓ Identificar los caracteres fenológicos que presenten las plantas durante su desarrollo, como indicadores de formación de “Primordio floral”, bajo el sistema de siembra por trasplante.
- ✓ Seleccionar el programa de fertilización más apropiado con respecto al tiempo de desarrollo del “Primordio floral”, que permita un manejo óptimo de la nutrición del cultivo bajo el sistema de siembra por trasplante.

1.5. HIPÓTESIS

H0= Los programas de fertilización bajo el sistema de siembra por trasplante no influenciarán en la ocurrencia del “Primordio floral” en las cuatro líneas promisoras de arroz.

H1= Los programas de fertilización bajo el sistema de siembra por trasplante influenciarán en la ocurrencia del “Primordio floral” por lo menos en una de las cuatro líneas promisoras de arroz.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La mejora genética tradicional del arroz se basa en la selección de variedades con características deseadas, como un mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, y tolerancia a condiciones adversas. Estas variedades se cruzan entre sí para combinar los genes de interés y crear líneas promisorias que hereden estas características. (Lestari et al. 2019)

Según Las técnicas moleculares, como la selección asistida por marcadores (MAS), han acelerado el proceso de mejora genética del arroz. La MAS permite identificar genes específicos asociados con rasgos deseables, lo que ayuda a los criadores a seleccionar y cruzar variedades con mayor precisión.(Gaballah et al. 2021)

La edición genética es una técnica prometedora para la mejora genética del arroz. La tecnología CRISPR/Cas9 (repeticiones palindrómicas cortas agrupadas regularmente inter espaciadas asociada a la proteína 9) permite modificar genes específicos para mejorar características deseables, como la resistencia a enfermedades, la tolerancia al estrés y la calidad del grano. Esta técnica ofrece una forma más rápida y precisa de introducir cambios genéticos en el arroz. (Aristya et al. 2021)

La definición del rendimiento potencial del arroz se realiza antes de la emergencia de la panícula. Sin embargo, el rendimiento definitivo, que se basa en la cantidad de almidón en los granos de la panícula, se determina principalmente después de la diferenciación de la panícula. Por esta razón, se divide la historia del cultivo en términos de las fases vegetativa, reproductiva y de madurez desde una perspectiva agronómica. (Olmos 2007)

La fertilización edáfica es una técnica de relevante utilidad en aquellos casos donde la disponibilidad nutrimental es un problema, además de que constituye un medio más rápido para que las plantas utilicen los nutrientes. (Alvarado 2016)

Las respuestas del cultivo de arroz a la fertilización, depende del estado o nivel de fertilidad del suelo (estado físico – químico) que se conoce a partir de los distintos análisis, dentro de los factores climáticos se debe tener en cuenta las temperaturas extremas, sequías estacionales, heladas, el agua disponible y el ciclo del cultivo. (Alvarado 2016)

El tema de la fertilización y nutrición en el cultivo de arroz es ampliamente discutido. En Costa Rica, uno de los principales desafíos es el análisis aislado de la nutrición vegetal sin considerar el entorno productivo por parte de los encargados o dueños de las fincas. La rentabilidad del productor depende de su capacidad para suministrar los insumos adecuados en el momento oportuno y con un uso eficiente de los recursos. De lo contrario, se puede obtener un bajo rendimiento con un alto costo, lo que puede poner en riesgo la permanencia del productor en la actividad arrocera. Las recomendaciones de fertilización se basan en rangos específicos de nitrógeno (100 kg), fósforo (40-60 kg) y potasio (80-90 kg). Sin embargo, actualmente no existen planes de fertilización específicos para cada variedad, lo que es importante considerar dado que se espera una expansión de la frontera agrícola mundial en 19 millones de hectáreas para el año 2030, principalmente en tierras de labranza en seco. Por lo tanto, los productores necesitarán un mayor conocimiento de sus variedades para enfrentar este desafío. (Arias-Badilla et al. 2020)

A través del tiempo, los mejoradores de plantas han realizado cruzamientos intentando obtener descendencias que proporcionen nuevas características de interés y beneficio para los agricultores y su economía local. Para mejorar la calidad, productividad, utilidad y acelerar la introducción de características superiores en los productos agrícolas, la biotecnología de plantas ha desarrollado métodos para la fijación de genes exógenos en especies económicamente importantes. (Carlos et al. 2015)

Según Arana (2012) citado por Carlos et al. (2015) el objetivo primordial de los fitomejoradores en el cultivo de arroz es el de desarrollar variedades más productivas para utilizarlas a nivel de fincas. Crestelo (2006) citado por Carlos et al. (2015) indica que en el mejoramiento genético de arroz existen varios métodos los cuales tienen sus ventajas y desventajas, el método a elegir dependerá del interés y la variabilidad presente. Entre los métodos de mejoramiento genético en arroz más conocidos son la selección masal y selección por pedigree.

El desarrollo de las flores en el arroz comienza con la iniciación floral, que está regulada por factores ambientales, como la temperatura y el fotoperíodo. Una vez que se ha iniciado la floración, las flores se desarrollan a través de una serie de etapas, que incluyen la formación

de los sépalos, los pétalos, los estambres y los pistilos. La maduración del polen y la ovulación ocurre en las últimas etapas del desarrollo de las flores. (Yoshida y Nagato 2011)

El primordio floral es una estructura pequeña que se desarrolla en el ápice de crecimiento y que da lugar a la flor. El primordio floral se forma a partir de células meristemáticas, que son células que tienen la capacidad de dividirse y diferenciarse en diferentes tipos de células. El florigen induce la formación del primordio floral al activar genes que regulan la división y diferenciación celular en el ápice de crecimiento. Estos genes codifican proteínas que controlan el ciclo celular, la expresión génica y la morfología celular. La formación del primordio floral es un proceso complejo que está regulado por una interacción de factores genéticos y ambientales. El florigen es uno de los factores genéticos más importantes que regula la formación del primordio floral en el arroz. (Tsuji et al. 2008)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Origen

El arroz es un cereal que se cultiva desde hace miles de años. Es un alimento nutritivo y versátil, y se ha convertido en un elemento básico de la dieta en todo el mundo. En 2004, la FAO lo declaró como el Año Internacional del Arroz, en reconocimiento a su importancia cultural y económica. (Silva 2019)

El género *Oryza* incluye 24 especies, de las cuales dos son las progenitoras de las especies cultivadas de arroz. Las especies asiáticas perennes, *O. rufipogon* y *O. nivara*, son las progenitoras del arroz *O. sativa* L, que se cultiva en todo el mundo. Las especies africanas perenne, *O. barthii*, y *O. breviligulata*, son las progenitoras del arroz africano *O. glaberrima* Steud, que se cultiva principalmente en el oeste de África. (Acevedo et al. 2006)

Los estudios genéticos recientes sugieren que el arroz se originó y domesticó en la región del Himalaya y el suroeste de China. Esta hipótesis se apoya en la gran diversidad genética que existe en esta zona, que se ha conservado debido a la dispersión de semillas y al aislamiento de las condiciones ambientales. (Acevedo et al. 2006)

2.2.2. Taxonomía

CLASIFICACION TAXONOMICA	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Commelinidae</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Ehrhartoideae</i>
Tribu	<i>Oryzeae</i>
Género	<i>Oryza</i>
Especie	<i>Sativa</i>
Nombre científico	<i>Oryza sativa</i> L.

(Silva 2019)

2.2.3. Morfología de la planta

El estudio de la morfología de la planta de arroz es importante para la investigación, ya que permite diferenciar variedades, comprender su fisiología y mejorar su cultivo. La planta de arroz es una gramínea anual con tallos huecos, hojas largas y angostas, y una inflorescencia en panícula. La altura de la planta varía según la variedad, desde 0,4 m en variedades enanas hasta 7 m en variedades flotantes. (Degiovanni et al. 2017)

2.2.3.1. Raíz

El sistema de raíces del arroz se compone de dos tipos: las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Las raíces de la corona se desarrollan a partir de nudos subterráneos, mientras que las raíces de los nudos se desarrollan a partir de nudos aéreos. Las raíces de la corona son más importantes para la absorción de agua y nutrientes, mientras que las raíces de los nudos ayudan a la planta a mantenerse erguida en condiciones de inundación. (Silva 2019)

Según Degiovanni et al. (2017), la planta de arroz tiene dos tipos de raíces: las seminales y las adventicias. Las raíces seminales son las primeras en desarrollarse, pero son temporales y son reemplazadas por las raíces adventicias, que son las raíces permanentes. Las raíces adventicias se forman a partir de los nudos del tallo y son delgadas y fibrosas. A medida que la planta crece, las raíces adventicias se ramifican y se extienden por el suelo, lo que ayuda a la planta a absorber agua y nutrientes.

2.2.3.2. Tallo

El tallo del arroz está formado por una serie de secciones que se alternan, llamadas nudos y entrenudos. En cada nudo se forman una hoja y una yema, que puede desarrollarse y dar lugar a un nuevo tallo, llamado macolla. La macolla característica de la especie *Oryza sativa* se forma a partir de la yema que se encuentra en el nudo que da origen a la hoja principal.(Degiovanni et al. 2017)

El tallo del arroz es un órgano cilíndrico y hueco que se compone de nudos y entrenudos alternados. Los nudos son zonas de crecimiento donde se forman las hojas y las yemas. Las yemas pueden desarrollarse y formar macollos, que son ramas laterales que dan lugar a nuevas plantas. Los entrenudos son las zonas de crecimiento entre los nudos. La longitud y el número de entrenudos determinan la altura de la planta de arroz. Tanto la longitud como el número de entrenudos son características varietales, es decir, que varían según la variedad de arroz. El medio ambiente también puede influir en estos factores, pero en condiciones similares, tienen valores constantes.(Silva 2019)

2.2.3.3. Hojas

Las hojas del arroz son alternas, envainadoras y planas. La vaina se une al limbo por una lígula membranosa, que tiene dos lóbulos y está erguida. La lígula tiene una serie de cirros largos y sedosos en el borde inferior.(Silva 2019)

2.2.3.4. Flor

La flor de arroz tiene seis partes masculinas y una parte femenina. Las partes masculinas, llamadas estambres, sostienen las anteras, que contienen el polen. Las partes femeninas, llamadas pistilo, tienen un ovario que contiene un óvulo y un estigma que recibe el polen. El estigma puede ser de varios colores, según la variedad de arroz.(Degiovanni et al. 2017)

2.2.3.5. Semilla

El arroz es un cereal que produce un fruto simple llamado cariósipide. La semilla de arroz es un ovario maduro y fecundado que se encuentra dentro de la cariósipide. La cariósipide está formada por la cáscara, que consta de la lemma y la pálea, y por el embrión. (Silva 2019)

2.2.4. Fases fenológicas del arroz

El ciclo de vida de una variedad de arroz de 120 días se divide en tres fases: vegetativa, reproductiva y de madurez. La fase vegetativa, que dura entre 55 y 60 días, se caracteriza por el crecimiento de la planta, la formación de macollos y la aparición de hojas. La fase reproductiva, que dura 30 días, se caracteriza por la formación de la panícula, la floración y la fecundación. La fase de madurez, que dura 30 días, se caracteriza por la maduración del grano. (Olmos 2007)

En la fase reproductiva, la planta de arroz deja de crecer en número de macollos y comienza a formar la panícula. La panícula es un conjunto de espiguillas que contienen las flores. La aparición de la panícula suele ocurrir unos 20-25 días después de que la planta haya desarrollado el primordio floral. (Olmos 2007)

El proceso de meiosis en el arroz puede estimarse observando la posición de la lígula de la hoja bandera y la lígula de la hoja inmediatamente inferior. La antesis, por su parte, ocurre un día después de la emergencia de la panícula. Agronómicamente, la emergencia se define como cuando el 50% de las panículas han emergido de la vaina. El período de maduración del grano varía entre 15 y 40 días, dependiendo de la temperatura. (Olmos 2007)

La fase reproductiva del arroz comienza cuando el ovario es fertilizado y el grano comienza a desarrollarse. Durante esta fase, el grano aumenta de tamaño y peso, ya que el almidón y los azúcares se trasladan desde las partes vegetativas de la planta, donde se acumularon durante la fase anterior. (Olmos 2007)

El tiempo que tarda el grano de arroz en madurar varía de 15 a 40 días, dependiendo de la temperatura. La maduración comienza cuando el ovario es fecundado y el grano comienza a crecer. Durante este período, el grano aumenta de tamaño y peso, y los nutrientes se transfieren de las partes vegetativas de la planta, como las vainas, la hoja bandera y los macollos. (Olmos 2007)

2.2.4.1. Fase Vegetativa

➤ Estado 01: Germinación

La fase de germinación del arroz comienza cuando la semilla absorbe agua y finaliza cuando emergen el coleóptilo y la coleorriza. Durante esta fase, la planta es muy susceptible a las malas hierbas, por lo que es importante aplicar herbicidas de preemergencia. (FedeArroz Sevilla 2020)

La germinación y el desarrollo de la plántula de arroz se producen cuando las semillas se activan, lo que ocurre cuando absorben agua y se exponen a temperaturas cálidas. Las condiciones óptimas para la germinación son temperaturas entre 30 y 35 grados centígrados. (Olmos 2007)

➤ Estado 02: Emergencia

El tiempo que tarda el arroz en emerger del suelo varía de 5 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas. En las zonas templadas, como Corrientes y Entre Ríos, las siembras tempranas de septiembre suelen tardar entre 15 y 30 días en emerger. (Olmos 2007)

En los primeros estadios de desarrollo del arroz, la parte foliar de la planta crece más que la parte radicular, debido a las condiciones de inundación. Tras unos 15 días de la siembra, la plántula de arroz comienza a enraizar y emergen sus primeras hojas. Hasta que la plántula tiene dos o tres hojas, se alimenta de las reservas del grano. A partir de este momento, la planta comienza a alimentarse por sí misma, absorbiendo nutrientes del suelo a través de sus raíces secundarias y realizando la fotosíntesis en sus hojas. En esta etapa, las plantas pueden presentar síntomas de amarillamiento, provocados por problemas de salinidad del suelo. En este estadio fenológico, se realizan tratamientos insecticidas y herbicidas para controlar plagas y malezas. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 03: Plántula de 4-5 hojas

Este estado dura unos 10 días. Durante este período, la planta es vulnerable a los vientos extremos, por lo que es importante mantener una lámina de agua de al menos 10 centímetros. También es un buen momento para contar el número de plantas por metro cuadrado, ya que no habrá confusión con los hijos. Durante este estado

fenológico, se pueden continuar los tratamientos fitosanitarios contra quironómidos y efídridos, y se realizan la mayor parte de los tratamientos herbicidas de post-emergencia contra Equinocloa. Actualmente, esta mala hierba se combate en sus primeras etapas de vida con productos específicos para disminuir las dosis y afectar lo menos posible al medio ambiente. (FedeArroz Sevilla 2020)

El macollamiento del arroz es un proceso que depende de una serie de factores, incluyendo el genotipo de la planta, la cantidad de agua disponible, la fertilidad del suelo, la fertilización, la densidad de plantas y las condiciones sanitarias. La temperatura ambiente también es un factor importante, ya que el macollamiento se paraliza a temperaturas inferiores a 15-19 °C y superiores a 34 °C. La temperatura óptima para el macollamiento es de 32-34 °C. (Olmos 2007)

➤ *Estado 04: Inicio de macollamiento*

La temperatura es un factor determinante en el desarrollo fenológico del arroz. En condiciones climáticas normales, comienza a formar macollos a los 25 días de la siembra y sigue ahijando hasta los 70 días, momento en el que alcanza su máximo crecimiento vegetativo y comienza la formación de la panícula. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ *Estado 05: Máximo macollamiento*

La fase vegetativa del arroz finaliza con el máximo macollamiento, dando paso a la fase reproductiva, que comienza con la diferenciación de la panícula. Esta fase tiene una duración de unos 20-25 días, dependiendo de la densidad de siembra, la variedad y la climatología. Durante el máximo macollamiento, los hijos crecen rápidamente hasta alcanzar la misma altura que los padres. Esto hace que el campo se vea uniforme, con todas las plantas a la misma altura. En esta fase, es importante controlar las plagas, como la oruga medidora y el pulgón. También es necesario finalizar los tratamientos herbicidas post-emergentes, ya que su aplicación durante la fase reproductiva puede reducir la producción. Además, durante esta fase se realiza la deshierba manual de las malezas que han resistido a los tratamientos herbicidas. También se aplican los abonos en cobertera. (FedeArroz Sevilla 2020)

2.2.4.2. *Fase Reproductiva*

➤ *Estado 06: Inicio primordio floral*

Una vez que el macollamiento máximo ha finalizado, los campos tienen una altura uniforme y el crecimiento vegetativo se ralentiza, ya que la planta utiliza su energía para formar la panícula (espiga). El comienzo de la diferenciación de la panícula depende de la variedad, la intensidad de la luz, la duración del día y la noche, y las temperaturas. En un año "normal" en términos de clima, la diferenciación de la panícula comienza entre 60 y 70 días después de la siembra. Se puede observar que se ha alcanzado este estado cuando, al cortar longitudinalmente la caña de arroz desde la base del tallo, se puede ver una pequeña panícula casi transparente de 2 milímetros de longitud, conocida como "Punto de Algodón". Es importante recordar que, durante la fase reproductiva, la planta es muy sensible a cualquier tipo de estrés, ya sea causado por tratamientos fitosanitarios o altos niveles de sales en el agua de riego, lo que puede provocar abortos y reducir significativamente la producción. Durante este período, es común continuar con el deshierbe manual y los tratamientos contra plagas como la rosquilla y el pulgón. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ *Estado 07: Elongación del tallo*

El alargamiento del tallo del arroz se produce en diferentes momentos, dependiendo de la variedad. En la variedad Puntal, comienza inmediatamente después de la diferenciación de la panoja y dura unos 10 días. Durante este proceso, los entrenudos de la planta se alargan y salen uno sobre otro, produciendo un tallo rígido y hueco. En este estado, el arroz es susceptible a daños por aves y garzas, que pueden doblar o romper los tallos. También es importante que los jornaleros que realicen la deshierba manual pisen con cuidado para evitar dañar las plantas. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ *Estado 08: Embuchamiento*

El embuchamiento es una fase del cultivo de arroz en la que la vaina de la hoja bandera envuelve a la panícula antes de que ésta emerja. Este estado dura unos 10 días. Es importante regar con agua de baja salinidad durante toda la fase reproductiva, ya que la salinidad puede provocar abortos en las espiguillas, lo que reduce la producción. Los daños causados por la salinidad en las espiguillas ya se pueden

apreciar en el estado de embuchamiento. También es importante prestar atención a las posibles infecciones de "Pyricularia" en el estado fenológico de elongación del tallo y en el estado de embuchamiento. Si las condiciones meteorológicas son favorables para el desarrollo de la enfermedad y aparecen manchas en el cultivo, se recomienda realizar tratamientos preventivos. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 09: Espigamiento

El espigado es el momento en el que la espiga del arroz emerge de la vaina que la protege. Este proceso dura entre 8 y 15 días y depende de las temperaturas. Cuando más del 50% de las espigas han emergido, se considera que el arrozal está en estado fenológico de espigado. Durante este periodo, es importante vigilar las condiciones meteorológicas, los posibles ataques de Pyricularia y la evolución de Nezara viridula. También se puede realizar un conteo de las espigas y una valoración estimativa de los daños causados por salinidad, factores meteorológicos, enfermedades y plagas. Los granos dañados o las espigas dañadas no se llenarán y pasarán a constituir granos vanos. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 10: Floración

La panícula del arroz, que es la inflorescencia de la planta, se asemeja a un ramo de flores. Cada grano de arroz es una flor individual, y las flores se abren poco a poco, comenzando por la punta de la panícula y terminando por la base. La floración dura solo unos minutos, por lo que la autopolinización es muy común. Una vez fecundada, la flor se cierra y comienza el proceso de maduración del grano. (FedeArroz Sevilla 2020)

2.2.4.3. Fase de Maduración

➤ Estado 11: Grano lechoso

En la etapa de grano lechoso, la panícula es verde y erguida, pero se arquea gradualmente a medida que los granos maduran y aumentan de peso. Esta etapa dura aproximadamente 10 días, dependiendo de la variedad. Durante este tiempo, es importante estar atento a tres posibles problemas: *Rupella*, *Pyricularia* y *Nezara viridula*. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 12: Grano pastoso

El contenido de los granos de arroz pierde agua y gana consistencia a medida que maduran. Este estado se denomina grano pastoso, cuando el contenido del grano es una masa blanca blanda pero no dura. A medida que los granos crecen, la panícula se inclina y los granos cambian de color de verde a amarillo. El contenido pastoso se endurece y los granos están listos para cosechar. El período de grano pastoso dura aproximadamente 11 días, según la variedad de arroz. Es importante seguir controlando la Pyricularia y Nezara viridula, ya que estas plagas aún podrían reducir la cosecha en términos de calidad y cantidad. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 13: Grano duro

El estado de grano maduro es fácil de identificar. Los granos están duros al presionarlos con los dedos y han perdido su color verde. El período de grano maduro suele durar unos 12 días, según la variedad. A medida que los granos maduran, las hojas se vuelven amarillas y se caen. Cuando el campo está casi completamente amarillo, se retira el agua de las parcelas para comenzar la cosecha. (FedeArroz Sevilla 2020)

➤ Estado 14: Grano de cosecha (18-22% de humedad)

El arroz está listo para la cosecha cuando todos los granos están duros y amarillentos. La planta se seca y los granos pierden humedad. Es importante tomar una muestra de granos para determinar el porcentaje de humedad. El porcentaje de humedad óptimo para la cosecha es del 18% al 22%. El arroz maduro es más húmedo al amanecer, por lo que la cosecha se suele realizar por la tarde. (FedeArroz Sevilla 2020)

2.2.5. Sistema de siembra

2.2.5.1. Siembra al voleo

La cantidad de semilla que se necesita para sembrar un área determinada depende de varios factores, como la variedad, el método de siembra, el sistema de cultivo, la calidad de la semilla y la fertilidad del suelo. En general, se recomiendan entre 65 y 130 kg de semilla por hectárea para la siembra al voleo, aunque en algunos casos se pueden usar hasta 180 kg. La semilla se puede usar seca o pregerminada. En el caso de la semilla pregerminada, se sumerge en agua durante 24 horas antes de la siembra. Luego, se esparce de manera uniforme sobre el suelo. (Silva 2019)

2.2.5.2. Siembra por trasplante

En el método indirecto manual de siembra, las plántulas se trasplantan del semillero o almácigo al terreno definitivo. El trasplante se realiza cuando las plántulas tienen entre 20 y 30 días de crecimiento. Este método tiene la ventaja de que se usa poca semilla, pero requiere más mano de obra. El trasplante manual se puede realizar al azar o en surcos. En el caso del trasplante al azar, las plántulas se entierran a 2 o 5 cm de profundidad y se dejan a una distancia de entre 15 y 25 cm entre ellas. En el caso del trasplante en surcos, las plántulas se colocan a una distancia de entre 25 y 30 cm entre surcos. El trasplante también se puede realizar de forma mecanizada, con máquinas trasplantadoras. Esta metodología, a pesar de que aumenta los costos de producción, permite reducir el desperdicio de semilla y prevenir plagas y enfermedades. (Silva 2019)

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó es de campo/laboratorio con estadística inferencial descriptiva.

3.1.1. Diseño de investigación y análisis estadístico

El trabajo se realizó bajo el Diseño Completamente al Azar, analizando el comportamiento de las cinco líneas/cultivares por separado en cada programa de fertilización (Programa 1 y Programa 2, descritos en el literal de población y muestra de la investigación).

Se aplicó el ANDEVA utilizando cuatro líneas promisorias de arroz: PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ – 37 y PxJ – 38; más un testigo comercial o control: SFL–11, sometidas a dos programas de fertilización, en tres repeticiones, como se describe en la Tabla 2 más adelante. También se realizó la prueba de Tukey 0,05% a las medias de tratamiento. Además, se realizó la prueba de t para comparar la media entre dos poblaciones.

Para determinar los días transcurridos a la formación del primordio floral y su porcentaje de incidencia, se establecieron como hipótesis estadísticas los siguientes enunciados:

- H0: Los porcentajes de apareamiento de primordios florales en los dos programas de fertilización son estadísticamente iguales.
- H1: Los porcentajes de apareamiento de primordios florales en los dos programas de fertilización son estadísticamente diferentes con el 95 % de confianza.

Como regla de decisión se propuso que:

- Si p calculada $> p = 0,05$; entonces aceptar **H0**
- Si p calculada $< p = 0,05$; entonces aceptar **H1**

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Para determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas se presenta el Cuadro 1.

Cuadro 1. Operacionalización de las variables

Tipo de Variable	Variables	Definición	Tipo de medición e indicador	Técnicas de tratamiento de la información	Resultados esperados (objetivos)
Independiente	Sistema de siembra por trasplante con 2 programas de fertilización	El sistema de siembra por trasplante sometido a 2 programas de fertilización influenciará en algunas de las líneas/cultivar.	Indicadores, formatos, escalas CIAT, Análisis de suelo, FLAR	Cualitativo Cuantitativo	Determinar el efecto de dos programas de fertilización sobre el tiempo de formación de la etapa fenológica “Primordio floral”, bajo el sistema de siembra por trasplante.
Dependiente	Identificación fenológica del primordio floral en 4 líneas promisorias de arroz (<i>Oryza</i> sp.)	Estructura de la parte interna de la planta que se encuentra justo antes del embuchamiento de la planta, que permite realizar las últimas fertilizaciones de manera adecuada.	<ul style="list-style-type: none"> - Días a la formación del primordio floral - Vigor - Número de macollos - Volumen de raíces - Número de hojas por planta - Altura de planta - Grosor de tallo 	Inductivo Deductivo	Identificar los caracteres fenológicos que presenten las plantas durante su desarrollo, como indicadores de formación de “Primordio floral”, bajo el sistema de siembra por trasplante.

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1. Localización del experimento

El trabajo experimental se realizó en el recinto La Palma del cantón Baba, provincia de Los Ríos en los predios del Sr. Elías Guillermo Santillan Vásquez, ubicado en las coordenadas: 648430 Este y 9810394 Norte con 6 msnm de altitud.

3.3.2. Material genético

Los materiales genéticos que se utilizaron en este estudio fueron cuatro líneas promisorias derivadas de cruces interespecíficos de arroz *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* ssp. *japónica*, como se mencionan a continuación: PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38; y un cultivar comercial como lo es la variedad SFL-11 utilizado en esta investigación como control o testigo.

Las características agronómicas de la variedad SFL-11 son las siguientes:

- Altura de planta: 120-130 cm.
- Número de macollos: 25-30 macollos por planta.
- Longitud de panícula: 20-25 cm.
- Peso de 1000 semillas: 24-26 gramos.
- Rendimiento: 6 – 7 t/ha.

La variedad SFL-11 es tolerante a las siguientes enfermedades:

- Bacterias: *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*.
- Hongos: *Helminthosporium oryzae*, *Pyricularia oryzae*.
- Virus: Rice tungro bacilliform virus, Rice yellow mottle virus. (Ganchozo 2020)

Los progenitores de la variedad de arroz SFL-11 son:

- Padre: IR64, una variedad de arroz de grano largo, de ciclo semitardío, desarrollada por el International Rice Research Institute (IRRI).
- Madre: INIAP-11, una variedad de arroz de grano largo, de ciclo semitardío, desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador.

La variedad SFL-11 fue obtenida mediante un programa de mejoramiento genético convencional, que incluyó el cruzamiento de las variedades IR64 e INIAP-11. El cruzamiento se realizó en el Laboratorio de Mejoramiento Genético del INIAP, en Quito, Ecuador. (Ruíz 2020)

3.3.3. Tratamientos

Los tratamientos que se estudiaron en este trabajo de investigación lo mencionan la Tabla 1.

Tabla 1. Programas de fertilización, dosis (Kg/ha) y líneas/variedad utilizados en este estudio.

Tratamientos	PF	Dosis (Kg/ha)	Líneas/Variedad
1	1	N=120; P=30; K=110	PxJ-07
2	1	N=120; P=30; K=110	PxJ-17
3	1	N=120; P=30; K=110	PxJ-37
4	1	N=120; P=30; K=110	PxJ-38
5	1	N=120; P=30; K=110	SFL-11
6	2	N=90; P=20; K=90	PxJ-07
7	2	N=90; P=20; K=90	PxJ-17
8	2	N=90; P=20; K=90	PxJ-37
9	2	N=90; P=20; K=90	PxJ-38
10	2	N=90; P=20; K=90	SFL-11

Se debe destacar que en los dos programas de fertilización expuestos en la Tabla 2, la dosificación de el Fósforo se consideró bajo las recomendaciones realizadas por INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), los micronutrientes fueron ajustados de acuerdo con los resultados de un análisis de suelo realizado al terreno, en los cuales se encontró deficiente el Azufre(S) y el Boro(B). El Nitrógeno y el Potasio estuvieron en relación con lo recomendado por el FLAR (Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego).

3.3.4. Labores realizadas

- **Preparación del terreno:** el día 03 de Julio de 2023, se realizó la labor de Fangueo en el área seleccionada para llevar a cabo el ensayo experimental.
- **Semillero:** se estableció el semillero el día 14 de Julio de 2023 en el recinto La Palma del cantón Baba provincia de Los Ríos, para cada una de las líneas promisorias PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38 y el testigo comercial SFL-11.
- **Siembra:** se efectuó el trasplante de las cuatro líneas promisorias más el testigo comercias el día 30 de Julio de 2023; es decir, a los 16 días de haber realizado el semillero.
- **Control de Maleza:** el día 21 de Agosto de 2023, se realizó el control de malezas donde se aplicó herbicidas, utilizando TORDON (Picloram y 2,4-D amina) en dosis de 1,5 L/ha. Se realizaron deshierbas manuales los días 11 y 25 de Septiembre de 2023.
- **Control de Plagas:** el día 30 de Agosto de 2023, se encontró en las parcelas daños ocasionados por *Hydrellia* sp., por lo cual se aplicó LAMECTIN GOLD (Abamectina y Lambda-cyhalotrin), en dosis de 250 cc/ha. El día 20 de Septiembre se realizó un segundo control de plagas utilizando DIAZINON 50 EW más METHOMEX en dosis de 1,5 L/ha y 750 cc/ha
- **Fertilización:** La fertilización se la realizó en base a un análisis de suelo previamente enviado al laboratorio de suelos del INIAP. Se establecieron dos programas con los macronutrientes esenciales (N-P-K), pero como en los resultados del análisis de suelo se mostró que existían deficiencias en micronutrientes, se aplicó también un fertilizante edáfico rico en micronutrientes, como fue el caso de FERTIQUIM, que contiene 18-0-23 + Mg + S + Ca + B + Zn. Las dosis del programa 1 fueron 120 Kg/ha de N, 30 Kg/ha de P y 110 Kg/ha de K. Las dosis en el programa 2 fueron de 90 Kg/ha de N, 20 Kg/ha de P y 90 Kg/ha de K. Las frecuencias de aplicación quedaron detalladas así:
 - ✓ **Primera fertilización:** 03 de Agosto de 2023
 - DAP en dosis de 1,1 Kg para el bloque del programa 1 y 1,1 Kg para el bloque del programa 2.

- MURIATO DE POTASIO en dosis de 2 Kg en el bloque del programa 1 y 1,5 Kg en el bloque del programa 2
- FERTIQUIM en dosis de 1,1 Kg para los 2 programas.
- ✓ **Segunda fertilización:** 19 de Agosto de 2023
 - UREA en dosis de 2,5 Kg en el bloque del programa 1 y 1,9 Kg en el bloque del programa 2.
 - MURIATO DE POTASIO en dosis de 1,7 Kg en el bloque del programa 1 y 1,5 Kg en el bloque del programa 2.
- ✓ **Última fertilización:** 09 de Septiembre de 2023
 - Solo se aplicó UREA. Esta última aplicación se realizó a los 44 DDT cuando se encontró el 50% +1 de plantas con primordio floral formado. Esta aplicación se efectuó por línea/cultivar en cada repetición de cada programa con una dosis de 0,45 Kg por parcela al bloque del programa 1 y 0,23 Kg por parcela al bloque del programa 2.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Población

Las parcelas tuvieron un área de 205 m² aproximadamente para cada programa de fertilización, y el área por parcela de evaluación de los tratamientos fue de 11 m², como se aprecia en las Figuras 1 y 2.

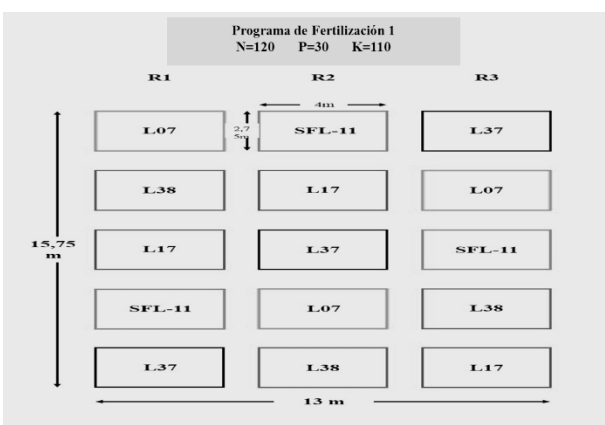


Figura 2. Croquis del Programa de Fertilización 1.

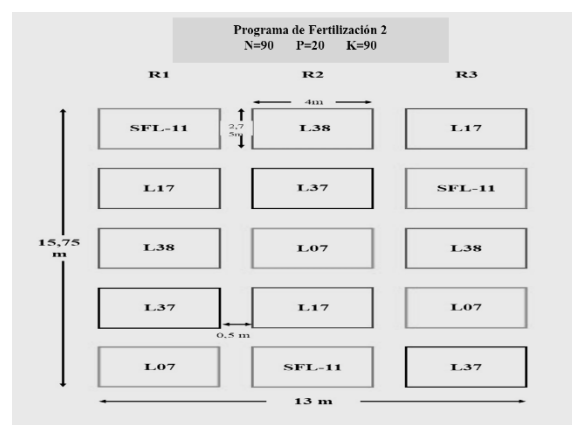


Figura 1. Croquis del Programa de Fertilización 2.

Se realizó el semillero de cada línea promisorio y testigo comercial, considerando los gramos respectivos de cada cultivar; después de 16 días se realizó el trasplante del semillero a las parcelas designadas para cada tratamiento y repetición. La distancia de siembra fue de 25 x 25 cm y se utilizaron de 3 a 4 plantas por sitio.

3.4.2. Muestra

Para observar la presencia del primordio floral o también llamado “Punto de Algodón” y registrar las variables antes mencionadas en el Cuadro 1, se iniciaron las evaluaciones a los 25 días después del trasplante (DDT) de las cinco líneas promisorias: PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ – 37 y PxJ – 38, que se sembraron conjuntamente con el testigo o control variedad SFL-11.

Para el registro de las variables, de las plantas sembradas en hilera, se extrajeron las plantas de 5 sitios en donde cada sitio contenía de 3-4 plantas, dando un total de entre 15 a 20 plantas por evaluación; el ensayo estuvo planificado para realizar las evaluaciones en ocho frecuencias (4 días de intervalo por evaluación), en tres repeticiones. Cuando se observaron las primeras plantas con formación de primordio, la frecuencia de evaluación se cambió a cada 3 días.

Al observarse el 50 por ciento + 1 de las plantas evaluadas de cada línea/cultivar con presencia de primordio floral, se consideró como los días a la formación del primordio floral y en ese momento se realizó la aplicación de la última dosis de Nitrógeno (N) y se dejó de muestrear, ya que así fue planificado el experimento.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

3.5.1. Técnicas

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación fueron: Una cinta métrica de 50 m para delimitar el área correspondiente a cada programa de fertilización, así mismo como el área de cada parcela con su respectiva repetición.

Se uso también un flexómetro, regla o cinta métrica para medir la altura de las plantas en sus respectivas frecuencias. Además, se usó un vernier o pie de rey para medir el grosor del tallo, así como también una probeta para determinar el volumen de las raíces de cada planta.

Igualmente, se utilizó un bisturí para realizar la disección longitudinal de la planta y proceder de manera visual directa a detectar la presencia o formación del primordio floral.

Finalmente, para realizar el análisis de los datos obtenidos en las variables evaluadas, se utilizó el software InfoStat 2020 en el cual se ingresaron los datos respectivos de las líneas/cultivares (5), programas de fertilización (2) y repeticiones (3); datos que inicialmente se organizaron en una tabla de Excel y posteriormente se llevaron al Software estadístico antes mencionado para realizar los análisis correspondientes de los resultados.

3.5.2. Instrumentos

- ✓ Cinta métrica de 50 m
- ✓ Flexómetro, regla
- ✓ Vernier o pie de rey
- ✓ Probeta
- ✓ Bisturí
- ✓ Cuaderno de campo / Bitácora
- ✓ Software InfoStat 2020

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS

El sistema de siembra por trasplante se efectuó de tres a cuatro plantas por sitio, por lo cual para cada variable evaluada se realizó el método de planta marcada, y en las que se registraron las siguientes variables.

3.6.1. Altura de planta (cm) (AP)

Para registrar esta variable, se extrajeron de raíz las plantas de los cinco sitios que correspondían a cada tratamiento y sus repeticiones, en las cuales se evaluó en centímetros con una cinta métrica o flexómetro, desde el cuello inferior cercano a la raíces hasta la formación en “V” de las dos últimas hojas. Este dato se anotó en centímetros.

3.6.2. Número de hojas por planta (NHP)

Se contaron de manera directa las hojas presentes en el momento de la evaluación a cada planta marcada en cada una de las frecuencias de evaluación.

3.6.3. Grosor de tallo (GT)

Se midió en milímetros el grosor del tallo con un vernier o pie de rey, arriba de la coronilla de la raíz.

3.6.4. Vigor (Vg)

Se aplicó la escala de valoración de vigor del Sistema de Evaluación Estándar de Arroz. (CIAT 1983), como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de valoración de vigor del Sistema de Evaluación Estándar de Arroz, CIAT 1983.

CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
1	Plantas muy vigorosas
3	Plantas vigorosas
5	Plantas intermedias a normales
7	Plantas menos vigorosas que lo normal
9	Plantas muy débiles y pequeñas

Fuente: (Rosero M. 1983)

3.6.5. Volumen de raíces (VR)

Se evaluó el volumen de raíces utilizando una probeta graduada de 200 o 500 cc, lo cual dependió de la edad de la planta. Se midió un volumen inicial con agua y se anotó su valor, luego se introdujo la zona radicular en la probeta y se realizó la respectiva lectura del valor y por diferencia se determinó el volumen de las raíces en cada uno de los individuos del sitio extraído.

3.6.6. Número de macollos por planta. (NMP)

Se contabilizaron los macollos que presentó cada planta marcada al momento de la evaluación que se encontraron en cada sitio extraído.

3.6.7. Días a la formación del primordio floral (punto de algodón) (DFPF)

A partir de los 25 DDT, se iniciaron las evaluaciones para observar la formación del primordio floral. Se colectaron cinco sitios en la parcela y se arrancaron de raíz de los cuales se obtuvieron de 3 a 4 plantas por sitio, colectando así entre 15 a 20 datos por frecuencia de evaluación y se identificaron con el código respectivo.

Con un bisturí, a cada planta se realizó un corte longitudinal al tallo principal, para detectar la presencia de la fase fenológica de la formación del Primordio Floral o también llamado “punto de algodón”. Esta evaluación fue de manera periódica, cada cuatro días; sin embargo, para aumentar la precisión de los datos, una vez que se observaron las primeras plantas en punto de algodón, las evaluaciones tuvieron una frecuencia de cada tres días.

Una vez que se observaron más del 50% +1 de plantas en punto de algodón, se consideró como los días a la formación del primordio floral, y fue el momento en que se paralizaron las evaluaciones, ya que este estudio fue planificado hasta detectar la formación del primordio, que se ha definido como momento de aplicación de la última aplicación de la dosis nitrogenada.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Artículo 57.- Práctica de Principios Éticos en la Unidad de Integración Curricular (UIC).

Los principios éticos se garantizan de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Artículo 58.- De los Estudiantes.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software Anti - plagio que disponga la UTB, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará en todo momento honestidad académica, principalmente al momento de redactar sus trabajos.

Artículo 60.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular (UIC).

Los niveles de Similitud se evidenciarán en el reporte del sistema Anti-plagio en el cual se respetarán los siguientes criterios.

- **Porcentaje del 1 al 20%:** Muy baja similitud (TEXTO APROBADO).
- **Porcentaje del 21 al 25%:** Baja similitud (Se comunica al autor para corrección).
- **Porcentaje del 26 al 40%:** Alta similitud (Se comunica al autor para revisión y corrección).
- **Porcentaje mayor a 41%:** Muy alta similitud (TEXTO REPROBADO) (Universidad Técnica de Babahoyo 2021).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Altura de Planta (cm) (AP).

Programa de Fertilización 1

De acuerdo con los resultados del ANDEVA de la variable altura de planta (cm) (Cuadro 2), se encontró una alta significancia ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 27,31%.

Cuadro 2. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	3462,72	4	865,68	15,83	<0,0001**
Error	91030,50	1665	54,67		
Total	94493,22	1669			

CV% = 27,31

En el Cuadro 3, se encuentran los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), los cuales indican que; la mayor altura de planta fue obtenida por el cultivar SFL - 11 utilizado como testigo comercial, con una longitud de 29,77 cm, mientras que las líneas PxJ - 07, PxJ - 17, PxJ - 37 Y PxJ - 38 presentaron valores similares en un rango de entre 25,51 a 27,06 cm.

Entre las cuatro líneas promisorias de arroz, cabe destacar que la línea PxJ - 38 obtuvo la mayor altura de planta con 27,06 cm y la línea PxJ - 07 resultó con la menor altura de 25,51 cm.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
SFL-11	29,77	335	0,40 A
PxJ - 38	27,06	321	0,41 B
PxJ - 37	26,65	338	0,40 B
PxJ - 17	26,42	337	0,40 B
PxJ - 07	25,51	339	0,40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 54,6730 gl: 1665.

Programa de Fertilización 2

Con respecto a los resultados del ANDEVA de la variable Altura de Planta (cm) (Cuadro 4), se encontró alta significancia ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 24,97 %.

Cuadro 4. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) en la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	4685,50	4	1171,38	28,10	<0,0001**
Error	69697,00	1672	41,68		
Total	74382,50	1676			

CV% = 24,97

En el Cuadro 5, están detallados los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), en donde se expresa que, la mayor altura de planta fue obtenida por el cultivar SFL - 11 utilizado como testigo comercial, con una altura de 28,33 cm; las líneas PxJ - 17, PxJ - 37 y PxJ - 38 presentaron valores similares en un rango de entre 25,19 a 26,39 cm y la línea PxJ - 07 tuvo una menor altura de 23,26 cm.

Es necesario destacar que, entre las cuatro líneas promisorias, el cultivar PxJ – 37 mostró la mayor altura de planta de 26,39 cm y el cultivar PxJ – 07 la menor altura de planta de 23,26 cm.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable altura de planta (cm) del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.	
SFL - 11	28,33	340	0,35	A
PxJ - 37	26,39	326	0,36	B
PxJ - 38	26,14	332	0,35	B
PxJ - 17	25,19	334	0,35	B
PxJ - 07	23,26	345	0,35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 41,6848 gl: 1672

El Cuadro 6 muestra el comportamiento de la altura de planta (cm) en las líneas/cultivares, en relación con los programas de fertilización y los días después del trasplante (DDT); no presentó diferencias estadísticas hasta los 33 DDT; sin embargo, solo después de los 37 DDT se observaron diferencias con significancia estadística, siendo así el testigo comercial SFL – 11 el de mayor altura que presentó 34 cm a los 37 DDT y 38 cm a los 44 DDT. La línea PxJ – 07 fue la de menor altura con tan solo 25 cm a los 37 DDT y 36 cm a los 44 DDT en el programa de fertilización 1.

En el programa de fertilización 2, el testigo comercial SFL – 11 fue recurrente, puesto que se mantuvo con valores de mayor altura obteniendo 32 cm a los 37 DDT y 34 cm a los 44 DDT. La línea PxJ – 07 fue de igual manera el cultivar de menor altura con 22 cm a los 37 DDT y 33 cm a los 44 DDT. La prueba de t fue altamente significativa a los 33 DDT con un valor de 0,005 y a los 41 DDT presentó un valor significativo de 0,019.

Cuadro 6. Comportamiento de la altura de planta (cm) de cultivares de arroz en relación con los programas de fertilización y días después del trasplante.

Cultivares	Programa de fertilización 1					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	20	19	22	25	28	36
PxJ - 17	18	22	22	29	30	35
PxJ - 38	17	18	23	31	32	35
PxJ-37	18	21	20	31	32	35
SFL-11	20	22	23	34	38	38
Medias	19	21	22	30	32	36
Cultivares	Programa de fertilización 2					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	19	21	21	22	23	33
PxJ - 17	17	21	22	27	28	34
PxJ - 38	19	19	22	29	30	35
PxJ-37	17	21	22	30	31	34
SFL-11	21	25	23	32	34	34
Medias	18	22	22	28	29	34
p de t	0,593	0,265	0,567	0,005	0,019	0,091
Significación estadística	ns	ns	ns	**	*	ns

4.1.2. Numero de Hojas por Planta (NHP)

Programa de Fertilización 1

Como se observa en el Cuadro 7, se presentan los resultados del ANDEVA de la variable número de hojas por planta, en este análisis no se encontró significancia estadística ($p > 0,05$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 17,40%

Cuadro 7. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de hojas por planta del programa de fertilización 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	2,23	4	0,56	1,14	0,3373NS
Error	815,00	1664	0,49		
Total	817,22	1668			

CV% = 17,40

Los resultados de la prueba de Tukey (0,05%) en el Cuadro 8 evidencian que, todas las líneas/cultivares no fueron significativamente diferentes, puesto que presentaron valores similares de aproximadamente 4 hojas.

Cuadro 8. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable número de hojas del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 38	4,08	321	0,04 A
PxJ - 17	4,03	337	0,04 A
PxJ - 37	4,03	338	0,04 A
PxJ - 07	4,00	339	0,04 A
SFL-11	3,97	334	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 0,4898 gl: 1664.

Programa de Fertilización 2

Considerando los resultados del ANDEVA de la variable número de hojas por planta, no se encontró significancia estadística ($p > 0,05$) entre las líneas/cultivares (Cuadro 9). El coeficiente de variación fue 17,09 %.

Cuadro 9. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de hojas por planta del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	2,10	4	0,53	1,12	0,3459 NS
Error	784,77	1672	0,47		
Total	786,87	1676			

CV% = 17,09

En el Cuadro 10, se especifican los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), los cuales indican que; todas las líneas/cultivares no son significativamente diferentes, puesto que presentaron valores similares de 4 hojas aproximadamente.

Cuadro 10. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable número de hojas del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 17	4,04	334	0,04 A
PxJ - 38	4,03	332	0,04 A
PxJ - 07	4,03	345	0,04 A
PxJ - 37	4,01	326	0,04 A
SFL - 11	3,94	340	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 0,4694 gl: 1672.

Visualizando los resultados del Cuadro 11, el comportamiento del número de hojas por planta en las líneas/cultivares, en relación con los programas de fertilización y los días después del trasplante, se observó que no hubo diferencias de significancia estadística, pero se observó la transición de la tercera a la cuarta hoja en la planta entre los 29 y 33 DDT. Tiempo después se pudo observar el mismo cambio cualitativo de 4 a 5 hojas por planta entre los 41 y 44 DDT. Este caso se repite en los dos programas de fertilización con el único contraste que en

el programa 1 a los 29 DDT existieron mayor cantidad de plantas con 4 hojas formadas a diferencia del segundo programa.

Cuadro 11. Comportamiento del número de hojas por planta de cultivares de arroz en relación con los programas de fertilización y días después del trasplante.

Cultivares	Programa de fertilización 1					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	3	3	4	4	4	5
PxJ - 17	3	4	4	4	4	5
PxJ - 38	3	4	4	4	4	5
PxJ - 37	3	4	4	4	4	5
SFL - 11	3	4	4	4	4	5
Medias	3	4	4	4	4	5
Cultivares	Programa de fertilización 2					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	3	4	4	4	4	5
PxJ - 17	3	4	4	4	4	5
PxJ - 38	3	3	4	4	4	5
PxJ - 37	3	4	4	4	4	5
SFL - 11	3	3	4	4	4	5
Medias	3	3	4	4	4	5

4.1.3. Número de Macollos (NM)

Programa de Fertilización 1

De acuerdo con los resultados del ANDEVA de la variable número de macollos, se encontró una alta significancia estadística ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares (Cuadro 12). El coeficiente de variación fue 44,08%.

Cuadro 12. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de macollos del programa de fertilización 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	1754,29	4	438,57	41,78	<0,0001**
Error	17479,48	1665	10,50		
Total	19233,77	1669			

CV% = 44,08

En el Cuadro 13, se encuentran los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), en los que se aprecia una alta significancia estadística, por lo cual se observó que la línea PxJ – 37 obtuvo la mayor cantidad de número de macollos de 8,64 y la variedad SFL – 11 la menor cantidad de macollos con 6,08.

En el resultado del análisis, también se comprobó que existe similitud de número de macollo entre algunas líneas/cultivares, como se observó el caso entre las líneas PxJ – 37 y PxJ - 17, el mismo caso ocurrió entre la línea PxJ – 07 y PxJ – 38; y de igual manera entre el testigo comercial SFL – 11 y la línea PxJ – 38.

Se pudo observar que, entre las cuatro líneas promisorias de arroz, la línea PxJ – 38 obtuvo la menor cantidad de macollos con 6,63 y la línea PxJ – 37 resultó con la mayor cantidad con un valor de 8,64. El cultivar testigo SFL - 11 presentó el menor valor de macollos.

Cuadro 13. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable número de macollos del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.		
PxJ - 37	8,64	338	0,18 A		
PxJ - 17	8,46	337	0,18 A		
PxJ - 07	6,90	339	0,18	B	
PxJ - 38	6,63	321	0,18	B	C
SFL - 11	6,08	335	0,18	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 10,4982 gl: 1665.

Programa de Fertilización 2

Con respecto a los resultados del ANDEVA de la variable número de macollos como se observa en el Cuadro 14, se reportó alta significancia estadística ($p > 0,01$) entre los cultivares. El coeficiente de variación fue de 39,62 %.

Cuadro 14. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable número de macollos del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	394,27	4	98,57	12,54	<0,0001**
Error	13139,11	1672	7,86		
Total	13533,38	1676			

CV% = 39,62

En el Cuadro 15, se encuentran los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), se observó que la línea PxJ – 38 obtuvo la mayor cantidad de número de macollos con 7,54 y la variedad SFL – 11 la menor cantidad de macollos con 6,29.

Existe similitud de macollos entre algunas líneas/cultivares, como fue el caso entre la línea PxJ – 38, PxJ – 37 y PxJ - 17, el mismo caso ocurrió entre la línea PxJ – 07 y PxJ – 17; y de igual manera entre el testigo comercial SFL – 11 y la línea PxJ – 07.

Se detectó que, entre las cuatro líneas promisorias de arroz, la línea PxJ – 07 obtuvo la menor cantidad de macollos de 6,77 y la línea PxJ – 38 resultó con la mayor cantidad de macollos de 7,54. La variedad comercial SFL – 11 obtuvo el menor promedio de macollos.

Cuadro 15. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable número de macollos del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 38	7,54	332	0,15 A
PxJ - 37	7,52	326	0,16 A
PxJ - 17	7,29	334	0,15 A B
PxJ - 07	6,77	345	0,15 B C
SFL - 11	6,29	340	0,15 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 7,8583 gl: 1672.

Según el Cuadro 16, el comportamiento del número de macollos en las líneas/cultivares, con relación a los programas de fertilización y los días después del trasplante, no hubo diferencias estadísticas; sin embargo, se pudo observar que en el programa de fertilización 1 la línea PxJ – 17 y PxJ – 37 a partir de los 29 DDT tuvieron mayores números de macollos hasta la última frecuencia de evaluación.

En el programa de fertilización 2, las líneas/cultivares se observó presentaron un promedio de macollos de 7, excepto la línea PxJ – 38.

Cuadro 16. Comportamiento del número de macollos por planta de cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante.

Cultivares	Programa de fertilización 1					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	6	6	8	6	8	8
PxJ - 17	6	9	8	9	9	9
PxJ - 38	6	6	7	7	7	7
PxJ - 37	7	9	8	9	9	9
SFL -11	6	6	7	6	6	6
Medias	6	7	7	7	8	8
Cultivares	Programa de fertilización 2					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	6	7	7	7	7	7
PxJ - 17	6	9	7	7	7	7
PxJ - 38	8	10	7	7	7	6
PxJ - 37	7	8	7	8	8	7
SFL -11	5	6	6	7	6	7
Medias	6	8	7	7	7	7

4.1.4. Grosor de Tallo (mm) (GT)

Programa de Fertilización 1

Como se observa en el Cuadro 17, se presentan los resultados del ANDEVA de la variable grosor de tallo; en este análisis se encontró significancia estadística ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 35,91 %.

Cuadro 17. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	544,46	4	136,12	26,75	<0,0001**
Error	8471,23	1665	5,09		
Total	9015,69	1669			

CV% = 35,91

Los resultados de la prueba de Tukey (0,05%) en el Cuadro 18, se observó que la línea PxJ – 17 presentó el mayor grosor del tallo con una medida de 7,01 mm, mientras que la variedad SFL – 11 usada como testigo comercial alcanzó 5,26 mm de grosor de tallo, quedando muy por debajo de cualquiera de las líneas promisorias; además, se presenció que entre las líneas PxJ – 07, PxJ – 37 y PxJ – 38 fueron similares en el grosor del tallo.

Cuadro 18. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 17	7,01	337	0,12 A
PxJ - 07	6,43	339	0,12 B
PxJ - 37	6,37	338	0,12 B
PxJ - 38	6,34	321	0,13 B
SFL - 11	5,26	335	0,12 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 5,0878 gl: 1665.

Programa de Fertilización 2

Considerando los resultados del ANDEVA de la variable grosor de tallo, se encontró significancia estadística ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares (Cuadro 19). El coeficiente de variación fue 35,85 %.

Cuadro 19. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable grosor de tallo por planta del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	249,99	4	62,50	14,67	<0,0001**
Error	7123,66	1672	4,26		
Total	7373,65	1676			

CV% = 35,85

En el Cuadro 20, se especifican los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), los cuales indican que; existieron datos significativamente diferentes entre las líneas/cultivares, siendo así que el testigo comercial SFL – 11 tuvo la mayor medida de grosor de tallo con 6,39 mm y la línea PxJ - 07 tuvo 5,62 mm de grosor de tallo, quedando, así como la menor medida de la variable.

Se pudo apreciar también que las líneas promisorias PxJ – 37, PxJ – 17 Y PxJ – 38 son similares en lo que respecta a grosor de tallo, las que presentaron valores que van desde los 5,62 mm a los 5,82 mm. Así mismo, las líneas PxJ – 07 y PxJ – 37 se mostraron similitud con valores de 5,20 a 5,62 mm.

Cuadro 20. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable grosor de tallo del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
SFL - 11	6,39	340	0,11 A
PxJ - 38	5,82	332	0,11 B
PxJ - 17	5,76	334	0,11 B
PxJ - 37	5,62	326	0,11 B C
PxJ - 07	5,20	345	0,11 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 4,2606 gl: 1672.

Visualizando los resultados del Cuadro 21, el comportamiento del grosor del tallo en las líneas/cultivares, con relación a los programas de fertilización y los días después del trasplante, se observó significancia estadística a los 44 DDT. El programa 1 fue mayor que el programa 2 con un valor de la prueba de t de 0,043. Los valores promedios que se registraron a los 44 DDT fueron de 8,7 mm en el programa 1 y 6,9 mm en el programa 2.

Cuadro 21. Comportamiento del grosor del tallo en cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante.

Cultivares	Programa de fertilización 1					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	4,3	4,2	5,6	7,5	6,8	9,5
PxJ - 17	3,7	6,1	7,3	8,1	6,9	9,6
PxJ - 38	3,6	4,3	6,9	6,7	6,7	8,9
PxJ-37	3,8	5,0	5,7	6,4	7,9	8,8
SFL-11	4,5	5,0	5,4	5,1	4,5	6,9
Medias	4,0	5,0	6,1	6,8	6,6	8,7
Cultivares	Programa de fertilización 2					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	3,7	4,4	5,8	5,0	5,6	6,6
PxJ - 17	3,4	5,4	7,2	5,8	5,9	6,9
PxJ - 38	3,9	4,7	6,4	7,9	5,3	6,3
PxJ-37	3,3	4,8	6,7	5,0	6,2	7,2
SFL-11	4,5	5,2	5,2	8,7	6,9	7,4
Medias	3,8	4,9	6,2	6,5	6,0	6,9
p de t	0,228	0,935	0,773	0,813	0,465	0,043
Significación estadística	ns	ns	ns	ns	ns	*

4.1.5. Vigor Vegetativo (VV)

Programa de Fertilización 1

De acuerdo con los resultados del ANDEVA de la variable vigor vegetativo, se encontró una alta significancia ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares (Cuadro 22). El coeficiente de variación fue 56,23%.

Cuadro 22. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 1.

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Línea/Cultivar</i>	352,46	4	88,12	27,72	<0,0001**
<i>Error</i>	5291,90	1665	3,18		
<i>Total</i>	5644,36	1669			

CV% = 56,23

En el Cuadro 23, se especifican los resultados de la prueba de Tukey (0,05%), los cuales indican que; el testigo comercial SFL – 11 presentó un vigor vegetativo en promedio de 4,03 (que se ubica entre las escalas 3 y 5, o sea: 3 = Plantas vigorosas; 5 = Plantas intermedias a normales); la línea PxJ - 17 tuvo un valor de 2,80 (entre las escalas 1 = Plantas muy vigorosas; 3 = Plantas vigorosas).

Cuadro 23. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
SFL-11	4,03	335	0,10 A
PxJ - 38	3,27	321	0,10 B
PxJ - 07	2,91	339	0,10 B C
PxJ-37	2,86	338	0,10 C
PxJ - 17	2,80	337	0,10 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 3,1783 gl: 1665.

Programa de Fertilización 2

Con respecto a los resultados del ANDEVA de la variable vigor vegetativo (Cuadro 24), se encontró una alta significancia ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 38,83%.

Cuadro 24. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	47,41	4	11,85	5,63	0,0002**
Error	3522,67	1672	2,11		
Total	3570,08	1676			

CV% = 38,83

Los resultados de la prueba de Tukey (0,05%) en el Cuadro 25 donde se analizó el promedio de las seis frecuencias, se observó que el testigo comercial SFL-11 presentó un vigor vegetativo de 4 (este se ubica entre las escalas 3 y 5, o sea: 3 = Plantas vigorosas; 5 = Plantas intermedias a normales); mientras que, las líneas PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38, aunque presentaron menores promedios que van desde 3,52 a 3,8, se ubicaron en los mismos rangos de vigor (3 y 5) de la variedad comercial SFL – 11.

Cuadro 25. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable vigor vegetativo del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
SFL-11	4,00	340	0,08 A
PxJ - 17	3,80	334	0,08 A B
PxJ - 07	3,77	345	0,08 A B
PxJ - 37	3,59	326	0,08 B
PxJ - 38	3,52	332	0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 2,1069 gl: 1672

4.1.6. Volumen de Raíces (VR)

Programa de Fertilización 1

De acuerdo con los resultados del ANDEVA de la variable volumen de raíces presentados en el Cuadro 26, se encontró alta significancia ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 47,97%.

Cuadro 26. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	511,46	4	127,87	10,89	<0,0001**
Error	19547,33	1665	11,74		
Total	20058,80	1669			

CV% = 47,97

En el Cuadro 27, se encuentran los resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$). La línea PxJ – 17 obtuvo el mayor volumen de raíces con 7,69 cc y la variedad SFL – 11 el menor volumen radical con un valor de 6,18 cc.

Cuadro 27. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 1.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 17	7,69	337	0,19 A
PxJ - 07	7,64	339	0,19 A B
PxJ - 37	7,25	338	0,19 A B
PxJ - 38	6,94	321	0,19 B
SFL - 11	6,18	335	0,19 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 11,7401 gl: 1665.

Programa de Fertilización 2

Con respecto a los resultados del ANDEVA de la variable volumen de raíces presentados en el Cuadro 28, se encontró alta significancia estadística ($p > 0,01$) entre las líneas/cultivares. El coeficiente de variación fue 41,03%.

Cuadro 28. Resultados del Análisis de Varianza (SC tipo I) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Línea/Cultivar	96,22	4	24,05	3,80	0,0044**
Error	10576,83	1672	6,33		
Total	10673,04	1676			

CV% = 41,03

En el Cuadro 29, se encuentran los resultados de la prueba de Tukey (0,05%); la línea PxJ – 38 obtuvo el mayor volumen de raíces con 6,55 cc y la línea PxJ - 07 el menor volumen radical con 5,84 cc.

Cuadro 29. Resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) de la variable volumen de raíces del programa de fertilización 2.

Línea/Cultivar	Medias	n	E.E.
PxJ - 38	6,55	332	0,14 A
PxJ - 17	6,19	334	0,14 A B
PxJ - 37	6,07	326	0,14 A B
SFL - 11	6,01	340	0,14 B
PxJ - 07	5,84	345	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) Error: 6,3259 gl: 1672.

Según el Cuadro 30, el comportamiento volumen radical en las líneas/cultivares, en relación con los programas de fertilización y los días después del trasplante, hubo diferencias estadísticas significativas entre los programas de fertilización a partir de los 41 DDT, siendo en el programa 1 en donde se observaron los mayores volúmenes radicales, en comparación con el programa 2.

Cuadro 30. Comportamiento del volumen radical en cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante.

Cultivares	Programa de fertilización 1					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	3,1	3,3	6,1	10,3	10,3	11,4
PxJ - 17	2,7	5,2	7,2	9,0	9,5	11,7
PxJ - 38	2,5	3,6	6,6	7,5	8,9	10,8
PxJ - 37	2,8	4,5	6,3	9,0	9,3	10,6
SFL - 11	2,2	3,0	6,8	6,6	6,7	11,0
Medias	2,6	4,0	6,6	8,5	8,9	11,1
Cultivares	Programa de fertilización 2					
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT
PxJ - 07	2,6	4,3	6,9	7,0	6,0	8,0
PxJ - 17	2,3	4,6	7,2	6,7	6,0	10,0
PxJ - 38	2,1	4,6	7,0	7,3	7,3	10,0
PxJ - 37	2,7	4,6	8,1	6,3	6,0	8,0
SFL - 11	2,1	3,5	6,1	7,3	7,0	9,3
Medias	2,4	4,3	7,1	6,9	6,5	9,1
p de t	0,034	0,271	0,372	0,124	0,041	0,009
Significación estadística	ns	ns	ns	ns	*	**

4.1.7. Días a la Formación del Primordio Floral (DFPF)

En la prueba de *t* pareada, en donde se compararon los programas de fertilización con respecto al apareamiento de los primordios florales, se obtuvieron como resultado los siguientes valores:

Prueba *t*
41DDT

Prueba *t*
44DDT

p = 0,514 (ns)

p = 0,388 (ns)

La decisión a la cual se llegó es que:

- Como p calculada a los **41 DDT = 0,0514** es $> p = 0,05$: se aceptó **H0**
- Como p calculada a los **44 DDT = 0,388** es $> p = 0,05$: se aceptó **H0**

Por lo tanto; los porcentajes de aparecimiento de primordios florales en arroz, en los dos programas de fertilización son estadísticamente iguales (Cuadro 31).

Considerando la Hipótesis planteada para esta investigación; en donde se planteó que “Los programas de fertilización bajo el sistema de siembra por trasplante no influenciarán en la ocurrencia del “Primordio floral” en las cuatro líneas promisoras de arroz”, con los resultados obtenidos, se acepta **H0**.

Cabe destacar, que la ocurrencia de la formación del primordio floral estuvo entre los días 41 y 44 DDT en las cuatro líneas promisorias: PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ-37 y PxJ – 38; mientras que, en el cultivar testigo SFL-11 se presentó la formación del primordio entre los 44 a 47 DDT.

Al determinar el porcentaje de formación del primordio floral entre las cuatro líneas promisorias sujetas a los dos programas de fertilización resultó que fue de 24% a los 41 DDT y de 79% a los 44 DDT; en la variedad control fue de 23% a los 44 DDT y de 78% a los 47 DDT. En este estudio se planificó que cuando se observe el 50% + 1 de plantas con formación del primordio, sería el indicador para realizar la aplicación de la última fertilización nitrogenada. De acuerdo con esto, observando los resultados, se puede considerar realizarla entre los 42 y 43 días DDT para las cuatro líneas promisorias PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ-37 y PxJ – 38; y entre los 45 y 46 días para el testigo comercial SFL-11, indiferentemente de las dosis utilizadas en los dos programas de fertilización, ya que resultaron estadísticamente iguales.

Cuadro 31. Porcentaje de apareamiento de primordios florales en relación con los días después del trasplante y a los programas de fertilización en arroz.

Cultivares	Programa de fertilización 1						
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT	47 DDT
PxJ - 07	0	0	0	0	30	80	
PxJ - 17	0	0	0	0	32	73	
PxJ - 38	0	0	0	0	12	80	
PxJ-37	0	0	0	0	30	80	
SFL-11	0	0	0	0	0	18	80

Cultivares	Programa de fertilización 2						
	25 DDT	29 DDT	33 DDT	37 DDT	41 DDT	44 DDT	47 DDT
PxJ - 07	0	0	0	0	25	77	
PxJ - 17	0	0	0	0	22	78	
PxJ - 38	0	0	0	0	23	80	
PxJ-37	0	0	0	0	18	80	
SFL-11	0	0	0	0	0	27	77

En la Figura 3, se observa la formación del primordio floral a los 41 DDT en las cuatro líneas promisorias y el testigo comercial.

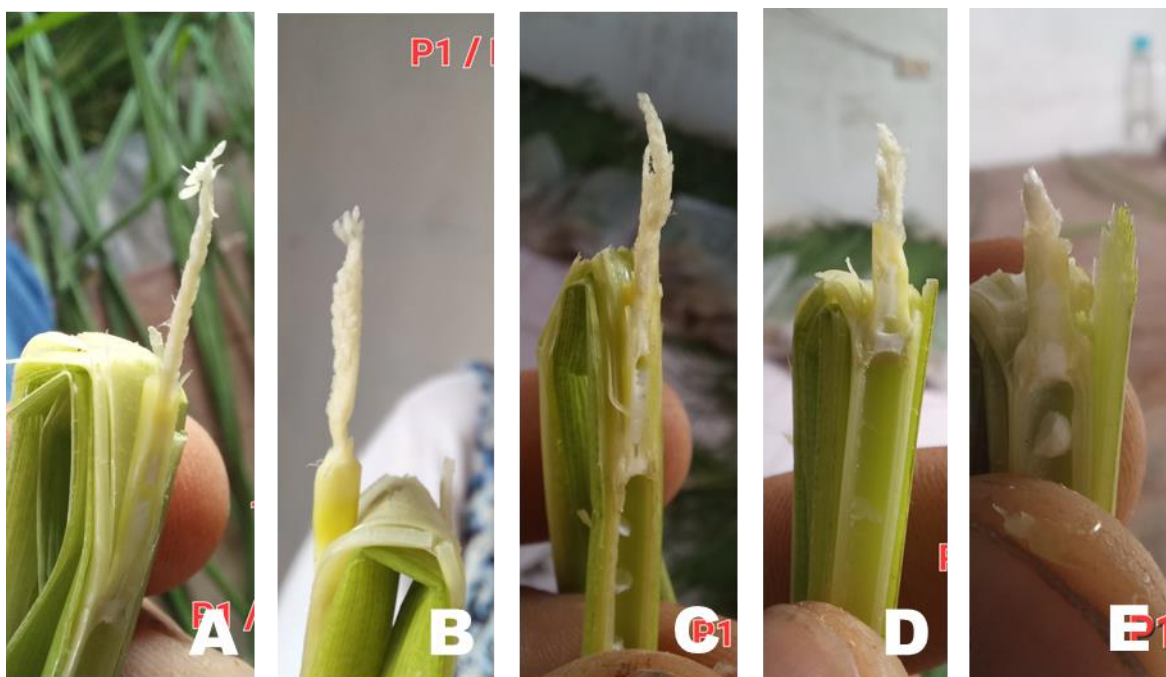


Figura 3. Formación del primordio floral a los 41 DDT en las cuatro líneas promisorias PxJ - 07 (A), PxJ - 17 (B), PxJ - 37 (C) y PxJ - 38 (D); y el testigo comercial SFL- 11 (E).

4.2. Discusión

Según el primer objetivo planteado se determinó el efecto de dos programas de fertilización sobre el tiempo de formación de la etapa fenológica del primordio floral, bajo el sistema de siembra por trasplante; los datos obtenidos del ensayo sostienen que no existe un efecto de los dos programas de fertilización, en la formación del primordio en las cuatro líneas promisorias PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ– 37 y PxJ – 38; y el testigo comercial SFL– 11 ya que estadísticamente fueron no significativos, y con estos resultados igualmente se confirma la Hipótesis nula (H0) del estudio, en la cual se definió que H0 = Los programas de fertilización bajo el sistema de siembra por trasplante no influenciarán en la ocurrencia del “Primordio floral” en las cuatro líneas promisoras de arroz.

En altura de planta en los dos programas se presentaron promedios altos en la variedad SFL-11, pero con una predominancia de altura en el programa 1; Ganchozo (2020), realizó un estudio en la variedad SFL-11, en donde los resultados mostraron que la altura de planta en ese cultivar fue significativamente mayor; por lo tanto, Ganchozo sugiere que la variedad SFL-11 es una variedad de porte alto, que requiere un buen control de la altura de planta para evitar problemas de acamamiento y pérdidas de rendimiento. González Mosquera (2016), efectuó un estudio sobre el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el cultivar SFL-11 sometido a diferentes dosis, sus resultados mostraron que existió una altura de planta significativamente superior en las dosis de fertilización mayor llegando a la conclusión que la variedad SFL-11 es una planta alta. Consecuentemente se confirma que la variedad SFL-11 usada como testigo comercial en este estudio es una planta de mayor altura.

Con respecto al volumen de raíces, González Mosquera (2016), en su estudio realizado en arroz, determinó que las variedades INIAP-15 y SFL-11 tienen mayor potencial para desarrollar un sistema radicular más extenso cuando es sometido a un buen programa de fertilización. En comparación con los resultados obtenidos en este estudio, en donde se sometieron cuatro líneas promisorias y la variedad SFL-11 a las mismas dosis de fertilización, las líneas PxJ-07, PxJ-17, PxJ-37 y PxJ-38, mostraron valores superiores en cuanto al volumen de las raíces en contraste con el cultivar SFL-11, en el programa 1 y 2; por lo tanto, las cuatro líneas promisorias estudiadas presentan mayor desarrollo de raíces que el testigo comercial SFL-11.

La diferenciación del primordio según Olmos (2007), define el rendimiento potencial del arroz antes de la emergencia de la panícula; por otro lado López (2010) en un estudio realizado en México, sobre el efecto de la temperatura y la variedad sobre el número de días a la formación del primordio floral en arroz, presentó resultados en una variedad de ciclo corto (IR72) y otra de ciclo largo (IR844), en donde las plantas cultivadas alcanzaron el primordio floral entre los 55 y 65 días después de la siembra. En comparación con los resultados obtenidos en este experimento, las líneas promisorias consiguieron el desarrollo del primordio floral entre los 42 y 43 DDT y el testigo comercial SFL-11 entre los 45 y 46 DDT; por lo tanto, las líneas promisorias de arroz son más precoces en cuanto al desarrollo del primordio floral y por ende cultivares de menor ciclo.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo con los resultados del comportamiento de los cultivares de arroz con relación a los programas de fertilización y días después del trasplante, se concluye que:

- En general las líneas/cultivares, respondieron mejor al programa 1 de fertilización que al programa 2 durante todas las frecuencias evaluadas.
- La altura de planta fue significativamente mayor en el programa de fertilización 1 que el programa de fertilización 2, en donde se identificó al cultivar SFL-11 presentando la mayor altura de planta con 29,77 cm, a diferencia de las líneas promisorias de arroz que presentaron menor altura con valores similares de entre 25,51 a 27,06 cm.
- El número de hojas por planta no presentó significancia estadística para los dos programas de fertilización y su comportamiento fue igual en los dos programas estudiados, presentando como promedio 4 hojas por planta.
- El número de macollos obtuvo una significancia estadística superior en el programa 1 a diferencia del programa 2, a su vez las líneas PxJ-37 y PxJ-17, fueron los cultivares que presentaron mayor número de macollos con 8,64 y 8,46. Sus comportamientos fueron mejores en el programa de fertilización 1.
- El grosor del tallo fue altamente significativo en el programa 1 en contraste con el programa 2, la línea PxJ-17 presentó el mayor grosor con 7,01 mm y su comportamiento manifestó mayor respuesta favorable al programa 1.
- El volumen de raíces también presentó mayor significancia estadística en el programa 1 que en el programa 2, el cultivar PxJ-17 obtuvo el valor más elevado de raíces con 7,69 cc y mejor respuesta en el programa 1.
- El porcentaje de formación del primordio floral en promedio entre las cuatro líneas promisorias sujetas a los dos programas de fertilización fue de 24% a los 41 DDT y de 79% a los 44 DDT; en la variedad control fue de 23% a los 44 DDT y de 78% a los 47 DDT. En este estudio se planificó que cuando se observe el 50% + 1 de plantas con formación del primordio, sería el indicador para realizar la aplicación de la última fertilización nitrogenada. De acuerdo con esto, observando los resultados, se puede considerar realizarla entre los 42 y 43 días DDT para las cuatro líneas promisorias

PxJ – 07, PxJ – 17, PxJ-37 y PxJ – 38; y entre los 45 y 46 días para el testigo comercial SFL-11, indiferentemente de las dosis utilizadas en los dos programas de fertilización, ya que resultaron estadísticamente iguales.

- En base a lo mencionado, en general, se concluye que la línea promisorio de arroz PxJ-17 bajo el sistema de siembra por trasplante sometida a dos programas de fertilización, es estadísticamente mejor que las demás líneas/cultivares en sus características morfológicas y fenológicas evaluadas.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- Analizar la respuesta de las líneas promisorias de arroz a dosis de fertilizantes mayores y menores que las planteadas en este estudio.
- Continuar los estudios de fertilización en las líneas promisorias, para así encontrar el programa más adecuado y obtener los mejores rendimientos de las líneas/cultivares.
- Realizar un ajuste de observación de la aparición del primordio en la época lluviosa para detectar si existe diferencia de formación de primordios entre épocas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, MA; Castrillo, WA; Belmonte, UC. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz (en línea). *Agronomía Tropical* 56(2):151-170. Consultado 6 ago. 2023. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Alvarado Alvarado, J.E. (2016). Evaluación de niveles de fertilización edáfica del compuesto 15-15-15, ácidos húmicos y algas marinas, en el cultivo del arroz. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Arias-Badilla, JG; Esquivel-Segura, EA; Campos-Rodríguez, R. 2020. Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha* 33:13-24. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4363>.

Aristya, VE; Trisyono, YA; Mulyo, JH; Taryono. 2021. Participatory varietal selection for promising rice lines. *Sustainability (Switzerland)* 13(12):1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13126856>.

Macías Suárez, J. C. 2015. Obtención de líneas dihaploides de arroz (*Oryza sativa* L.) a través del cultivo in vitro de anteras de 10 poblaciones F1. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Carreño, FS; Córdova, NH; Científica, R; Soto, CF. 2013. SIEMBRA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO. Determination efficiency index in crops of maize and sorghum established in different planting dates and its influence on performance Naivy Hernández Córdova (en línea). *Cultivos Tropicales* 34(2). Consultado 6 ago. 2023. Disponible en <http://www.ediciones.inca.edu.cu>.

Degiovanni, V; Berrio, L; Charry, R. 2017. Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) (en línea). *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* :35-59. Disponible en <https://ciat->

library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf.

FedeArroz Sevilla, F de A de S. 2020. FENOLOGÍA (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2023. Disponible en <https://www.federaciondearroceros.es/wp-content/uploads/Fenologia.pdf>.

Gaballah, MM; Fiaz, S; Wang, X; Younas, A; Khan, SA; Wattoo, FM; Shafiq, MR. 2021. Identification of genetic diversity among some promising lines of rice under drought stress using SSR markers (en línea). Journal of Taibah University for Science 15(1):468-478. DOI: <https://doi.org/10.1080/16583655.2021.1989738>.

Menéndez Ganchozo, S. E. 2021. Evaluación de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) por dos métodos de siembra trasplante y a voleo. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Yaguachi, Ecuador.

González Mosquera, MA. 2016. Evaluación agronómica de dos variedades de arroz *Oryza sativa* con fertilización nitrogenada y dosis de mejoradores orgánicos (en línea). :1-72. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13717>.

Lestari, AP; Yullianida; Hermanasari, R; Hairmansis, A. 2019. Promising upland rice lines as new shading tolerant varieties with good grain quality. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 383(1). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/383/1/012003>.

López, C. A. 2010. Efecto de la temperatura y la variedad sobre el número de días a la formación del primordio floral en arroz. Agrociencia, 44(3), 275-281. doi:10.29312/agrociencia. v44i3.1427

Maqueira, LA; Roján, O; Torres, K; Duque, D. 2018. Duration of the phenological phases, its influence in yields of rice (*Oryza sativa* L.). Inca 39(1):68-73.

Olmos, S. 2007. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. :13.

Salazar Coronel, W. 2018. Universidad Nacional Agraria La Molina Portada Certificado (en línea). Disponible en www.lamolina.edu.pe/posgrado.

Silva, M. 2019. Cultivo de arroz: conoce como se realiza y sus plagas (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2023. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cereales/el-cultivo-de-arroz/>.

SIPA, S de IPA. 2021. Ficha del Cultivo de Arroz (en línea, sitio web). Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/arroz/rendimiento-del-arroz-ecuador>.


Tsuji, H; Tamaki, S; Komiya, R; Shimamoto, K. 2008. Florigen and the photoperiodic control of flowering in rice. *Rice* 1(1):25-35. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12284-008-9005-8>.

Universidad Técnica de Babahoyo, U. 2021. Universidad Técnica de Babahoyo. :0-26.

Yoshida, H; Nagato, Y. 2011. Flower development in rice. *Journal of Experimental Botany* 62(14):4719-4730. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/err272>.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo realizado en los laboratorios del INIAP



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 3 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.espi@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre : SANTIAGAN GARCIA LORENZO	Nombre : La Palma	Cultivo Actual : Arroz	N° Reporte : 10584	Fecha de Ingreso : 30/1/2023	Fecha de Salida : 15/2/2023
Dirección : LOS RÍOS / BABA	Provincia : Los Ríos	Cantón : Baha	Parroquia : Isla de Bejucal		
Ciudad : BABA	Ubicación : la Palma				
Teléfono : 0968510713					
Fax :					

N° Muest.	Datos del Lote		ppm										ppm													
	Identificación	Area	pH	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
109225	Mi Granary Sustrate		8,0	1,52	21	M	45	A	0,24	M	10	A	8,5	A	8	B	19,1	A	11,9	A	70	A	11,1	M	0,25	B

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES		
Már = Muy Acido	Lig = Lige Acido	Alc = Lige Alcalino	BC = Requiere Cal	D = Bajo	S = Colometria	NPKaMgCaFeMnZn
Al = Acido	PN = Puc Neutro	Alc = Media Alcalino	M = Medio	S = Turbidimetria	S = Turbidimetria	Tuñon de Calcio Monohidrato
MuAc = Media Acido	N = Neutro	Alc = Alcalino	A = Alto	KCaMgCaFeMnZn	A = Absorcion atómica	BS

[Firma]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Firma]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 3 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.espi@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre : SANTIAGAN GARCIA LORENZO	Nombre : La Palma	Cultivo Actual : Arroz	N° de Reporte : 10584	Fecha de Ingreso : 30/1/2023	Fecha de Salida : 15/2/2023
Dirección : LOS RÍOS / BABA	Provincia : Los Ríos	Cantón : Baha	Parroquia : Isla de Bejucal		
Ciudad : BABA	Ubicación : la Palma				
Teléfono : 0968510713					
Fax :					

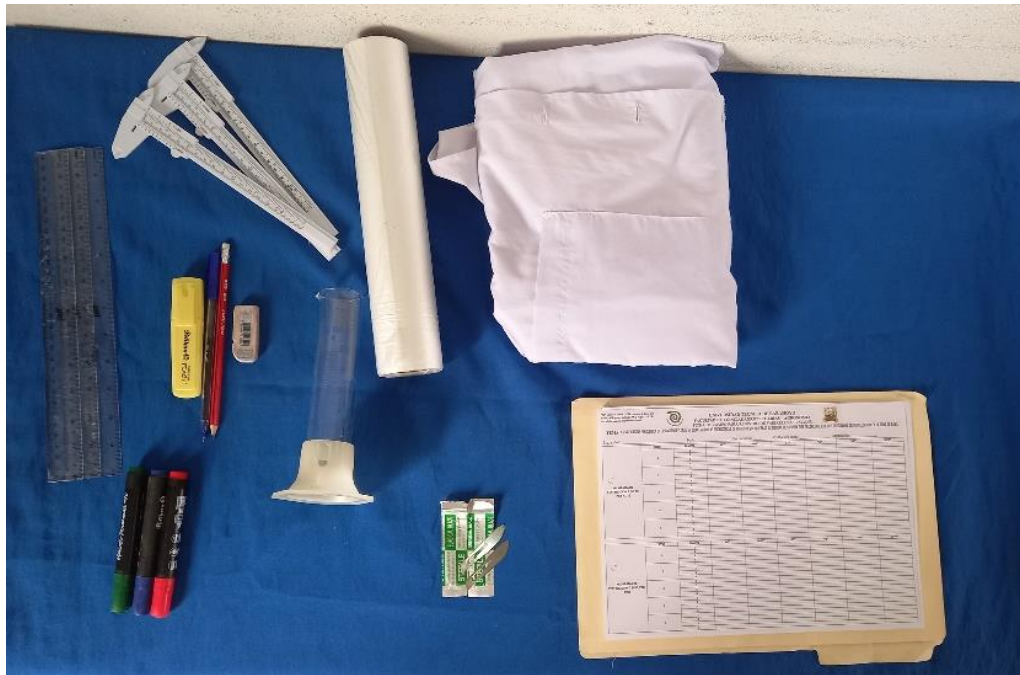
N° Muest.	Datos del Lote		ppm										ppm													
	Identificación	Area	pH	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
109225	Mi Granary Sustrate		8,0	1,52	21	M	45	A	0,24	M	10	A	8,5	A	8	B	19,1	A	11,9	A	70	A	11,1	M	0,25	B

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES		
Már = Muy Acido	Lig = Lige Acido	Alc = Lige Alcalino	BC = Requiere Cal	D = Bajo	S = Colometria	NPKaMgCaFeMnZn
Al = Acido	PN = Puc Neutro	Alc = Media Alcalino	M = Medio	S = Turbidimetria	S = Turbidimetria	Tuñon de Calcio Monohidrato
MuAc = Media Acido	N = Neutro	Alc = Alcalino	A = Alto	KCaMgCaFeMnZn	A = Absorcion atómica	BS

[Firma]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Firma]
RESPONSABLE LABORATORIO

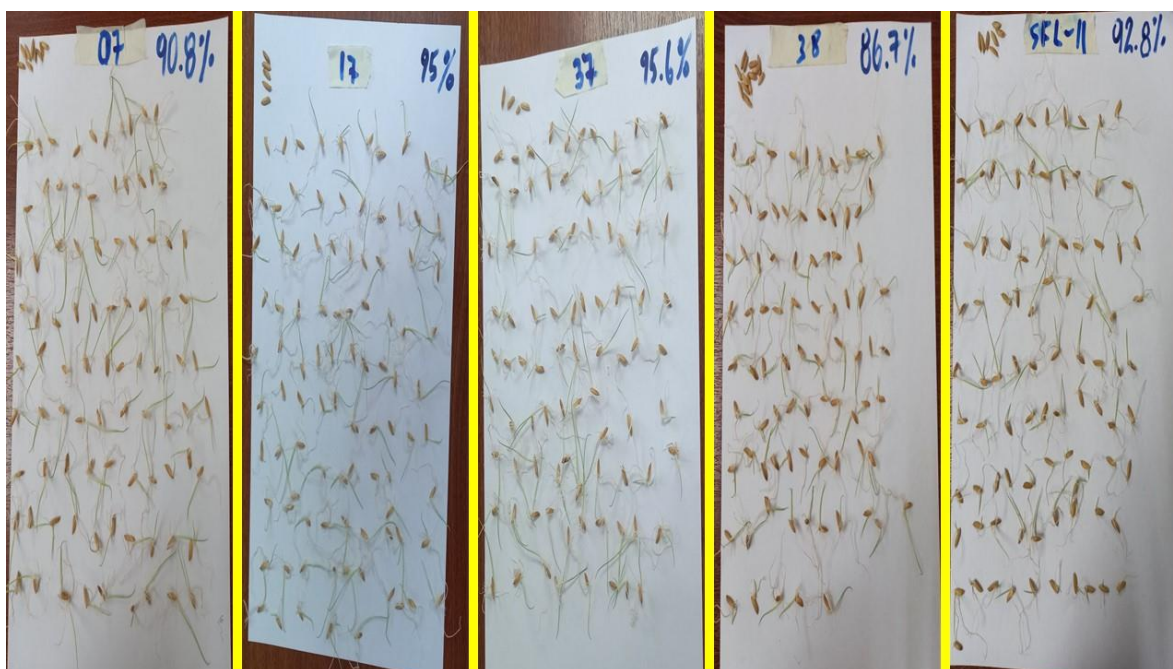
Anexo 2. Instrumentos de medición utilizados



Anexo 3. Preparación del terreno con labor de Fangueo.



Anexo 4. Prueba de Germinación de cada línea/cultivar



Anexo 5. Elaboración de Semilleros de cada línea/cultivar correspondiente.

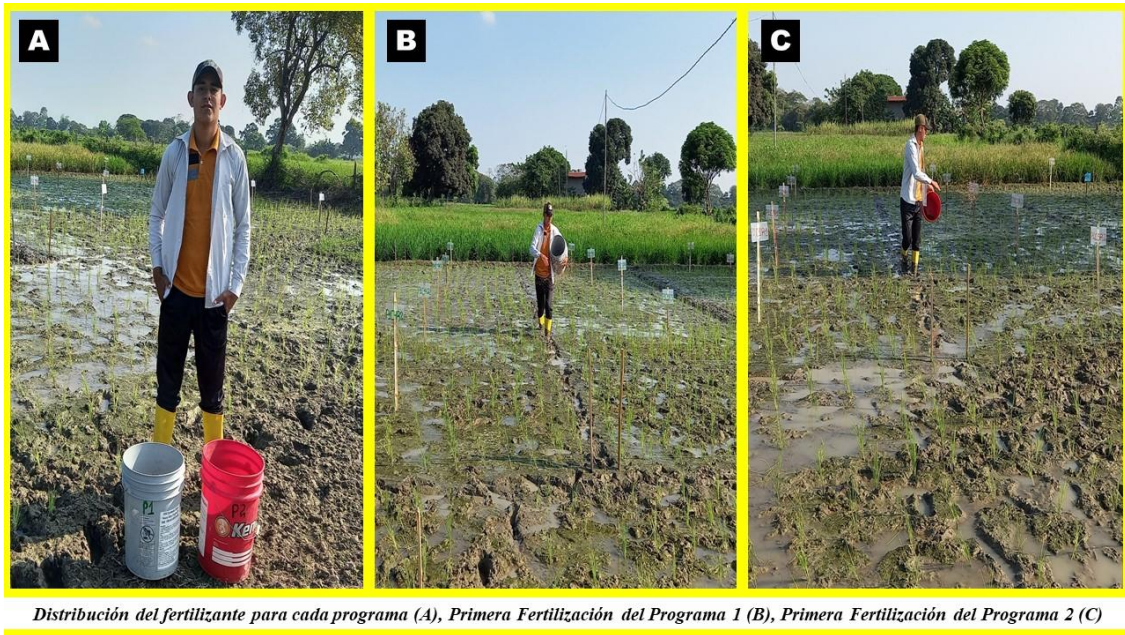


Preparación de parcela del semillero (A), Distribución de la semilla en la parcela (B), Semilleros finalizados de cada línea/cultivar (C), Semilleros a los 8 días después de la siembra(D).

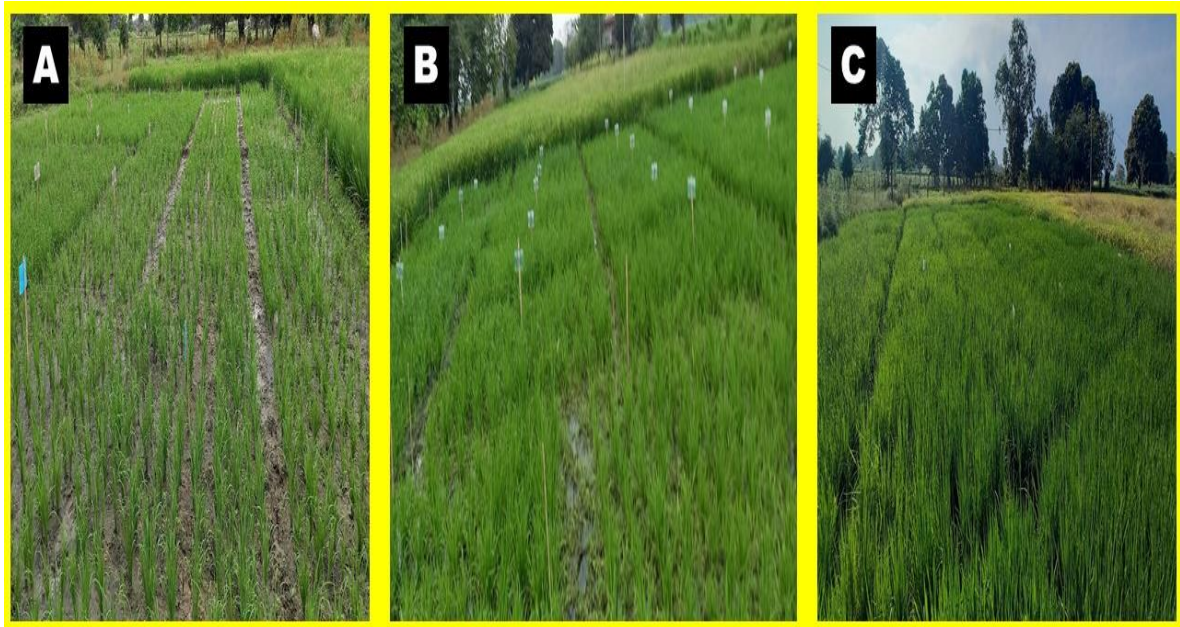
Anexo 6. Siembra de las líneas/cultivares en cada parcela correspondiente.



Anexo 7. Fertilización con cada programa designado, a las líneas /cultivares en la siembra



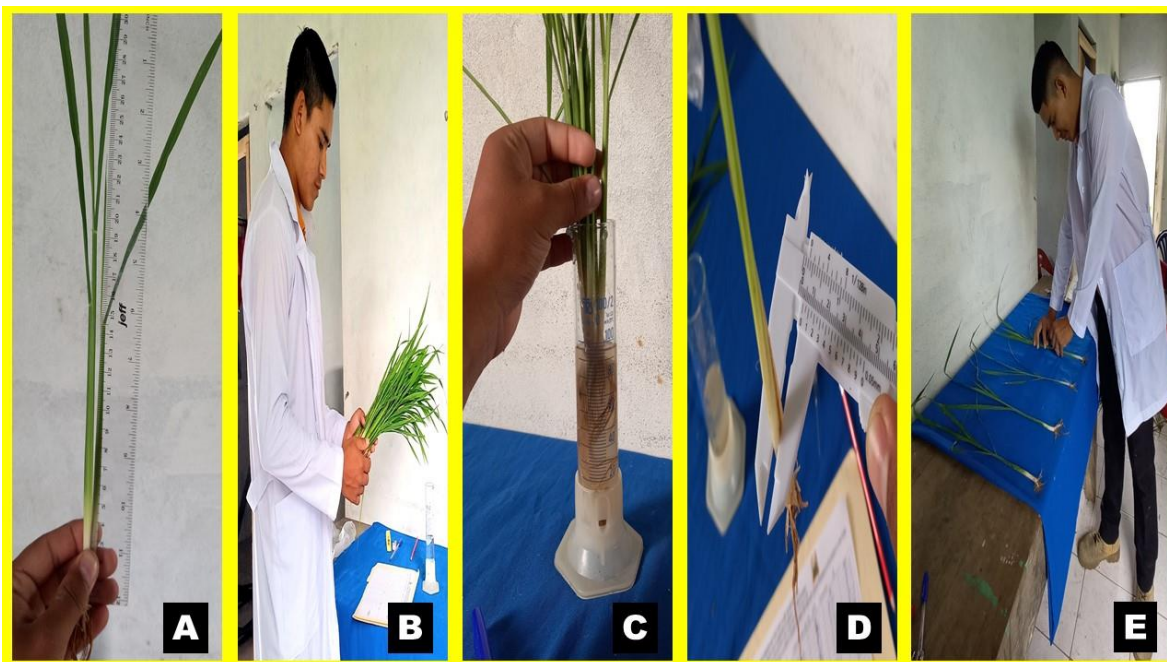
Anexo 8. Status del Trabajo Experimental, a los 18 DDT (A), a los 25 DDT (B) y a los 44 DDT.



Anexo 9. Extracción de los sitios en campo (A), Muestras listas para evaluar (B).



Anexo 10. Evaluación de las variables; altura de planta (A), número de macollos, hojas y vigor (B), volumen de raíces (C), grosor de tallo (D) e identificación del primordio floral (E).



Anexo 11. Visita técnica del docente tutor, el Ing. Walter Oswaldo Reyes Borja, PhD.



Anexo 12. Última fertilización a los 44 DDT, cuando se encontró el 50% +1 de plantas con primordio floral, dirigida a cada parcela.

