



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Densidades de siembra en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con
abono foliar durante la estación húmeda en la localidad de Babahoyo

AUTORA:

Blanca Herlinda Gavilánez Jaen

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Densidades de siembra en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con
abono foliar durante la estación húmeda en la localidad de Babahoyo

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Miguel Goyes Cabezas, MBA

PRESIDENTE

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, MBA

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Darío Dueñas Alvarado, MBA

SEGUNDA VOCAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, y a toda mi familia por estar siempre presente.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mis hermanos por brindarme sus consejos día tras día y su amor incondicional.

A una de mi mejor amiga sunny, por no dejarme sola en los momentos más difícil y a sus padres que también me brindaron mucha ayuda y amor.

Agradezco a Tito López por ser el apoyo incondicional en mi vida, que con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

Agradezco a mis queridas amigas que nunca me dejaron sola en la universidad y hasta ahora, Gabriela, Katy, y Yuli.

Agradezco a mi tutor Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, MSc .

Agradezco a mis amigos más allegados que también son parte de mi familia y que estuvieron al pendiente de mí, Emilio, Briggette, Karla, Joselyn, señora Glenda, y Cristian.

Y por supuesto a mi querida universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por darme fuerzas para continuar con este proceso de obtener unos de mis anhelos más deseados.

A mis padres, Sixto Gavilánez Andino y Blanca Jaén Álava que con su amor confianza y más que todo su apoyo incondicional permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

DECLARACION DE AUTORIA INTELECTUAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este trabajo experimental son de exclusividad del autor

Blanca Herlinda Gavilánez Jaen

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	IIIII
DEDICATORIA	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.2 HIPÓTESIS	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ORIGEN DEL ARROZ	4
2.2 PRODUCCIÓN DE ARROZ EN EL ECUADOR	4
2.3 MORFOLOGÍA DEL ARROZ	5
2.4 FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE ARROZ Y ETAPAS DE CRECIMIENTO	7
2.5 TAXONOMÍA DEL ARROZ	10
2.6 VARIEDADES DEL ARROZ	11
2.7 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ARROZ	12
2.8 FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN DEL ARROZ	13
2.9 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	14
2.9.1 <i>Parámetros de interpretación</i>	15
2.9.2 <i>Elementos Químicos en la Nutrición del Cultivo</i>	15
2.10 RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN	17
2.11 FORMAS DE CULTIVAR EL ARROZ	18
2.11.1 <i>Bajo Inundación</i>	18
2.11.2 <i>Bajo riego</i>	19
2.11.3 <i>Secano</i>	19
2.12 MÉTODOS DE SIEMBRA DE ARROZ	19
2.13 DENSIDADES DE SIEMBRA	21
2.14 CONDICIONES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO DEL ARROZ	23
2.15 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL ARROZ	24
2.16 ENFERMEDADES DEL ARROZ	27
2.17 TRATAMIENTOS	28
2.18 BIOESTIMULANTES	28
III. METODOLOGÍA	30
3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	30
3.2 MATERIAL GENÉTICO	31
3.3 MÉTODOS	31
3.4 VARIABLE EN ESTUDIO	32
3.5 TRATAMIENTOS A ESTUDIAR	32
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	33
3.7 ANÁLISIS DE LA VARIANZA	33
3.8 MANEJO DEL ENSAYO	34
3.8.1 <i>Análisis de suelo</i>	34

3.8.2	<i>Preparación de suelo</i>	34
3.8.3	<i>Siembra</i>	34
3.8.4	<i>Riego</i>	34
3.8.5	<i>Control de malezas</i>	34
3.8.6	<i>Fertilización</i>	35
3.8.7	<i>Control de enfermedades</i>	35
3.8.8	<i>Control de insectos</i>	35
3.8.9	<i>Cosecha</i>	35
3.9	DATOS A EVALUAR	35
3.9.1	<i>Número de macollos</i>	35
3.9.2	<i>Número de panículas</i>	36
3.9.3	<i>Porcentaje de macollos efectivos</i>	36
3.9.4	<i>Días a floración</i>	36
3.9.5	<i>Altura de planta</i>	36
3.9.6	<i>Porcentaje y época de acame</i>	36
3.9.7	<i>Longitud de panícula</i>	36
3.9.8	<i>Granos por panícula</i>	37
3.9.9	<i>Esterilidad de panículas</i>	37
3.9.10	<i>Peso de 1000 granos</i>	37
3.9.11	<i>Madurez fisiológica</i>	37
3.9.12	<i>Rendimiento de grano</i>	37
3.9.13	<i>Análisis económico</i>	38
IV.	RESULTADOS	39
4.1	NÚMERO DE MACOLLOS	39
4.2	NÚMERO DE PANÍCULAS	40
4.3	PORCENTAJE DE MACOLLOS EFECTIVOS	40
4.4	DÍAS A FLORACIÓN	41
4.5	ALTURA DE PLANTA	43
4.6	PORCENTAJE Y ÉPOCA DE ACAME	43
4.7	LONGITUD DE PANÍCULA	44
4.8	GRANOS POR PANÍCULA	45
4.9	ESTERILIDAD DE PANÍCULAS	46
4.10	PESO DE 1000 GRANOS	47
4.11	MADUREZ FISIOLÓGICA	48
4.12	RENDIMIENTO DE GRANO	49
4.13	ANÁLISIS ECONÓMICO	51
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
VI.	CONCLUSIONES	54
VII.	RECOMENDACIONES	55
VIII.	RESUMEN	56
IX.	SUMMARY	57
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	ANEXO	62

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Geográfica del trabajo experimental	30
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía.....	10
Tabla 2. <i>Variedades de arroz mejoradas y criollas</i>	11
Tabla 3. <i>Requerimientos del Cultivo</i>	14
Tabla 4. <i>Parámetros de Interpretación del suelo</i>	15
Tabla 5. <i>Recomendación de fertilización</i>	18
Tabla 6. Rangos de temperaturas óptimos para el cultivo del arroz.....	23
Tabla 7. <i>Material Genético</i>	31
Tabla 8. <i>Tratamiento a estudiar</i>	32
Tabla 9. <i>Número de Tratamientos</i>	33
Tabla 10. <i>Análisis de Varianza</i>	33
Tabla 11. <i>Indicadores estadísticos de macollos</i>	39
Tabla 12. Indicadores estadísticos de panículas.....	40
Tabla 13. <i>Medias por tratamientos (porcentaje de macollos efectivos)</i>	41
Tabla 14. <i>Medias por tratamientos (días a floración)</i>	42
Tabla 15. <i>Indicadores estadísticos de altura de la planta</i>	43
Tabla 16. <i>Medias por tratamientos (longitud de panícula)</i>	45
Tabla 17. <i>Indicadores estadísticos de granos por panícula</i>	45
Tabla 18. <i>Indicadores estadísticos de porcentaje de esterilidad de panículas</i>	46
Tabla 19. <i>Medias por tratamientos (peso de 1000 granos)</i>	48

Tabla 20. <i>Medias por tratamientos (madurez fisiológica)</i>	49
Tabla 21. <i>Medias por tratamientos (rendimiento de grano)</i>	50
Tabla 22. <i>Análisis económico del diseño experimental</i>	52
Tabla 23. <i>Análisis de varianza de número de macollos</i>	62
Tabla 24. <i>Medias por tratamientos (macollos)</i>	62
Tabla 25. <i>Análisis de varianza número de panículas</i>	63
Tabla 26. <i>Medias por tratamientos (número de panículas)</i>	63
Tabla 27. <i>Análisis de la Varianza porcentaje de macollos efectivo</i>	63
Tabla 28. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) % de macollo efectivos</i>	64
Tabla 29. <i>Análisis de la Varianza días a floración</i>	64
Tabla 30. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) días a floración</i>	64
Tabla 31. <i>Test Tukey para el factor variedad (días a floración)</i>	65
Tabla 32. <i>Análisis de varianza de altura de la planta</i>	65
Tabla 33. <i>Medias por tratamientos (Altura de la planta)</i>	65
Tabla 34. <i>Análisis de la Varianza longitud de la panícula</i>	66
Tabla 35. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) longitud de la panícula</i>	66
Tabla 36. <i>Tukey factor densidades longitud de la panícula</i>	66
Tabla 37. <i>Tukey factor variedades longitud de la panícula</i>	66
Tabla 38. <i>Tukey factor Bioestimulante longitud de la panícula</i>	67
Tabla 39. <i>Tukey interacción factores A y B longitud panícula</i>	67
Tabla 40. <i>Tukey entre factores A y C longitud panícula</i>	67
Tabla 41. <i>Análisis de varianza de granos por panícula</i>	67
Tabla 42. <i>Medias por tratamientos (granos por panícula)</i>	68

Tabla 43. <i>Análisis de varianza del porcentaje de esterilidad de las panículas</i>	68
Tabla 44. <i>Medias por tratamientos de porcentaje de esterilidad de panículas.</i>	69
Tabla 45. <i>Análisis de la Varianza peso de 1000 granos</i>	69
Tabla 46. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) peso de 1000 granos</i>	69
Tabla 47. <i>Análisis de la Varianza madurez fisiológica</i>	70
Tabla 48. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) madurez fisiológica</i>	70
Tabla 49. <i>Tukey factor densidades madurez fisiológica</i>	70
Tabla 50. <i>Tukey factor variedades madurez fisiológica</i>	70
Tabla 51. <i>Tukey factor bioestimulante madurez fisiológica</i>	71
Tabla 52. <i>Tukey interacción densidades y variedades (madurez fisiológica)</i>	71
Tabla 53. <i>Tukey variedades y bioestimulante (madurez fisiológica)</i>	71
Tabla 54. <i>Análisis de la Varianza rendimiento de grano</i>	71
Tabla 55. <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) rendimiento de grano</i>	72
Tabla 56. <i>Tukey para factor variedades rendimientos de grano</i>	72

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es considerado uno de los más importantes en el mundo, pues constituye un alimento básico para más de la mitad de la población humana desde tiempos remotos, convirtiéndose en una fuente de aporte calórico en la dieta de las personas, ocupa el segundo lugar (después de la siembra de trigo) respecto al área cultivada (Franquet 2018).

El sector arrocero es muy significativo para el país debido a que es uno de los principales productos de la canasta básica de los hogares ecuatorianos, el cual es generado mayormente por pequeños y medianos productores, conformando así la estructura productiva.

En Ecuador se siembran al año aproximadamente 370.000 ha de arroz bajo condiciones de riego y secano, con un rendimiento promedio de 3.996 kg/ha y se lo cultiva en 12 provincias, siendo las de mayor superficie el Guayas y Los Ríos, las cuales representan un 83%, mientras que el 17% restante está distribuido en otras provincias como Manabí, Esmeraldas, Loja y Bolívar (Zamora 2012). Por esta razón, el país requiere aumentar el rendimiento por unidad de superficie, con la finalidad de satisfacer la demanda de grano y la productividad.

El Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI) en alianza con la FAO buscan mejorar la seguridad alimentaria y los medios de subsistencias, mediante el aprovechamiento de los conocimientos científicos y competencias técnicas, en el cual se incluye el manejo de plagas y tecnificación, beneficiando así a las provincias de mayor producción de arroz (Burgos y Garófalo 2018).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es otra de las instituciones dedicadas al estudio del cereal, que ha desarrollado el Programa Nacional del Arroz con el objetivo de crear cultivares de alta productividad, tolerante a enfermedades, con buen comportamiento agronómico, calidad molinera y culinaria,

con el propósito de contribuir al mejoramiento de la eficiencia de la cadena agro productiva del arroz en Ecuador.

La densidad de siembra y la fertilización, son las principales prácticas de manejo que se deben tener en cuenta durante el ciclo de la siembra, esto debido al hecho de que ambas inciden directamente en la rentabilidad del cultivo y la producción de cosecha de mejor calidad. Los cultivares con buen macollamiento sembrados con altas densidades favorecen al volcamiento de plantas y consecuentemente disminución del tamaño de la panícula, esterilidad del grano, mermas en el rendimiento, debido a la competencia entre plantas por agua, nutrientes y la energía solar (Zamora 2012).

La Provincia de Los Ríos es una de las zonas más productivas en cuanto al cultivo de de arroz, sin embargo, uno de los principales problemas que vive el sector arrocero es el incremento en los costos de producción del cultivo, esto se da por prácticas de manejo poco adecuadas en la preparación del terreno, densidades de siembra inapropiadas, fertilización y por el sembrío de variedades susceptibles a plagas, que influyen significativamente en el rendimiento del grano de manera negativa, por tales motivo es importante realizar un estudio sobre la eficacia en la densidad de siembra en la producción de dos variedades de arroz para así determinar que densidad con fertilización presenta un cultivar de alta productividad, resistente a enfermedades, es decir, un cultivo en óptimas condiciones y de alto rendimiento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar densidades de siembra en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de bioestimulantes en la localidad de Babahoyo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la respuesta de los descriptores agronómicos de dos variedades de arroz (INIAP 11 y GO - 39815) en interacción con tres densidades de siembra, nutrido con dos bioestimulantes como complemento a la fertilización edáfica.
- Analizar económicamente los tratamientos.

1.2 Hipótesis

H1: al menos una de las tres densidades de siembra nutrido con bioestimulantes, incrementará el rendimiento y mejorará las características agronómicas en al menos una de las dos variedades.

H0: ninguna de las tres densidades de siembra nutridos con bioestimulantes, incrementará el rendimiento y mejorará las características agronómicas en ninguna de las dos variedades.

II. Marco Teórico

2.1 Origen del arroz

En Ecuador el arroz es parte fundamental en la alimentación familiar, convirtiéndose en el cereal más consumido a nivel local, por lo que es importante conocer el antecedente del cereal analizado.

El arroz es considerado a nivel mundial como uno de los cereales más consumidos, puesto que continentes como Asia y América Latina lo incluyen como elemento principal en sus jornadas alimenticias. Investigaciones realizadas demuestran que ocupa el tercer lugar en todo el mundo como el cereal de mayor producción.

Los antecedentes sobre la siembra del arroz (*Oriza Sativa*) radican hace 10.000 años, su origen es de la ciudad de Oriza perteneciente a la India, razón por la cual adoptó la denominación que posee la variedad de arroz estudiado, la afirmación descrita se sustenta por la presencia de conservación de la variabilidad genética que existe en determinado sector, en otras palabras, es la nación donde se cultivó por primera vez arroces silvestres (Pinciroli et al. 2015).

2.2 Producción de arroz en el Ecuador

La nación ecuatoriana posee una gran producción de arroz, la región Costa presenta la mayor cantidad de cultivo de este importante producto, en esta se concentra el 98.71% de la producción nacional, la provincia del Guayas es la principal productora con el 60% mientras que la provincia de los Ríos es la segunda más importante pues representa el 34% de participación en el mercado productor del país. Es importante manifestar que el proceso productivo del arroz por similar y repetitivo que sea, no asegura los rendimientos económicos de manera constante puesto que existen factores climáticos que a menudo alteran el curso normal de la producción (Alaba et al. 2018).

Existen diferencias en los contextos productivos de las diversas zonas de la nación ecuatoriana, es decir, no en todos los lugares se obtiene los mismos rendimientos, esto se evidencia al realizar la siguiente comparación entre las dos principales provincias productoras de arroz, mientras que en el Guayas se pueden realizar de dos a tres ciclos de producción arroceras en los terrenos que se encuentran técnicamente equipados, en la provincia de Los Ríos de forma regular tan solo se realiza un solo ciclo cada año, esto se debe a la ausencia de tecnificación, existe pero de manera limitada, lo que implica que potencialmente Los Ríos es un buen prospecto para generar un mayor impacto en la producción arroceras (Alaba et al. 2018).

Un estudio realizado por la compañía (Lesdada 2018) expresa lo siguiente sobre la producción del arroz en el Ecuador:

La producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto número 26 a nivel mundial, a esto se suma que la nación ecuatoriana es considerada una de las más consumidoras de arroz en lo que a la Comunidad Andina se refiere. Datos específicos demuestran que en el año 2010 existió un consumo de 48kg/año por persona; esto evidencia que este producto es uno de los principales de producción transitoria, ocupa la tercera parte de la superficie de los cultivos a nivel general. Se ha constituido uno de los alimentos que por lo general no faltan en la mesa ecuatoriana, en términos sociales y productivos el cultivo del arroz es el más importante en el Ecuador.

2.3 Morfología del arroz

La planta de arroz es monocotiledónea, pertenece a la familia de *Poaceae* de las gramíneas y está conformada por órganos vegetativos (raíz, tallo, hojas) y reproductores (flor, inflorescencia y semilla), a continuación, se describe cada uno de ellos según el autor (Franquet 2015) :

- **Raíces:** En el desarrollo de la planta de arroz, las raíces se muestran de características delgadas, fibrosas y fasciculadas, están constituidas por dos

raíces: las seminales son aquellas que se forman de la radícula y son temporales, mientras las adventicias secundarias poseen una libre ramificación que se forman a partir de los nudos subterráneos del tallo joven, además esta raíz reemplaza a la primaria.

- **Tallo:** Este se forma principalmente de nudos y entrenudos alternados; en cada nudo se constituye una hoja y yema, esta al desarrollarse suele formar una macolla debido a que se ubica entre el nudo y la base de la vaina de la hoja, además tiene un aspecto cilíndrico, erguido, nudoso, glabro, mide aproximadamente de 60-120 cm de longitud, esto dependerá de la variedad de arroz.
- **Hojas:** La planta de arroz tiene hojas envainadoras con un limbo lineal, largo, plano y están distribuidas en forma alterna a los lados del tallo, una de las primeras hojas surge en la base del tallo o de las macollas a esto se le conoce como prófalo, está se caracteriza por no tener lamina y constituida por dos brácteas aquilladas; en cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la que se crea debajo de la panícula es la hoja bandera y la completa está compuesta por vaina, cuello y lamina.
- **Flores:** Las flores se caracterizan por ser de color verde blanquecino, situada en espiguillas conformada por una panoja grande, estrecha y colgante que se genera luego de la floración, dicha espiguilla es uniflora y tiene una gluma constituida de dos valvas pequeñas, cóncavas, aquilladas y lisas. La flor tiene seis estambres y un pistilo, el primero posee filamentos delgados que sostienen las anteras y contienen los granos de polen, mientras el segundo está formado por el ovario, estilo y el estigma. (Franquet 2015)
- **Inflorescencia:** Se refiere a una panícula específica que se ubica sobre el vástago terminal, esta panícula se mantiene erecta durante la floración, después se dobla debido al peso de los granos de arroz maduros. La espiguilla es la principal unidad de la inflorescencia, la cual consiste en dos lemas estériles (raquilla y flósculo) y esta unidad a las ramificaciones por el pedicelo, además se clasifican en abiertas, compactas e intermedias, acorde al ángulo que forman las ramificaciones al salir del eje de la panícula. (CIAT 2020)

- **Semilla:** El grano de arroz es el ovario maduro, seco e indehisciente, que está conformado por la cáscara la cual consta de el lemma y la palea junto con las estructuras asociadas a las dos partes mencionadas; lemmas estériles, la raquilla, arista y el embrión, estos se encuentran ubicados en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma; y el endospermo es el que provee alimento al embrión en el transcurso de la germinación. El grano en cascara se llamado arroz paddy. (Franquet 2015)

2.4 Fases fenológicas de la planta de arroz y etapas de crecimiento

La planta de arroz tiene tres fases de desarrollo (vegetativa, reproductiva y de maduración), en las cuales pasa por diversas etapas de crecimiento, a continuación se describe cada una de ellas según los autores (Pérez y Rodríguez 2018) expresan lo siguiente:

Fase vegetativa: Esta fase dura aproximadamente entre 55-60 días, cubre el periodo desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento, dicho periodo es clave para distinguir unas variedades de otras, esto dependerá de la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su ciclo de cultivo; además en esta se establecerá el número de espigas por planta o por unidad de superficie debido al macollamiento de las plantas, siendo este uno de los principales componentes de rendimiento de una siembra de arroz.

Fase reproductiva: Esta fase tiene una duración de 35 a 45 días, comprende desde la formación del primordio floral, engrosamiento del tallo hasta el periodo de iniciación/desarrollo de la panícula y floración. La duración de esta fase varia muy poco de otras variedades cultivadas, además en esta se establece el número de granos por panícula siendo este otro componente para determinar el rendimiento en una siembra de arroz. En el periodo de llenado de grano es indispensable que reciba mucha luz porque de ello dependerá que los carbohidratos trasladados desde las hojas al grano se fotosinteticen.

Fase de maduración: Esta fase dura de 30 a 40 días, comprende desde la emergencia de la floración, el llenado y desarrollo de los granos en estado lechoso y pastoso hasta la cosecha que es cuando el grano está maduro; la duración de esta fase varía muy poco de otras variedades cultivadas, además en este periodo se establece el peso del grano constituyéndose el tercer componente para determinar el rendimiento de una siembra de arroz.

La fase vegetativa y reproductiva de las variedades de arroz que se cultivan varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta la cosecha del grano, por lo tanto las etapas de crecimiento en cada una de las fases de desarrollo son diferentes, a continuación se menciona cada una, según el autor (Haro Bazán 2016):

Etapas 0. Germinación: Este periodo comienza cuando la semilla seca inicia el proceso de germinación y finaliza al emerger la primera hoja a través del coleóptilo, esta etapa dura entre 5 a 7 días, esto dependerá si la germinación se produce estando la semilla sumergida en el agua, el coleóptilo que cubre las hojas embrionarias, surge y se hace visible con una estructura cilíndrica antes que la coleoriza, y si ocurre en un ambiente aeróbico de suelo bien drenado, la coleoriza que envuelve las raíces embrionarias emerge primero.

Etapas 1. Plántula: Su duración es de 15 a 20 días, esta empieza desde que emerge la primera hoja hasta la aparición del primer vástago o hijo. La primera hoja suele salir tres días después de sembrar la semilla pregerminada; la plántula consume mucho endosperma y desarrolla el sistema radical primario el cual es reemplazado por las raíces adventicias.

Etapas 2. Macollamiento: En esta se forma los hijos de la planta de arroz, es decir, empieza con la formación del primer hijo a partir de la yema axilar de un nudo inferior hasta que la planta alcanza el mayor número de vástagos e incluso al inicio del alargamiento del tallo. La duración de dicha etapa es de 30 a 35 días, sin embargo, puede variar por la variedad sembrada, la época y las condiciones climáticas.

Etapa 3. Elongación del tallo: El alargamiento del tallo subterráneo sucede a los 50 días, a partir del cuarto entrenudo por debajo del nudo ciliar y en el lapso de cinco a siete días tiene una longitud de 2 a 4 cm, el tallo continúa creciendo hasta que la panícula ya formada sobresalga en el tercio superior de la planta, por encima de la vaina de la hoja bandera.

Etapa 4. Inicio de panícula: La duración de esta etapa es de entre 10 a 11 días, comienza con la formación microscópica del primordio floral hasta que aparece con la apariencia de un cono algodonoso, con una longitud de tres a cuatro mm. La iniciación de la panícula se genera en el tallo principal y continua en los hijos de manera irregular.

Etapa 5. Desarrollo de panícula: La duración de esta etapa es de 20 a 25 días, comienza desde la formación cónica algodonosa visible de la panícula hasta que emerge a través de la vaina de la hoja bandera, además en esta se determina la conformación de la inflorescencia, que cuando se engrosa genera un abultamiento de la vaina de la hoja mencionada. En el periodo de desarrollo de la panícula se nota diferencias entre los primordios de las espiguillas y también se establece el número de estas.

Etapa 6. Floración: La floración ocurre 20 días después del inicio visual de la panícula sin importar la variedad sembrada, es decir, desde la salida de la panícula de la hoja bandera hasta que se completa la antesis en la misma, esta etapa pertenece a la fase de madurez debido a que abarca desde la emergencia de la floración, el llenado y desarrollo de granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha que es cuando el grano está maduro.

Etapa 7. Grano lechoso: El grano se encuentra en estado lechoso después de la fertilización del óvulo que se produce en la traslocación de carbohidratos que se suelen tener una consistencia lechosa en el interior de la espiguilla, este grano se mantiene en condiciones normales por un tiempo de 7 a 10 días, en el transcurso de

dicho lapso la panícula se conserva de erecta y solo en su tercio superior suele doblarse debido al llenado de los granos.

Etapa 8. Grano pastoso: El tiempo de duración de esta etapa es de 10 a 13 días, en este periodo el contenido del grano se convierte en más consistente con tendencia a endurecerse, en el transcurso de dicha etapa el grano presenta un color verde amarillento y el doblado de la panícula es más pronunciado en su parte media.

Etapa 9. Grano maduro: En este periodo el contenido del grano se vuelve duro y se cristaliza, esta etapa dura aproximadamente de 6 a 10 días; al concluir esta etapa la planta llega a su plena madurez y el raquis de la panícula se dobla completamente debido al peso lo que indica que está listo para cosecharse, y los granos se presentan de color verde amarillento.

2.5 Taxonomía del arroz

La planta de arroz tiene las siguientes características taxonómicas según su identificación y clasificación que son:

Tabla 1. Taxonomía

Características	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Enrhartoidea
Tribu	Oryzeae
Género	Oryza
Especie	Sativa
Nombre científico	Oryza sativa L.

Fuente: (Ronquillo 2017)
Elaborado por. Blanca Gavilánez

2.6 Variedades del arroz

En el mundo existen miles de variedades de arroz, la mayor parte de estas provienen de especies silvestres, sin embargo, solo algunas de ellas son las más sembradas a nivel mundial. Todas ellas se agrupan por tipo de arroz, según la forma del grano: *largo* es de característica alargada y delgada, no se pega con facilidad, requiere mayor cantidad tiempo y agua para su cocción, entre estos el Basmati, Jazmín o Ferrini; *medio* es un grano corto y grueso con textura suave, como Bomba o Carnaroli; *corto* este tiene apariencia redonda, los granos se adhieren entre sí con facilidad, estos son el Arborio o Vialone Nano.

El tipo de arroz según su color, aroma y textura se divide en *arroz glutinoso*, este se caracteriza por ser pegajoso, los granos se juntan y con facilidad se desintegran si están muy cocidos; *rojo* es una gramínea integral que tiene un color rojizo debido a la presencia de antocianinas; *negro* también es un grano integral que tiene un color oscuro y se convierte en purpura cuando se cocina; y los aromáticos son característicos por ser de grano medio a largo y por emanar aromas entre ellos Basmati o Jazmín. Según el proceso industrial está *el vaporizado* es una gramínea de tono blanco y el *precocido* es un grano con un tratamiento previo para facilitar su cocción (Delgado Cedeño y Zorrilla Cabrera 2017). En el Ecuador existen variedades de arroz criollas y mejoradas por el Programa Nacional del Arroz del INIAP, entre los más conocidos están:

Tabla 2. *Variedades de arroz mejoradas y criollas*

Mejoradas	Criollas
<ul style="list-style-type: none">• INIAP 11• INIAP 12• INIAP 14• INIAP 415• INIAP 15• IR-8• INTI• CICA 9• ORICICA	<ul style="list-style-type: none">• Pico negro• Donato• Pancho negro• Cubanito• Blue Bonnet

-
- SFL-09
 - GO-39015
-

Fuente: (Quito 2017)
Elaborado por. Blanca Gavilánez

2.7 Generalidades del cultivo de arroz

Las labores en la producción arrocerá dependen en gran medida del tipo de cultivo, variedad del arroz, características ecológicas y la disponibilidad de recursos mecanizados, por tal razón, las acciones a considerar en el cultivo del arroz están íntimamente ligadas con la preparación del suelo, épocas de siembra, distanciamiento, densidad y métodos de cultivo; generalidades que se describen a continuación:

Preparación del suelo, la fase descrita se conforma por acciones de chapoda para eliminar la maleza entre 8 a 10 días antes de la siembra, también se considera el rastreo que consiste en dejar el suelo suelto para que la germinación de la semilla tenga mayor facilidad, donde se debe realizar dos o más pasos de rastras; otro aspecto a considerar es el nivelado, cuyo objetivo es evitar que el suelo se compacte, puede realizarse por el método convencional con terreno en seco y bajo el agua por fanguero, mientras que el último punto a considerar es el surcado, que debe poseer una distancia entre surco de 0.3m y una profundidad de 0.10 m o 0.15m para facilitar el drenaje y germinación de la semilla cuando la siembra es directa, y por trasplante se recomienda una distancia de 0.30 m entre surcos (Programa de granos básicos 2018).

Las labores de cultivo son esenciales para generar las condiciones físicas adecuadas en la producción arrocerá y facilitar cualquier acción agrícola posterior, motivo por el que es relevante considerar factores esenciales como la época de siembra, densidad, distanciamiento del cultivo y los métodos de siembras, componentes que se detallan de forma seguida:

Época de siembra. El cultivo de arroz de secano se debe iniciar al comienzo de la temporada de lluvias, de forma recomendada entre los meses de marzo y junio, es decir, un proceso de siembra de arroz que depende de la precipitación pluvial,

mientras que el cultivo bajo sistemas de riego se efectúan en los meses de diciembre y enero, intervalos de tiempos que denotan las temporadas adecuadas según el tipo de siembra a emplear en el proceso de producción (Programa de granos básicos 2018).

Densidad y distanciamiento, las recomendaciones que se deben seguir para el establecimiento de distancia y densidad, permiten obtener un rendimiento productivo apropiado, donde el método de siembra directa debe poseer una distancia entre surcos de 0.30 m, pero cuando el cultivo es por trasplante, lo recomendable es de 0.30 m por distanciamiento y 0.20 m por cada postura; en cambio la densidad que se sugiere es de 97.18 Kg ha^{-1} que equivale 150 libras por manzana en cuanto a semillas por siembra directa, mientras que por voleo la densidad recomendada es de 130 Kg ha^{-1} , es decir, 200 libras en una manzana de terreno y por último el cultivo por trasplante su densidad debe ser de 45.45 Kg ha^{-1} (Programa de granos básicos 2018).

El método de siembra también influye en la productividad del cultivo de arroz, los cuáles se clasifican en siembra directa y trasplante, donde la semilla puede ser plantada seca, húmeda o pregerminada. Los componentes descritos forman parte de las labores de cultivo, los cuales son cruciales para la correcta evaluación en las densidades de siembra o rendimiento productivo (Programa de granos básicos 2018).

2.8 Fertilización y Nutrición del Arroz

Para (Huber et al. 2015) La fertilización y nutrición en el proceso de cultivo de arroz debe comprender fertilizantes que se exponen a continuación:

- Nitrógeno o Área, la cual debe aplicarse como máximo el 20% de su totalidad con el propósito de que no se pierda la volatilización, donde puede ser efectuada por método convencional o con máquina sembradora.

- Fósforo o Súper Fosfato Triple, es recomendable aplicar un 100% previo al proceso de siembra para cumplir con los requerimientos nutricionales del cultivo relacionados con los macronutrientes primarios.
- Potasio, la aplicación de Muriato de Potasio es sugerida que se realice en su totalidad en la fase previa a la siembra, la cual no debe ser superior a 60 unidades, es decir, 100 kilos, por lo que se aconseja que la cantidad de potasio debe ser establecida según el análisis del suelo y poder aplicarla en conjunto con el área; el estudio preliminar sobre el suelo es relevante debido a que una cantidad inadecuada de Muriato de potasio sobre la hilera de siembra puede generar toxicidad en el arroz.

2.9 Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz están ligados a macronutrientes primarios, para mejor comprensión de su interpretación o recomendación, se presenta el fósforo y potasio de manera oxidada.

Tabla 3. Requerimientos del Cultivo

N	P₂O₅	K₂O
100-200 KG por Hectárea	60-103 KG por Hectárea	120-241 KG por Hectárea
154-309 lb por manzana	92-159 lb por manzana	186-371 lb por manzana

Autor. (Programa de granos básicos 2018)

Elaborado por. Blanca Gavilánez

2.9.1 Parámetros de interpretación

Con el propósito de aplicar un adecuado proceso de fertilización o nutrición del suelo donde se cultivará el arroz se establecen límites de interpretación del fósforo y potasio una vez obtenidos los resultados del suelo, los cuales se exponen a continuación:

Tabla 4. *Parámetros de Interpretación del suelo*

Fósforo (ppm)	Grado de disponibilidad
0-8	Bastante bajo
9-12	Bajo
13-30	Elevado
Mayor a 30	Muy elevado
Potasio (ppm)	Grado de disponibilidad
0-59	Bastante bajo
60-200	Elevado
Mayor a 200	Muy elevado

Autor. (Programa de granos básicos 2018)

Elaborado por. Blanca Gavilánez

2.9.2 Elementos Químicos en la Nutrición del Cultivo

El volumen de nutrimentos en el suelo del cultivo de arroz puede variar de una cosecha a otra, por tal razón existen inconvenientes en la nutrición del cultivo y en el rendimiento productivo de la siembra, a continuación, se define la importancia de los elementos químicos necesarios según los análisis obtenidos del terreno:

Nitrógeno:

Su función es de vital relevancia para el desarrollo del sembrío, puesto que integra su estructura molecular en las proteínas, clorofila, ADN, ARN y coenzimas; de forma general el problema de bajos niveles de nitrógenos se incrementa cuando hay manejos

inadecuados del agua, teniendo como consecuencias plantas atrofiadas con limitantes en macollamientos, Clorosis de hojas viejas, pequeñas hojas, angostas, decrementos de número de panojas, macollas y granos (Rodríguez 2019).

Fósforo

Es importante porque ayuda al desarrollo radicular, crecimiento, floración y engrosamiento del grano, también es un componente en los ácidos nucleicos, fosfolípidos y membranas celulares. El elemento químico del fósforo aporta en el metabolismo energético e integra coenzimas NAD (nicotinamida adenín dinucleótido) y NADP (nicotinamida adenín dinucleótido fosfato) que ayuda al proceso de fotosíntesis, respiración y síntesis de ácidos grasos, cuando el nivel de fósforo es inadecuado el cultivo de arroz no responde de forma debida a pesar de que haya la aplicación de nitrógeno y potasio, produciéndose plantas atrofiadas, hojas de color verde sucio, que luego alcanzan un color anaranjado, disminución de la longitud de la hoja y cantidad de panojas (Rodríguez 2019).

Potasio

La función del potasio en el cultivo de arroz consiste en el control hídrico de la planta y que es de gran ayuda para incrementar la resistencia a la presencia de plagas o enfermedades comunes en la plantación, de forma similar como el nitrógeno y fósforo, porque poseen beneficios similares con la fotosíntesis, desarrollo de la clorofila, metabolismo en los carbohidratos, respiración y producción de las enzimas elementales para la sintetización de proteínas. Los síntomas más comunes cuando el potasio es inadecuado son tallos bajos, grosor inadecuado, disminución de peso y cantidad de granos (Rodríguez 2019).

Azufre

El azufre presente en la superficie del suelo aporta con el aprovechamiento del nivel de nitrógeno por cada una de las plantas, además de que integra la parte estructural de las proteínas y constituyen los aminoácidos, biotina y metionina; también es parte integral de ciertas vitaminas como la tiamina, coenzima A y de varias enzimas. Cuando la cantidad de azufre es ineficiente los inconvenientes con referencia al cultivo son similares a la deficiencia de N donde la planta tendrá un color amarillento durante la formación de hijos, será de menor tamaño, panículas pequeñas y reducido número de espiguillas (Rodríguez 2019).

Hierro

El hierro posee intervención en la síntesis de proteínas como el cloroplasto, pero también es fundamental en la clorofila y de citocromos, cuando existen cantidades inapropiadas de hierro es por las condiciones del suelo, puesto que es más común en terrenos neutros y alcalinos, sin embargo, otra causa se presenta por las escasas lluvias. Una de las características principales de la falta de hierro es el amarillamiento intervenal de manera general para las plantas jóvenes (Rodríguez 2019).

También existen otros elementos químicos que deben estar presentes en las condiciones del suelo durante las fases previas y post cultivo, como el Manganeso, Zinc y Cobre que poseen funciones similares a los que se han descrito, como sintetizador de proteínas, promotores de vitaminas o integrar parte de las enzimas, necesarios para un adecuado cultivo.

2.10 Recomendación de fertilización

Los niveles de producción del cultivo de arroz dependen de los nutrientes que posea el terreno para realizar la siembra, donde el potasio, nitrógeno, fósforo y demás elementos químicos juegan un papel vital en la fertilización de las plantas de arroz, por lo que para realizar recomendaciones sobre la fertilización es necesario contar con los

resultados que se realicen al suelo y determinar las necesidades nutricionales, tipo de terreno o condiciones del clima.

A continuación, se muestra una dosis recomendada de fertilización en función de elementos químicos como N, P₂K₅ y K₂O en kilogramos para el cultivo de una hectárea en función de los resultados del suelo que se hayan efectuados, por tal razón se emite una recomendación según la interpretación de análisis de suelo.

Tabla 5. *Recomendación de fertilización*

Interpretación del suelo	Kg/Ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	120	60	60
Medio	100	30	30
Alto	80	0	0

Autor. (Brito 2015)

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Después de la información citada también es recomendable realizar un proceso de fertilización nitrogenada en diferentes épocas del proceso de cultivo, donde se considere el periodo vegetativo de las variedades, lo cual se sugiere cantidades de nitrógeno entre 20, 40 y 60 días posterior a la siembra, debido a que es el intervalo de tiempo que inicia el macollamiento, desarrollo y comienzo de la panícula (Brito 2015).

2.11 Formas de cultivar el arroz

2.11.1 Bajo Inundación

Para el autor (Jiménez 2007) en su investigación describe lo siguiente:

Se suele realizar en terreno estancado rodeado de diques que permiten alcanzar una profundidad de 0 a 25 cm que es considerada media, por lo general esta forma de cultivar el arroz es alimentado por medio de la lluvia o un reservorio de agua

cercano, es importante resaltar que también puede alcanzar una profundidad de hasta un metro, por lo que es necesario determinar una variedad de arroz apropiada donde las plantas semienanas no es recomendable su utilización, uno de los factores de riesgo en el tipo de cultivo descrito es la sequía.

2.11.2 Bajo riego

Para generar las condiciones del terreno en este tipo de cultivo se prepara la tierra cuando está húmeda, donde se puede trasplantar la planta o también al voleo; por el método de trasplante la semilla es pre germinada en un periodo de tiempo de 9 a 14 días, hasta 40 y 50 días posterior a la siembra. En otras partes del mundo como Asia, se emplea de forma más regular al voleo en este tipo de cultivo porque utilizan maquinaria para la actividad descrita, donde la fertilización es fundamental para la obtención de un óptimo rendimiento (Jiménez 2007).

2.11.3 Secano

La forma de cultivar en secano, como su nombre lo indica el proceso de siembra es en seco por lo que en ocasiones puede sufrir problemas relacionados con la humedad o de agua por las escasas lluvias; otro factor a resaltar es que el cultivo de arroz se ejecuta en tierras poco fértiles, donde si no hay el adecuado tratamiento el rendimiento es bajo. El cultivo analizado es muy frecuente en el Ecuador porque se cultiva a orillas de ríos y se manejan con la temporada de lluvias para su riego (Jiménez 2007).

2.12 Métodos de siembra de arroz

Existen varios métodos de siembra que son utilizados en el cultivo de arroz en el Ecuador, mismos que son aplicados en relación al contexto generado para realizar la siembra; los aspectos más importantes a considerar son: el tipo y condiciones de suelo, el tiempo en el que se desea cosechar y el clima. En el presente estudio se refiere a los dos métodos de siembra los cuales son: siembra directa y siembra indirecta, a partir de estos se subdividen otros que son mencionados a continuación:

Método de siembra directa: Se constituye una forma de sembrar arroz de manera rentable y con optimización del tiempo, sin embargo, se encuentra expuesto a determinados problemas y debilidades que se pueden presentar al usar este método de siembra. La expresión “siembra directa” hace alusión a la colocación de la semilla en el suelo eliminando las barreras que podrían obstruir un crecimiento adecuado del cultivo. Los principales aspectos beneficiosos de la aplicación de este método son la reducción del índice de degradación y erupción del suelo, aumento de la materia orgánica, actividad microbiana del suelo y mejoramiento integral de la estructura del mismo (Valiente 2014).

Existen varios métodos para sembrar arroz de manera directa, cada uno de estos tiene sus formas de aplicación en los distintos contextos que se presentan para la siembra, los métodos más conocidos dentro de este parámetro son: siembra con chuzo o barreta, siembra con surcos o tracción animal y siembra al voleo con semilla seca, mismos que son descritos a continuación:

- **Siembra con chuzo o barreta:** es un método utilizable cuando el terreno no es apto para la utilización de bueyes o en su defecto es muy difícil hacerlo. La forma de ejecutar la siembra a través de este método es el siguiente: colocar la semilla de arroz en agujeros individuales, es recomendable depositar entre 5 y 10 granos de semilla a una distancia de 30 centímetros en cuadro. Es importante considerar que no se aconseja depositar una excesiva cantidad de semillas en un agujero puesto que de hacerlo implicaría que las plantas no tengan un macollamiento adecuado (Spersichini 2016).
- **Siembra con surcos o tracción animal:** Esta forma de sembrar arroz es practicada en diversas zonas del país, en especial por los pequeños y medianos productores. Los resultados que se consiguen son tan efectivos como los que se obtienen con la siembra mecanizada; se recomienda realizar los surcos a una distancia de 30 centímetros para posteriormente depositar la semilla a chorro corrido o en posturas; después de esta acción se procede a tapar la semilla depositada en los surcos para que estas se desarrollen de forma efectiva (Spersichini 2016).

- **Siembra al voleo o con semilla seca:** generalmente se realiza a mano, pero también se puede ejecutar con voleadoras acopladas al tractor o avión. Posterior a la distribución de la semilla en el suelo se procede a pasar una rastra para tapar la semilla y de esta manera disminuir el daño que puedan causar las aves u otros animales. Con la utilización de este método se optimiza de manera efectiva el tiempo, sin embargo, la germinación no ocurre de manera uniforme en virtud de que la semilla no es colocada a la misma profundidad (Spersichini 2016).

Método de siembra indirecta: se refiere específicamente al método en donde se hace uso del trasplante, es decir, se deposita la semilla en semilleros o almácigos para posteriormente las plántulas que se han desarrollado sean trasplantadas en otro tipo de suelo más amplio en donde terminen su etapa de desarrollo para que puedan pasar a la fase de producción. Este proceso se realiza cuando las plántulas han alcanzado un crecimiento de entre 2 a 5 centímetros de profundidad y entre 15 y 20 centímetros de distancia entre las mismas. La principal ventaja de la aplicación de este tipo de método de siembra es que se usa poca cantidad de semilla (Agr y Agustín 2015).

El autor Nieto (2014) manifiesta que “el método de siembra indirecta se utiliza cuando no se requiere el uso de una máquina y se prioriza la calidad del producto que se espera obtener; los semilleros deben ser construidos en dos clases: cama húmeda o seca” (p.13). Es preciso mencionar que el semillero de cama seca se utiliza en posas que tienen susceptibilidad de ser inundadas, se ejecuta sobre los muros o en partes altas del terreno, la siembra se realiza a través de espeque y con semilla seca, la distancia recomendada entre las plántulas es de 0.30 x 0.20 centímetros para obtener un mejor rendimiento.

2.13 Densidades de siembra

A continuación se expresa el criterio del autor (Iglesias 2018) sobre la densidad de siembra en el cultivo de arroz:

La densidad de siembra se refiere al número de semillas por cada unidad de un área determinada, por ejemplo, 75.000 semillas de arroz por hectárea; es importante establecer la diferencia con la población de plantas por hectáreas pues esta se mide por la cantidad de plantas que existe en un momento dado. La densidad de siembra también puede ser medida a través de los kilos de semilla por hectárea. Para que exista una adecuada cobertura del cultivo del arroz se requiere la plantación de 150 a 300 plantas de arroz en cada metro cuadrado; si las malezas son controladas de manera efectiva y la fertilización es óptima y oportuna, se puede obtener muy buenos rendimientos.

Para (Iglesias 2018) la importancia de la densidad de siembra depende de:

Varios factores tales como: método de siembra, variedad, el sistema de cultivo, la fertilidad del suelo, la calidad de la semilla, entre otros. Sin embargo, las densidades recomendadas oscilan entre 100 y 200 libras de semilla por hectárea siempre que esta sea de buena calidad. En el caso de los terrenos que presentan inundación y la siembra se realiza a través del método directo se usa entre 72,6 a 90,7 kilogramos de semilla por hectárea mientras que mediante el uso del método de siembra indirecta (trasplante) se necesita entre 150 y 200 granos por cada metro cuadrado (Iglesias 2018).

La densidad de la siembra se encuentra definida por el marco de plantación y la distancia en la que se encuentran plantadas; respecto al marco de plantación puede realizarse de varias formas, en el caso puntual del arroz por lo general es al voleo, lo cual significa que los agricultores riegan las semillas en el suelo sin seguir una disposición fija, consecuentemente unas plantas quedaran demasiado juntas y otras más distanciadas, sin embargo, en promedio se respeta una cantidad de plantas por área. Es necesario considerar que la distancia de siembra y los marcos de plantación afectan a la densidad (Hernandez 2018).

2.14 Condiciones ecológicas para el cultivo del arroz

Para que el cultivo de arroz sea efectivo se precisa de condiciones específicas que beneficien el desarrollo de las semillas plantadas, entre los aspectos más importantes se encuentran factores climáticos como: radiación solar, temperatura y el viento; todos estos ejercen una importante influencia sobre el rendimiento del arroz, puesto que el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos que se relacionan con la formación del grano se encuentran condicionados por estos factores. Respecto a la temperatura, la (FAO 2007) expresa que:

Las temperaturas que se encuentran fuera de los límites críticos tanto inferiores como superiores, afectan de manera negativa al rendimiento del grano puesto que inciden de forma directa en el macollage, la formación de las espigas y al proceso de maduración. En el caso de las temperaturas por debajo de los límites recomendados limitan la duración del periodo de crecimiento y desarrollo de las plantas de arroz. Un punto importante a considerar en el presente análisis de los aspectos climáticos es que existen distintos rangos de temperatura óptimos para los diferentes momentos de crecimiento y desarrollo del cultivo.

A continuación, se presenta un cuadro en el que se especifica las distintas temperaturas recomendadas para cada una de las etapas en el cultivo de arroz, se incluye el efecto que causa las bajas y altas temperaturas:

Tabla 6. Rangos de temperaturas óptimos para el cultivo del arroz

Etapa del cultivo de arroz	Temperatura baja		Temperatura alta		Temperatura en nivel óptimo
	Rango/ (C°)	Consecuencia	Rango / (C°)	Consecuencia	
Germinación	10°	Inhabilitación	45°	-	20°-35°
Emergencia de la plántula	12°-13°	Emergencia tardía	35°	-	25°-30°
Enraizamiento	16°	Escualidez	35°	-	25°-28°

Hoja	7°-12°	Palidez de la hoja, raquitismo	45°	Blanqueamiento de las puntas y manchas	31°
Macollaje	9°-16°	Mínimo	33°	Mínimo	25°-31°
Iniciación de la panoja	15°	Iniciación tardía	-	Panoja blanca	-
Diferenciación de la panoja	15°-20°	Pérdida del ápice de la panoja, susceptibilidad alta de esterilidad de la espiguilla	38°	Número limitado de espiguillas	-
Excerción de la panoja	22°	Exercion a medias, floración tardía	35°	Esterilidad	30°-33°
Grano	12°-18°	Madurez inconstante	30°	Menor llenado del grano	20°-25°

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

2.15 Plagas y enfermedades del arroz

El arroz es el cereal más demandado a nivel mundial, sin embargo, durante su cultivación, este se enfrenta a distintos factores o situaciones que afectan su crecimiento y evolución a través de su ciclo de vida como son las plagas sean estos por insectos, animales, plantas, microorganismos entre otras que provocan efectos negativos en la productividad de estos cultivos y la aparición de diversas enfermedades en el arroz. A continuación, se detalla las plagas que existen en la producción agrícola del arroz según (INIAP 2020):

Meleiodogyne graminícola. Es conocido también como agallador de raíces el cual es considerado como un endoparásito al estar ubicado en el interior de las raíces,

puesto que estos organismos se alimentan de sus tejidos que provocan que el crecimiento del arroz se retrase y en ocasiones la cosecha de la misma sea pequeña y dificulte la venta (INIAP 2020).

Oebalus ornatus. Llamado también gato mozo o chinche de espiga es un animal que se alimenta de la gramínea del arroz cuando este se encuentra aún en estado lechoso que causa mancha en el grano y provoca que durante el pilado este se quiebre que afecta la calidad, germinación y rendimiento del grano, asimismo este insecto dispersa olores fuertes al estar expuesto a ruidos o ser molestados (INIAP 2020).

Spodoptera frugiperda. Es una plaga que se encuentra presente durante todo el ciclo vegetativo del arroz, que también es conocido como langosta o gusanos de tierra que generalmente la zona de mayor riesgo es cuando el cultivo aún está en plántula, el cual afecta a los macollos y raíces de la planta que provocan la reducción del área de siembra del arroz asimismo generan daños en las hojas de la planta que tornan amarillenta y sequedad de la misma (INIAP 2020).

Hydrellia sp. También conocido como minador es un tipo de plaga que se caracteriza por afectar los cultivos de arroz durante los primeros días de vida de la plantación, mismos que se presentan con frecuencia en láminas de agua altas. Estas larvas al ingresar por las láminas foliar a lo largo de la nervadura provoca que las hojas de la planta se tornen entorchadas y blancas (INIAP 2020).

Diatraea sp. La polilla de tallo es un tipo de plaga que se encuentra presente durante todo el ciclo productivo del arroz, puesto que este atraviesa un sin número de etapas evolutivas desde larva hasta su maduración en mariposa, en donde la mayor época de vulnerabilidad para el cultivo es cuando esta se encuentra en estado de macollo que causas que las hojas se sequen y se tornen amarillentas, del mismo modo afecta al tallo al cortar la base de la panícula provocan que las espigas sean vanas, blancas y seca (INIAP 2020).

Tagosodes orizicolus. Es conocido en el medio agricultor como sogata la cual se presenta cuando los cultivos de arroz se encuentran en estado de germinación hasta la formación de las espigas que causan dos tipos de daños en la planta; daño mecánico en donde las plantas afectadas por la picadura de este insecto se vuelvan amarillentas, se marchitan, se secan y mueren; asimismo, cuando esta plaga en estado adulto pica las hojas de las plantas trasmite un virus llamado hoja blanca que genera la aparición de no solo manchas amarillas en la hoja sino también la formación de rayas en la nervadura conocida como cinta blanca (INIAP 2020).

Tibraca limbativentris. También llamado chinchorro es un insecto que aparece con frecuencia en el arroz seco o cuando este no recibe la suficiente agua, este tipo de plaga ataca a los macollos o tallo y las panículas del arroz que provocan que la planta se enrojecza y se sequen situación que se conoce como corazón muerto del ciclo vegetativo de la plantación de arroz (INIAP 2020).

Phyllophaga. Conocido como gallina ciega o chancho gordo, el cual es un tipo de plaga que se presenta generalmente en suelos en donde se han talado árboles o cultivado pastos, que ataca a las raíces y base del tallo hasta que la planta se seca y muera al quedarse sin raíces debido a que estos gusanos se alimentan de ellas y provocan la disminución de la zona de cultivo (INIAP 2020).

Además, de las plagas antes mencionadas existen otros tipos que afectan a los cultivos de arroz como son el caracol de manzana los cuales se alimentan de plántulas tiernas, asimismo los pájaros causan daños graves al ingieren semillas en fase lechosas y de maduración como parte de su alimentación lo cual provocan pérdida considerables de arroz sobre todo cuando estas se conforman por bandas grandes, del mismo modo los roedores son considerados como una plaga riesgosa para este tipo de cultivo cuando se encuentra en etapa de siembra, germinación y almacenamiento, puesto su alimentación incluye el consumo de granos (INIAP 2020).

2.16 Enfermedades del arroz

Durante el proceso vegetativo del arroz uno de los problemas principales a los cuales se enfrenta este tipo de cultivos es la aparición de enfermedades que impiden el desarrollo y crecimiento normal de las mismas. Para (INIA 2018), las enfermedades más comunes del arroz son las que se mencionan a continuación.

Rice stripe necrosis virus. Este tipo de enfermedad del arroz es conocido como entorchamiento, los síntomas que presentan las plantas con este tipo de padecimiento es que inicia con el secado de las hojas que provoca un color amarillento y negruzco hasta que estas se enrollan, asimismo genera la aparición de necrosis, enanismo y malformaciones en toda la planta que causa la muerte de la misma y disminuye el rendimiento del cultivo durante toda la etapa vegetativa.

Bipolaris oryzae. Conocida como la mancha del grano es un tipo de enfermedad que empieza en la fase de primordio foliar hasta el momento en que la semilla se encuentra en estadio lechoso, es decir, sus inicios son en las glumas del arroz que al extenderse en las mismas después de un total de 15 días se comienza a observar machas de tipo rojiza desde la base de la vaina hasta la panícula, lo que ocasiona la presencia de granos que no germinan y no poseen calidad molinera.

Eballistra oryzae. Esta enfermedad del arroz también es conocida como carbón de la hoja la cual se presenta mediante lesiones bajo las hojas en forma de manchas negras que pueden ser en líneas, paralelas o en su defecto rectangular, que no superan el diámetro de 5 * 2mm, las cuales se dispersan en todo el cultivo mediante el viento y plantas hospedadoras, aunque este tipo de enfermedad no requiere el uso de fungicidas, pero sí de controles culturales.

Magnaporthe grisea. Es conocido como la quemazón del arroz es una enfermedad que ataca a las hojas que en un inicio las lesiona y las vuelve rojizas en pequeñas manchas de un diámetro de 2 a 3 mm, la cual se presenta en todo el ciclo productivo

del arroz que afecta al rendimiento del grano y su calidad que al momento de rodear de forma completa la lámina esta enfermedad provoca la muerte de la planta.

2.17 Tratamientos

Los tratamientos en los cultivos de arroz son varios las cuales se pueden conformar según la variedad de semillas del arroz que existen y además pueden estar acompañadas por diversos sistemas de siembra dentro de un lote o terreno determinado para garantizar el óptimo crecimiento de la planta, pues cabe mencionar que el suelo puede variar según las condiciones climáticas y zonas geográficas ubicadas que pueden alterar el desarrollo normal del ciclo vegetativo del arroz, sobre todo cuando estos se encuentran aún en estado de panículas y cuando el grano está en etapa lechosa (Montero et al. 2017).

El tratamiento de arroz inicia desde la selección de la semilla considerando el tipo de suelo y las condiciones climáticas en la que empezara el ciclo vegetativo del mismo. Entre los tratamientos más utilizados por los agricultores se encuentra la utilización de estrategias de fungicidas, la cual depende la severidad de daño que presente la planta que pueden ser causados por agentes patológicos del entorno que les rodea. Es por tal razón, que existe una serie de tratamientos en el arroz que son utilizados para cuidar y preservar la integridad optima del cultivo que garantice un alto rendimiento y calidad del grano (Pereira y Rossi 2018).

2.18 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son aquellos que a través de una composición de sustancias permiten mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos con la única finalidad de aumentar su productividad y hacerlos más eficientes, los cuales actúan en las plantas mediante los diferentes canales que tienen para mejorar la vitalidad, vigor rendimiento y calidad del producto agrícola cultivado (Villegas 2016).

Para (Arriaga 2016), los bioestimulantes son utilizados para describir de forma formal las sustancias orgánicas que la componen, las cuales al ser aplicadas en pequeñas cantidades en el suelo y alrededor de las plantas son capaces de alterar de forma positiva el desarrollo y crecimiento de la planta, mismos que pueden contener fitohormonas como citoquininas, auxinas, jasmónico¹¹, ácido absicico¹⁰, entre otras, que permiten la germinación, desarrollo, crecimiento, floración, desarrollo e incremento del rendimiento y calidad del grano.

En el cultivo de arroz los bioestimulantes orgánicos son los más utilizados los cuales permiten abortar diversas situaciones o peligros agrícolas que enfrenta esta clase de sembrío, como las temperaturas altas la escases de agua, el cambio climático, plagas, enfermedades, entre otros que se encargan de afectar de forma negativa el desarrollo de la planta, es por tal razón que loa bioestimulantes orgánicos son de gran contribución en el ciclo vegetativo del arroz los cuales ayudan a mantener el balance vitamínico y hormonal necesario para potenciar la genética del cultivo (Arriaga 2016).

La mayoría de estos bioestimulantes son aplicados solos directamente en el follaje de la planta o el suelo mediante fertirrigación, sin embargo, algunos de estos son utilizados y mezclados en conjunto con algunos insecticidas, fungicidas y fertilizantes debido a la composición de las sustancias químicas que esta presenta y que las hace compatible con la única finalidad de activar el desarrollo y crecimiento de la planta y a la vez reducir los daños que provocan ciertos agentes a este tipo de cultivos (Arriaga 2016).

III. Metodología

3.1 Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación experimental se lo realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, cuyos límites geográficos son al Noroeste Baba, al Norte Pueblo Viejo, Urdaneta, al Noreste Caluma, al Oeste Baba, Salitre, al Este Montalvo y Chillanes, al Suroeste Samborondón, al Sur Alfredo Baquerizo Moreno, Simón Bolívar, al Sureste General Antonio Elizalde.



Imagen 1. Geográfica del trabajo experimental

La zona cuenta con un clima Tropical húmedo, con una temperatura promedio de 26,3° C, precipitación anual de 2177,8 mm en donde de enero a abril ocurren los valores más altos de precipitaciones en esta zona, con un promedio para este intervalo de tiempo de 456,8 mm, la humedad relativa es de 80,9 %, su heliofanía es mensual de 75,7 horas mensuales y una evaporación de 108,6 mm.

3.2 Material genético

Para la siembra se utilizó el material genético de dos variedades de arroz INIAP11 y Go-39815 de la familia (*Oryza sativa* L.), las cuales presentan las siguientes características agronómicas.

Tabla 7. *Material Genético*

Características	INIAP 11	Go-39815
Rendimiento	6760 Kg/Ha	6456 kg/Ha
Ciclo vegetativo	97 -110 días	95-126 días
Altura	90 a 110 cm	88 – 100 cm
Longitud del cereal	7 mm	7 mm
Plantas/ Panículas	17 a 25	16 a 24
Hoja blanca	Resistente	Tolerantemente resistente
Mancha del grano	Moderado/ resistente	Moderado/ resistente

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

3.3 Métodos

Los métodos a utilizar para efectos de la investigación experimental son: el método experimental, deductivo, inductivo y de observación.

Método inductivo: Este se usará porque en base a las características que presenten las variedades de arroz según las densidades de siembra se podrá realizar conclusiones de los diferentes tratamientos que se estudiarán, de tal manera que se compruebe o no las hipótesis planteadas.

Método deductivo: Este método se aplicará con el propósito de establecer conclusiones lógicas acorde a los indicios existentes de la problemática a estudiar, es decir, a través del trabajo de campo realizado se podrá establecer datos e información precisa del trabajo experimental.

Método experimental: Este tipo de método se permitirá realizar diferentes pruebas para corroborar los diferentes tratamientos y a la vez descartar o comprobar las

hipótesis planteadas en el trabajo experimental, además ayudará a conocer el nivel de efectividad de los tratamientos a implementar permitiendo realizar conclusiones del tema.

Observación: Este método de investigación permitirá conocer cada una de las características de las variedades de arroz, tomar y registrar la información que estas presenten para posterior análisis, además durante el desarrollo de las plantas se conocerá el mayor número de datos sobre los diferentes tratamientos a estudiar y estos a la vez serán de aporte para la investigación

3.4 Variable en estudio

Variable dependiente: descriptores agronómicos

Variable independiente: Variedades de arroz INIAP11 y Go-39815

3.5 Tratamientos a estudiar

El presente estudio estará constituido por tres tratamientos y dos subtratamientos, los cuales se encuentran descritos en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Tratamiento a estudiar*

Factores	Niveles
Factor A (densidades)	D1 = 55 kg/ ha D2 = 64 kg/ ha D3 = 72 kg/ ha
Factor B (variedades)	V1 = INIAP 11 V2 = Go-39815
Factor C (bioestimulantes)	B1 = Crop + Plus DOSIS B2 = Kelpak DOSIS

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 9. Número de Tratamientos

No.	Tratamientos
1	D1 x V1 x B1
2	D1 x V2 x B2
3	D1 x V1 x B2
4	D1 x V2 x B1
5	D2 x V1 x B1
6	D2 x V2 x B2
7	D2 x V1 x B2
8	D2 x V2 x B1
9	D3 x V1 x B1
10	D3 x V2 x B2
11	D3 x V1 x B2
12	D3 x V2 x B1

Elaborado por. Blanca Gavilánez

3.6 Diseño experimental

Para el presente trabajo experimental se utilizará un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial A x B x C donde los factores serán tres densidades de siembra, dos variedades de arroz y dos bioestimulantes. Para la separación de las medias se aplicó la prueba de Tukey al 95% de confianza. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete informático InfoStat.

3.7 Análisis de la varianza

A continuación, se presenta la tabla ADEVA, en la que se incluye la especificación de cada uno de los parámetros a utilizarse en el estudio experimental:

Tabla 10. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	12 $(3 \times 2 \times 2) - 1 = 11$
Densidades	2
Variedades	1
Bioestimulantes	1

Interacción D x V x B	2
Error Experimental	22
Total	35

Elaborado por. Blanca Gavilánez

3.8 Manejo del ensayo

3.8.1 Análisis de suelo

Se colectó una muestra compuesta del suelo antes de su preparación, para proceder al análisis físico – químico del mismo, con la finalidad de que se determine su textura junto con los macro y micronutrientes.

3.8.2 Preparación de suelo.

Esta labor consistió en dos pases de arado en sentido contrario.

3.8.3 Siembra.

El método de siembra que se empleó fue al voleo, posteriormente, se procedió a cubrirlas. La cantidad de semilla está determinada según los tratamientos del presente trabajo.

3.8.4 Riego.

Al establecerse el ensayo durante la estación húmeda, el cultivo está a expensas de las precipitaciones atmosféricas, es decir, que no requiere de labores de riego, excepto que se presenten lapsos de sequía, para lo cual, según la información meteorológica, se determinó la evapotranspiración del cultivo y se procedió a satisfacer las necesidades hídricas del mismo.

3.8.5 Control de malezas.

Se realizó un control preemergente de malezas con pendimetalin en dosis del control postemergente se realizó en función de la presencia de las arvenses.

3.8.6 Fertilización.

El programa de fertilización química se estableció con los resultados del análisis de suelo. En la preparación de suelo se incorporó el fósforo y el potasio, utilizando como fuente Súper Fosfato Triple y Muriato de Potasio respectivamente. El nitrógeno se aplica fraccionado en tres partes. Adicionalmente se empleó el bioestimulante Crop + Plus el cual es un producto a base de algas marinas, posee 17 aminoácidos y 14 elementos nutritivos quelatados.

3.8.7 Control de enfermedades

Se realizó controles preventivos de enfermedades fungosas a los 35 y 55 días después de la siembra con Propiconazol y Carbendazim en dosis de 0.75 L/ ha y 1 L/ ha respectivamente.

3.8.8 Control de insectos

A los 22 - 25 dds, se monitorea la presencia de insectos plaga y según la presencia de estos, se aplicaron los productos agrotóxicos que controlen dichas plagas.

3.8.9 Cosecha.

La cosecha se efectuó cuando los granos presenten la madurez fisiológica en cada subparcela experimental.

3.9 Datos a evaluar

3.9.1 Número de macollos

Dentro del área útil de la subparcela experimental se estableció un marco de madera de un metro cuadrado de superficie y se procedió a contar el número de macollos ubicados dentro del mismo.

3.9.2 Número de panículas

En el mismo metro cuadrado que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada subparcela experimental.

3.9.3 Porcentaje de macollos efectivos

Se determinó en base a la relación de número de panículas entre el número de macollos por metro cuadrado al momento de la cosecha.

3.9.4 Días a floración

Será el tiempo desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presenten panículas completamente fuera de la hoja envainadora.

3.9.5 Altura de planta

Se considera la distancia comprendida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo la arista, se tomaron cinco lecturas al azar por cada subparcela experimental, al momento de la cosecha, esta se expresó en centímetros.

3.9.6 Porcentaje y época de acame

Se efectuaron observaciones periódicas en cada subparcela experimental con la finalidad de evaluar el acame de las plantas, se considera como planta acamada cuando la planta esté a 90° de inclinación en relación a su posición normal

3.9.7 Longitud de panícula

Se tomó al azar cinco panículas dentro de cada subparcela experimental y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo la arista.

3.9.8 Granos por panícula

Se tomó cinco panículas al azar por subparcela experimental, y se contaron los granos, luego de promedio esos valores.

3.9.9 Esterilidad de panículas

En cinco panículas que se tomaron al azar en cada subparcela experimental, se determinaron el porcentaje de esterilidad, dividiendo el número de los granos vanos (estériles) para el número total de granos (fértiles + estériles), y este cociente se lo multiplicará por 100 para expresarlo en términos porcentuales.

3.9.10 Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 granos por cada subparcela experimental y se procedió a pesar en una balanza de precisión, cuyo peso se expresaron en gramos. Los granos deben estar libres de daños de insectos y enfermedades.

3.9.11 Madurez fisiológica

Es el tiempo comprendido desde la siembra hasta que la planta alcance su madurez fisiológica en cada subparcela experimental, este dato se lo expresó en días.

3.9.12 Rendimiento de grano

Está determinado por el peso de granos provenientes del área útil de cada subparcela experimental, el peso se ajustará al 14 % de humedad y se expresó en Toneladas por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Pu = \frac{Pa(100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = peso actual

ha = Humedad actual

hd = humedad deseada

3.9.13 Análisis económico

El análisis económico se efectuó en función del rendimiento de grano y costo de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1 Número de macollos

En base a los resultados que se han obtenido al hacer las tres repeticiones en cada una de las parcelas experimentales se ha podido obtener la siguiente información: El coeficiente de variación se encuentra ubicado en 12.10 % lo cual al estar este valor cerca de 0, significa que existe poca variabilidad y en consecuencia la muestra en el trabajo experimental es compacta; además, el modelo se ajusta a los datos recolectados en un 18%. Los aspectos mencionados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 11. *Indicadores estadísticos de macollos*

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Macollos	36	0.18	0.00	12.10

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Es importante mencionar que en este dato a evaluar no existe significancia estadística para ninguno de los factores estudiados ni para las interacciones de los mismos, en virtud de que el p-valor se encuentra por arriba del 0.05 (véase tabla 23). Se puede deducir en base al análisis estadístico que las densidades, tipo de cultivo y bioestimulantes no se encuentran directamente relacionados con el número de macollos que se han obtenido en el trabajo experimental.

Pese a no existir significancia estadística para los factores y respectivas interacciones, se puede mencionar que el tratamiento con una media superior es el número 8 (D1 * Go-29815 * CROP+PLUS) puesto que se ubica en 281 macollos contados en cada una de las parcelas experimentales; por otro lado, los tratamientos con las medias más bajas son: 2 (D1 * Go-29815 * KELPAK) y 11 (D3 * INIAP 11 * KELPAK), ambos con una media de 251 macollos (véase tabla 24).

4.2 Número de panículas

Los hallazgos en cuanto a los resultados obtenidos del análisis estadístico del número de panículas en cada una de las parcelas experimentales indican que el coeficiente de variación es de 15.53 % y el coeficiente de determinación es de 21%, siendo este último aspecto el que determina el ajuste del modelo a los datos obtenidos, los resultados descritos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 12. *Indicadores estadísticos de panículas*

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Macollos	36	0.21	0.00	15.53 %

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Al analizar los datos mediante los indicadores estadísticos se observa que no existe significancia estadística para ninguno de los factores estudiados ni para sus respectivas interacciones, debido que todas las cifras del p-valor son superiores al 0.05 (véase tabla 25). Sin embargo, se precisa mencionar que el factor más relevante es densidad puesto que obtiene un p-valor de 0.28 y se encuentra muy distante de los demás factores (variedad y estimulantes). Al realizar el análisis de cada uno de los tratamientos, se constata que el tratamiento con la media más alta es el número 8 (D1*INIAP 11*CROP + PLUS) reflejado en sus 252 panículas, mientras que el tratamiento con la media más baja es el número 2 (D1 *Go-39815*KELPAK) con 197 panículas observadas (véase tabla 26).

4.3 Porcentaje de macollos efectivos

El estudio efectuado sobre el porcentaje de macollos efectivo en las plantaciones de arroz de las diferentes parcelas del diseño experimental, permite obtener como principal resultado, la determinación de no significancia estadística entre los datos estudiados, donde el análisis realizado evidencia un coeficiente de varianza de 8.385, sin embargo, los factores A,B y C, con sus respectivas interacciones, no presentan tratamientos significativos en cuanto el nivel de macollos efectivo, lo cual implica que no ejercen mayor relevancia, pero no deja de ser importante determinar el tratamiento más efectivo en el diseño experimental (véase en la tabla 27).

La aplicación del test Tukey sobre el arreglo factorial de los tres factores AXBXC denota que la no significancia de los datos estadísticos, sin embargo, el tratamiento más efectivo es el N° 3, conformado por la densidad 1 (55 kg/ha), variedad INIAP 11 y el bioestimulante KELPAK con una media general del porcentaje de macollos efectivos de 93.69% mientras que el tratamiento menos efectivo es el N° 2, realizado en la densidad 1 (55 kg/ha), con la variedad GO-39815 y bioestimulante KELPAK, lo cual evidencia que las características de la densidad y la variedad de arroz, influye en la efectividad de macollos efectivos (véase en la tabla 13).

Tabla 13. Medias por tratamientos (porcentaje de macollos efectivos)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=21.24670 Error: 52.0849 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Variedades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T3	D1	INIAP 11	KELPAK	93.69	3	4.17	A
T6	D2	GO-39815	KELPAK	89.26	3	4.17	A
T8	D2	GO-39815	CROP+PLUS	89.08	3	4.17	A
T5	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	88.67	3	4.17	A
T9	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	87.83	3	4.17	A
T11	D3	INIAP 11	KELPAK	87.04	3	4.17	A
T10	D3	GO-39815	KELPAK	85.96	3	4.17	A
T4	D1	GO-39815	CROP+PLUS	85.75	3	4.17	A
T1	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	85.59	3	4.17	A
T12	D3	GO-39815	CROP+PLUS	81.21	3	4.17	A
T7	D2	INIAP 11	KELPAK	80.31	3	4.17	A
T2	D1	GO-39815	KELPAK	79.17	3	4.17	A

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

4.4 Días a floración

Los resultados obtenidos en evaluar el tiempo en que la siembra alcanza el 50% de los días de floración, cuando la panícula se encuentra completamente fuera de la hoja envainadora, reflejan que en el análisis de la varianza reporta significancia estadística en la interacción de los tres factores considerados en el diseño experimental (densidades, bioestimulantes, variedades), de igual manera se observó significancia estadística para el factor variedades, debido a que presentaron un p-valor inferior a 0.005%. Los datos analizados poseen un coeficiente de variación de 0.73% lo cual indica que no existe mucha variabilidad en la información estudiada (véase en la tabla 29).

Al realizar el test Tukey en el factor variedades evidencia que el cultivar INIAP 11 obtuvo días de floración con mayor prontitud con respecto al cultivar GO-39815, con una media general de 75.22 (véase en la tabla 31), además el diseño experimental también refleja que el factor densidad no es trascendental en los días de floración de las variables analizadas, corroborado en los resultados obtenidos de las características genéticas de cada una de las variedades de arroz, donde se conoce que el INIAP 11 posee mayor rapidez en su ciclo vegetativo con respecto al GO-39815.

La significancia estadística observada en la interacción de los tres factores estudiados en el trabajo experimental revela que el cultivar INIAP 11 en sus tratamientos (T11, T3, T9, T5, T1, T7) son los que poseen mejores datos en cuanto al 50% de los días de floración en las parcelas experimentales, en el que el T11 (D3* INIAP 11* KELPAK) posee una media de 74.67, los cuales son resultados que distan mucho de los obtenidos en el cultivar GO-39815, donde presentan medias mucho más altas con respecto al INIAP 11, sin embargo, el tratamiento que presentó mejores resultados en la variedad GO-39815 es el T6 (D2*GO-39815*KELPAK) con una media de 94.67 (véase en la tabla 14).

Tabla 14. Medias por tratamientos (días a floración)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.83590 Error: 0.3889 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Variedades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T11	D3	INIAP 11	KELPAK	74.67	3	0.36	A
T3	D1	INIAP 11	KELPAK	75.00	3	0.36	A
T9	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	75.00	3	0.36	A
T1	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	75.33	3	0.36	A
T5	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	75.33	3	0.36	A
T7	D2	INIAP 11	KELPAK	76.00	3	0.36	A
T6	D2	GO-39815	KELPAK	94.67	3	0.36	B
T12	D3	GO-39815	CROP+PLUS	95.33	3	0.36	B
T10	D1	GO-39815	CROP+PLUS	95.67	3	0.36	B
T4	D1	GO-39815	KELPAK	95.67	3	0.36	B
T2	D3	GO-39815	KELPAK	95.67	3	0.36	B
T8	D2	GO-39815	CROP+PLUS	96.00	3	0.36	B

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

4.5 Altura de planta

En el análisis estadístico en cuanto a la altura de las plantas se ha obtenido un coeficiente de variación de 4.54%, dato que explica la relación entre la desviación típica y la media; el resultado indica que los datos no tienen una alta dispersión respecto a su media. Por otro lado, se menciona que el coeficiente de determinación para este parámetro es de 41%, por tanto, se puede manifestar que el modelo se ajusta considerablemente a los datos presentados. Lo expresado se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 15. *Indicadores estadísticos de altura de la planta*

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Macollos	36	0.41	0.15	4.54 %

Elaborado por. Blanca Gavilánez

En el análisis de la varianza se ha podido conocer que ninguno de los factores estudiados (densidades, variedades y bioestimulantes) presenta significancia estadística en virtud de que todos superan el p-valor de 0.05 (véase tabla 32); sin embargo, el factor que más se acerca a tener significancia es el bioestimulante dado que posee un p-valor de 0.07. Es importante resaltar que los resultados obtenidos reflejan que ninguno de los tratamientos arroja resultados significativamente diferentes, aunque si poseen distintos resultados entre sí.

Al centrar el análisis en cada uno de los tratamientos se observa que, aunque no presentan significancia, el tratamiento con una media más alta es el número 1 (D1 * INIAP 11 * CROP + PLUS) puesto que su media alcanza 1.21 metros. Por otro lado, se observa que el tratamiento en el que las plantas obtuvieron una menor altura es el número 6 (D2 * Go-39815 * KELPAK) con una media de 1.10 metros (véase tabla 33).

4.6 Porcentaje y época de acame

El diseño experimental sobre la siembra de variedades de arroz INIAP 11 y GO-39815 arroja como resultado en la variable analizada un contexto donde no existe plantas

acamadas, debido a que las características genéticas sobre la resistencia de los cultivares y las condiciones del cultivo permitió el desarrollo de tratamientos en las subparcela plantaciones libres de acame.

4.7 Longitud de panícula

El análisis de varianza en el estudio de la longitud de panícula presenta un coeficiente de variación de 3.66% lo cual indica el porcentaje de variabilidad que poseen los datos analizados, donde se encuentra significancia estadística para los tres factores objeto de estudio del diseño experimental, (densidades, variedades y bioestimulante) y sus respectivas interacciones DXV, DXV y DXVXB. (Véase en la tabla 34).

En la aplicación del test Tukey en cada uno de los factores se obtiene los siguientes resultados: la densidad 2 (64 kg/ ha) posee mayor significancia estadística con respecto a las demás densidades con una media de 27.25, mientras que la densidad 1 (55 kg/ ha) es la que posee la media más baja con un 22.58 en cuanto al análisis de efectividad en la longitud de la panícula (véase en la tabla 36), mientras que el factor variedades, en el cultivar GO-39815 es el que posee mejores resultados con una media de 26.56, lo cual indica que es el cultivar con mejor longitud de panículas (véase en la tabla 37) y por último el bioestimulante que mayor relevancia posee es el KELPAK, puesto que en cada una de las conjugaciones de los factores descritos, genera influencia en el rendimiento del dato analizado. (véase en la tabla 38)

En la interacción de los factores A (densidades) y B (variedades) se observa que la densidad 2 en conjunto con el cultivar GO-39815 son los que presentan mejores resultados en cuanto a la longitud de la panícula (véase en la tabla 39), de igual manera sucede con la interacción del factor A y C (bioestimulante) donde sigue predominando la densidad 2 en conjunto con el bioestimulante KELPAK, los cuales poseen mayor relevancia en el dato analizado (véase en la tabla 40). En el análisis del test Tukey en la interacción con los factores AXBXC se obtiene como evidencia que el tratamiento 8 con una densidad de 64 kg/ ha, cultivar GO-39815 y bioestimulante CROP+PLUS es

el que presenta mejor resultado con una media de 31 cm de longitud panícula, sin embargo, el tratamiento 6 que es el segundo mejor puntuado en el análisis estadístico, no refleja significancia estadística con el tratamiento anterior, el cual se encuentra conformado por la densidad de 64 kg/ ha, el cultivar GO-39815 y el bioestimulante KELPAK, por lo que se concluye que son los tratamientos sobresalientes en el dato evaluado (véase en la tabla 16).

Tabla 16. Medias por tratamientos (longitud de panícula)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.64231 Error: 0.8056 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Varietades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T8	D2	GO-39815	CROP+PLUS	31.00	3	0.52	A
T6	D2	GO-39815	KELPAK	29.33	3	0.52	A
T10	D3	GO-39815	KELPAK	26.33	3	0.52	B
T7	D2	GO-39815	KELPAK	24.67	3	0.52	BC
T2	D1	INIAP 11	KELPAK	24.67	3	0.52	BC
T4	D1	GO-39815	CROP+PLUS	24.33	3	0.52	BCD
T5	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	24.00	3	0.52	BCD
T12	D3	GO-39815	CROP+PLUS	23.67	3	0.52	CDE
T11	D3	INIAP 11	KELPAK	22.67	3	0.52	CDE
T9	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	22.00	3	0.52	DEF
T3	D1	INIAP 11	KELPAK	21.33	3	0.52	EF
T1	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	20.00	3	0.52	F

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

4.8 Granos por panícula

El coeficiente de variación para este dato a evaluar es de 22%, por lo cual se puede entender que los datos poseen una dispersión importante respecto a su media, sin llegar a ser esta demasiado alta; el modelo se ajusta en un 35% a la información presentada; estos indicadores estadísticos se encuentran manifiestos en la siguiente tabla:

Tabla 17. Indicadores estadísticos de granos por panícula

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Macollos	36	0.35	0.04	22 %

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

El análisis de la varianza ha determinado que la interacción de los factores densidades y estimulantes poseen significancia estadística puesto que presentan un p-valor de 0.03 (véase tabla 41); lo cual significa que al combinar la densidad con los estimulantes se han obtenido resultados distintos en el trabajo experimental. Los demás factores y el resto de interacciones no poseen significancia estadística.

Al realizar el análisis de cada uno de los tratamientos se observa que ninguno de estos es significativamente diferente (véase tabla 42); sin embargo, es importante resaltar que el tratamiento que tiene la media más alta es el número cinco (D2 * INIAP 11 * CROP + PLUS), en virtud de que alcanza 111 granos por panícula en promedio; por otro lado, el tratamiento con menor cantidad de granos observado es el número seis (D2 * Go-39815 * KELPAK) puesto que su media tan solo alcanza los 70 granos en las panículas observadas en las parcela experimentales.

4.9 Esterilidad de panículas

En el análisis estadístico de la esterilidad de las panículas se ha obtenido un coeficiente de varianza de 43.60, dato que explica que existe una alta dispersión en cuanto a los datos recogidos en cada una de las parcelas. También se observa el coeficiente de determinación (R^2) de 38%, aspecto que indica el ajuste del modelo a los datos recolectados en el trabajo experimental.

Tabla 18. *Indicadores estadísticos de porcentaje de esterilidad de panículas*

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Macollos	36	0.38	0.09	43.60 %

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Los resultados del análisis estadístico respecto a la varianza indican que ninguno de los factores de estudio presenta significancia estadística; de la misma forma, ninguna de las interacciones, puesto que todos los factores y combinaciones tienen un p-valor superior al 0.05 (véase tabla 43). Pero es necesario mencionar que la interacción trifactorial (densidad, variedad y bioestimulantes) se acerca bastante a tener significancia pues su p-valor es de 0.11.

En el análisis de los 12 tratamientos se observa que el número once (D1 * INIAP 11 * KELPAK) es el que posee la media más baja de esterilidad, es decir se convierte en el tratamiento con mayor efectividad en cuanto a este parámetro. El tratamiento que alcanza la media más alta de esterilidad es el número siete (D2 * INIAP * KELPAK) con un porcentaje de 9.65 % (véase tabla 44).

4.10 Peso de 1000 granos

El estudio del peso de 1000 granos permitió identificar en el análisis de varianza que no existe significancia estadística en el arreglo factorial AXBXC, cuyo coeficiente de variación del modelo estadístico es del 6.75%, sin embargo, no existe mayor variabilidad en los datos analizados, debido que la interacción del factor A (densidad), factor B (variedad) y el factor C (bioestimulante) no poseen resultados por debajo del p-valor 0.05 utilizado en el test Tukey, pero a pesar de aquello, resulta importante conocer los resultados de la interacción de los tres factores descritos, para determinar qué tipo de tratamiento es el más efectivo dentro del diseño experimental (véase en la tabla 45).

En el análisis del test Tukey para la interacción de los factores AXBXC se presentó que el tratamiento N° 2 conformado por la densidad 1(55 kg/ha), variedad GO-39815 y el bioestimulante KELPAK es el más efectivo con una media de 31 gramos sobre 1000 granos analizados, sin embargo, dentro del estudio se observa que los tratamientos (T7,T3,T11,T1 y T5) son lo que se encuentran con medias significativamente importantes, por lo que a pesar de que el tratamiento N°2 antes descrito se encuentre en el primer lugar, son los tratamientos citados quienes predominan por tendencia en el diseño experimental en las plantaciones de arroz, donde se encuentra la variedad INIAP 11 como el cultivar de mayor relevancia, mientras que el tratamiento menos efectivo es el N° 4 conformado de la densidad 1, variedad GO-39815 y el bioestimulante CROP+PLUS. (véase en la tabla 19).

Tabla 19. Medias por tratamientos (peso de 1000 granos)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.60313 Error: 3.6224 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Variedades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T2	D1	GO-39815	KELPAK	31.00	3	1.10	A
T8	D2	GO-39815	CROP+PLUS	29.33	3	1.10	A
T7	D2	INIAP 11	KELPAK	26.33	3	1.10	A
T3	D1	INIAP 11	KELPAK	24.67	3	1.10	A
T11	D3	INIAP 11	KELPAK	24.67	3	1.10	A
T1	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	24.33	3	1.10	A
T5	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	24.00	3	1.10	A
T6	D2	GO-39815	KELPAK	23.67	3	1.10	A
T12	D3	GO-39815	CROP+PLUS	22.67	3	1.10	A
T1	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	22.00	3	1.10	A
T10	D3	GO-39815	KELPAK	21.33	3	1.10	A
T4	D1	GO-39815	CROP+PLUS	20.00	3	1.10	A

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

4.11 Madurez fisiológica

Al analizar la madurez fisiológica de las variedades de arroz INIAP 11, GO-39815, las densidades 55 kg/ha (D1), 64 kg/ha (D2) y 72 kg/ha (D3) en conjunto con los bioestimulantes KELPAK y CROP+ PLUS, se obtuvo como resultado un coeficiente de varianza de 0.73%(véase en la tabla 47); lo cual indica el nivel de variabilidad de los datos estudiados. El arreglo factorial evidencia significancia estadística para los factores A, B y C, con sus respectivas interacciones, lo cual permite determinar qué variedad, densidad y bioestimulante, influye en la madurez fisiológica.

En la aplicación del test Tukey a cada uno de los factores estudiados se encuentra como resultado que la densidad de 64 kg/ha, la variedad INIAP 11 y el bioestimulante KELPAK son lo que generan mayores beneficios en cuanto a la madurez fisiológica de las plantaciones de arroz (véase en las tablas 49, 50), por lo que es transcendental conocer qué tipo de tratamiento es más efectivo según la interacción de los factores descritos.

El tratamiento que evidencia mayor efectividad en cuanto a la prontitud que produce en la madurez fisiológica del trabajo experimental es el T1, y se encuentra conformado por la densidad 64 kg/ha, variedad INIAP 11 y el bioestimulante KELPAK, con un tiempo de madurez fisiológica promedio de 119 días, mientras que el tratamiento más efectivo en el cultivar GO-39815 es el T8 con una densidad de 72 kg/ ha y dosis del bioestimulante KELPAK con un ciclo vegetativo de 120.67 según su media promedio, mientras que el tratamiento menos efectivo es el T7 con la densidad 64 kg/ha, variedad INIAP 11 y bioestimulante CROP+PLUS, lo cual permite concluir que las características o tipos de dosis, ejercen influencia en el proceso de madurez, debido a que los resultados obtenidos denotan que la variedad INIAP 11 presentan un ciclo vegetativo más rápido en comparación con el GO-39815 (véase en la tabla 20).

Tabla 20. Medias por tratamientos (madurez fisiológica)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.64231 Error: 0.8056 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Variedades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T1	D2	INIAP 11	KELPAK	119.00	3	0.52	A
T9	D3	INIAP 11	KELPAK	120.33	3	0.52	A
T4	D1	INIAP 11	KELPAK	120.67	3	0.52	AB
T8	D3	GO-39815	KELPAK	120.67	3	0.52	AB
T12	D2	GO-39815	KELPAK	121.33	3	0.52	ABC
T5	D1	GO-39815	KELPAK	123.00	3	0.52	BCD
T2	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	123.33	3	0.52	CD
T6	D3	GO-39815	CROP+PLUS	125.33	3	0.52	DE
T10	D2	GO-39815	CROP+PLUS	126.00	3	0.52	EF
T3	D1	GO-39815	CROP+PLUS	126.67	3	0.52	EF
T11	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	127.00	3	0.52	EF
T7	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	128.33	3	0.52	F

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

4.12 Rendimiento de grano

En el estudio de la varianza se detectó que el factor B (variedad) presenta significancia estadística, lo cual induce a concluir que las variedades de arroz juegan un papel fundamental en la determinación del rendimiento del grano. El coeficiente de varianza es 5.13% y denota que los datos analizados no poseen mayor variabilidad,

mientras que en la interacción de los factores AXBXC no existe significancia estadística, puesto que hay un resultado inferior a p-valor de 0.05 sobre el diseño del modelo estadístico, sin embargo, es importante conocer qué tratamiento es el más efectivo dentro de la variabilidad de los datos (véase en la tabla 54).

En la aplicación del test Tukey para el factor B (variedad) se determinó que el cultivar INIAP 11 presenta mejores resultados en cuanto al rendimiento del grano, debido a que posee una media de 4426.36 Kg/ha, mientras que la variedad GO-39815 tiene una media de 3485.52 Kg/ha, por lo que es evidente la significancia estadística en los datos analizados (véase en la tabla 56). La prueba Tukey aplicada a la interacción de los tres factores permite definir qué tratamiento es el más efectivo a pesar de que no haya significancia estadística en los datos analizados, donde se encontró que el tratamiento T7 en la densidad 2, variedad INIAP 11 y bioestimulante KELPAK presenta mejores beneficios, con una media promedio de 4621.74 Kg/ha, y el tratamiento menos efectivo es el T2, conformado por la densidad 1, cultivar GO-39815 y bioestimulante CROP+PLUS con una media de 3355.61 Kg/ha, datos que denotan la importancia que representa la variedad del arroz en el rendimiento del grano (véase en la tabla 21).

Tabla 21. Medias por tratamientos (rendimiento de grano)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=597.55383 Error: 41198.6698 gl: 24							
Tratamientos	Densidades	Variedades	Estimulantes	Medias	n	E.E.	Tukey
T7	D2	INIAP 11	KELPAK	4621.74	3	117.19	A
T3	D1	INIAP 11	KELPAK	4577.83	3	117.19	A
T9	D3	INIAP 11	CROP+PLUS	4567.18	3	117.19	A
T11	D3	INIAP 11	KELPAK	4281.09	3	117.19	A
T1	D1	INIAP 11	CROP+PLUS	4274.43	3	117.19	A
T5	D2	INIAP 11	CROP+PLUS	4237.51	3	117.19	A
T12	D3	GO-39815	CROP+PLUS	3560.53	3	117.19	B
T6	D2	GO-39815	KELPAK	3550.55	3	117.19	B
T4	D1	GO-39815	CROP+PLUS	3492.67	3	117.19	B
T10	D3	GO-39815	KELPAK	3483.35	3	117.19	B
T8	D2	GO-39815	CROP+PLUS	3470.38	3	117.19	B
T2	D1	GO-39815	KELPAK	3355.61	3	117.19	B

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

4.13 Análisis económico

Se ha realizado un análisis económico de cada uno de los tratamientos, en los cuales se incluyen los aspectos de ingresos y costos. Los ingresos se ven determinados por el rendimiento y el precio oficial que rige en el Ecuador a la fecha actual mientras que en los costos se incluye el valor de la semilla, bioestimulantes y mano de obra empleada en el trabajo experimental.

El análisis realizado refleja que el tratamiento que presenta mayor beneficio es el número tres el cual corresponde a la combinación (densidad 1 * INIAP - 11 * Kelpak), este tratamiento presenta un alto rendimiento en granos (1478,64 Kg/h) y el costo correspondiente es promedio, lo cual provoca un alto rendimiento; la relación costo beneficio se ubica en 2,27. Por otro lado, el tratamiento con menor beneficio económico es el número diez, mismo que corresponde a la combinación trifactorial (densidad 3 * Go – 39815 * Kelpak), el rendimiento neto de este tratamiento es de \$696,70 y la relación entre el costo y beneficio es de 1,63. Véase en la siguiente tabla:

Tabla 22. Análisis económico del diseño experimental

Densidades	Variedades	Bioestimulantes	Rendimiento Kg/h	Rendimiento Kg/h ajustado al 5%	Ingresos		Costos			Beneficios	
					Valor de la producción	Valor de la semilla	Valor de Bioestimulante	Mano de obra + trasporte	Costo total por tratamiento	Beneficio Neto	Relación Costo/Beneficio
D1	INIAP 11	CROP +PLUS	4274,43	4060,70	1380,64	137,50	5,00	297,43	439,93	940,71	2,14
D1	GO-39815	KELPAK	3355,61	3187,82	1083,86	118,25	6,25	262,51	387,01	696,85	1,80
D1	INIAP 11	KELPAK	4577,83	4348,93	1478,64	137,50	6,25	308,96	452,71	1025,93	2,27
D1	GO-39815	CROP +PLUS	3492,67	3318,03	1128,13	118,25	5,00	267,72	390,97	737,16	1,89
D2	INIAP 11	CROP +PLUS	4237,51	4025,63	1368,72	160,00	5,00	296,03	461,03	907,69	1,97
D2	GO-39815	KELPAK	3550,55	3373,02	1146,83	137,60	6,25	269,92	413,77	733,06	1,77
D2	INIAP 11	KELPAK	4621,74	4390,65	1492,82	160,00	6,25	310,63	476,88	1015,95	2,13
D2	GO-39815	CROP +PLUS	3470,88	3297,33	1121,09	137,60	5,00	266,89	409,49	711,60	1,74
D3	INIAP 11	CROP +PLUS	4567,18	4338,82	1475,20	180,00	5,00	308,55	493,55	981,65	1,99
D3	GO-39815	KELPAK	3483,35	3309,18	1125,12	154,80	6,25	267,37	428,42	696,70	1,63
D3	INIAP 11	KELPAK	4281,09	4067,03	1382,79	180,00	6,25	297,68	483,93	898,86	1,86
D3	GO-39815	CROP +PLUS	3560,53	3382,50	1150,05	154,80	5,00	270,30	430,10	719,95	1,67

Elaborado por. Blanca Gavilánez

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación sobre los datos a evaluar como número de macollos, número de panículas, porcentaje de macollos efectivos, días a floración, altura de planta, longitud de panícula, porcentaje y época de acame, granos por panícula, esterilidad de panícula, peso de 1000 granos, madurez fisiológica, rendimiento de granos y análisis económico ha permitido determinar la respuesta de dos variedades de arroz a tres diferentes densidades de siembra (55 kg/ha, 64 kg/ha y 72 kg/ha) nutrido con los bioestimulante CROP+PLUS y KELPAK, donde se identificó que la variedad de arroz INIAP 11 presenta mayores beneficios en cuanto a días de floración, madurez fisiológica, número de granos, rendimiento Kg/ha y económica.

El hallazgo detectado concuerda con la investigación realizada por el autor (Duran 2015) cuyo tema “Respuesta a diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en los cultivares de arroz INIAP FL 01 y GO-39815 en condiciones de riego” obtuvo como principales resultados que la longitud del grano en la variedad INIAP es mejor en comparación con la variedad GO-309815, mientras que la combinación de tratamiento de mayor efectividad en el análisis económico, se da en la densidad 2 y la variedad INIAP, muy similar a la presente investigación, puesto que el tratamiento de mayor beneficio corresponde a la combinación (densidad 1 * INIAP - 11 * KELPAK), por lo que se concluye que la variedad INIAP es más efectiva que el cultivar GO-39815.

La densidad de siembra que mayor influencia posee en la siembra de las dos variedades de arroz es la densidad 1 (55 kg/ha), seguida de la densidad 2 (64 kg/ha), resultado que concuerda con la investigación realizada por el autor (Tito 2015) donde se efectuó un análisis del “Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oriza Sativa L.*)” cuya investigación incluye la variedad INIAP en densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg/ha, donde la que presenta mejores resultados es la densidad 1, la cual posee mejor rendimiento productivo y económica con el cultivar INIAP.

VI. CONCLUSIONES

Los tratamientos estudiados solo presentan significancia estadística para los caracteres madurez fisiológica y longitud de panícula, mientras que los datos a evaluar rendimiento en granos y días de floración son significativamente diferentes en el factor variedad, donde se destaca el cultivar INIAP 11, el cual tiene mayor rendimiento de grano, combinado con la densidad 2(64 Kg/ha) y el bioestimulante KELPAK, con una media de 4621.74 kg/ha.

Las densidades de siembra y bioestimulante no incidieron de forma significativa en los tratamientos estudiados, sin embargo, la que mayor beneficio demostró es la densidad 1(55Kg/ha), seguida de la densidad 2 (64 Kg/ha), lo cual denota que el factor A y C, no ejercen influencia directa en los caracteres evaluados.

La fertilización por medio del bioestimulante KELPAK ha generado influencia en el rendimiento del grano y madurez fisiológica en una densidad de 64 Kg/ha, de igual manera para el dato peso de mil granos, es decir, la aplicación del bioestimulante es necesario para cada densidad de siembra en el cultivo de arroz.

Todos los tratamientos reportan utilidades, pero el que presenta mayor beneficio es el número tres, el cual corresponde a la combinación (densidad 1 * INIAP 11 * KELPAK), este tratamiento posee un alto rendimiento en granos (1478,64 Kg/h), lo cual corrobora los resultados obtenidos en el diseño experimental, que la variedad de arroz más efectiva es el INIAP 11, y que el bioestimulante más influyente es el KELPAK.

La línea de arroz GO-39815 presenta buenos resultados en los caracteres número de macollo, número de panícula, granos por panícula y longitud de panícula, sin embargo, es la variedad INIAP 11 quien posee mejor rendimiento del grano y mayores beneficios en cuanto al análisis económico.

VII. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas en el diseño experimental se recomienda utilizar la variedad de arroz INIAP 11, bioestimulante KELPAK, y las densidades de 55 Kg/ha y 64 Kg/ha, en procesos productivos comerciales por su elevado valor del rendimiento en grano, además que es una variedad que posee un ciclo vegetativo adecuado.

Realizar continuas investigaciones sobre la línea promisorio del INIAP 11 en otros sectores arroceros del país, para evaluar la respuesta productiva de la variedad descrita y de tal manera determinar su nivel de adaptabilidad en cuanto al terreno donde se realiza la siembra.

Efectuar un análisis constante sobre la relación costo-beneficio de las variedades de arroz, bioestimulante y densidades de siembra utilizadas para la determinación más exacta sobre la combinación de los factores descritos más productivos en la presente investigación.

Se recomienda realizar más ensayos experimentales entre los cultivares de arroz INIAP 11 y GO-39815, debido a que los resultados de la investigación demuestran que, a pesar de existir diferencias relativas en los datos a evaluar, no presentan significancia estadística, puesto que poseen bajos coeficientes de variación que denotan similitudes en los datos estudiados.

VIII. RESUMEN

El estudio realizado sobre las densidades de siembra en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con abono foliar durante la estación húmeda en la localidad de Babahoyo, ha sido efectuado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, y tiene como objetivo determinar qué tratamiento es el más efectivo en la combinación de los factores A (densidades), B (variedades) y C (bioestimulantes). El diseño experimental está conformado por 12 tratamientos definidos por un arreglo factorial de las densidades (55 Kg/ha, 64Kg/ha y 72 Kg/ha), variedades (INIAP 11 y GO-39815) y los bioestimulantes (Crop+plus y KELPAK), además la metodología empleada en la presente investigación la compone los métodos inductivo, deductivo, experimental y observacional, para la identificación de los principales hallazgos en el proceso de análisis, puesto que se pretende determinar el rendimiento de los cultivares en tres densidades de siembra y cuál es el más efectivo en el ámbito económico. Las herramientas investigativas han podido determinar como conclusión que los tratamientos estudiados solo presentan significancia estadística para los caracteres madurez fisiológica y longitud de panícula, mientras que los datos a evaluar rendimiento en granos y días de floración son significativamente diferentes en el factor variedad, donde se destaca el cultivar INIAP 11, el cual tiene mayor rendimiento de grano, combinado con la densidad 2(64 Kg/ha) y el bioestimulante KELPAK, con una media de 4621.74 kg/ha. Además, las densidades de siembra y bioestimulante no incidieron de forma significativa en los tratamientos estudiados, sin embargo, la que mayor beneficio demostró es la densidad 1(55Kg/ha); en cuanto al análisis económico el tratamiento que reporta utilidades, pero de mayor beneficio es el número tres, el cual corresponde a la combinación (densidad 1 * INIAP 11 * KELPAK), este tratamiento posee un alto rendimiento en granos (1478,64 Kg/h).

Palabras claves: INIAP, Densidad, bioestimulante, cultivar, acame

IX. SUMMARY

The study carried out on planting densities in two varieties of rice (*Oryza sativa* L.) with foliar fertilizer during the wet season in the town of Babahoyo, has been carried out at the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, where it has as objective to determine which treatment is the most effective in the combination of factors A (densities), B (varieties) and C (biostimulants). The experimental design is made up of 12 treatments defined by a factorial arrangement of the densities (55 Kg / ha, 64Kg / ha and 72 Kg / ha), varieties (INIAP 11 and GO-39815) and biostimulants (Crop + plus and KELPAK), in addition, the methodology used in this research is made up of the inductive, deductive, experimental and observational methods, for the identification of the main findings found in the analysis process, since it is intended to determine the performance of cultivars in three densities of sowing and which is the most effective in the economic field. The investigative tools have been able to determine as a conclusion that the treatments studied only show statistical significance for the characters physiological maturity and panicle length, while the data to evaluate grain yield and days of flowering are significantly different in the variety factor, where it stands out INIAP 11 cultivar, which has higher grain yield, combined with density 2 (64 Kg / ha) and KELPAK biostimulant, with an average of 4621.74 kg / ha. In addition, planting densities and biostimulant did not have a significant impact on the studied treatments, however, the one that showed the greatest benefit was density 1 (55Kg / ha); As for the economic analysis, the treatment that reports profits, but of greater benefit is number three, which corresponds to the combination (density 1 * INIAP 11 * KELPAK), this treatment has a high grain yield (1478.64 Kg / h).

Keywords: INIAP, Density, biostimulant, cultivar, acame

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agr, I; Agustín, M. 2015. Para El Cultivo De Arroz. Agrotendencia :13-18.

Alaba, M; Poaquiza, J; Castillo, G. 2018. La producción arrocerá del Ecuador: Caso Samborondón, 2011 – 2015. Revistas Espacios 39:12-28.

Arriaga, R. 2016. Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (oryza sativa) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 19 p.

Brito, D. 2015. Estudios de los niveles de fertilidad y su influencia en la productividad del cultivo de arroz (Oriza Sativa) en el Recinto Las Maravillas del cantón Daule (en línea). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral. 31 p. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21424/1/tesis_Dorys_Brito_P.pdf.

Burgos, G; Garófalo, C. 2018. Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas (en línea, sitio web). Consultado 12 dic. 2019. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>.

Duran, C. 2015. Respuesta a diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en los cultivares de arroz INIAP FL 01 y GO-39815 en condiciones de riego (en línea). Tesis en Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 33 p. Disponible en http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8150/1/Tesis_Clemente_Durán.pdf.

FAO. 2007. Problemas y limitaciones de la producción de arroz (en línea, sitio web). Consultado 28 feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s04.htm#TopOfPage>.

Franquet, J. 2018. EL NUEVO SISTEMA DE SIEMBRA EN SECO DEL ARROZ. Madrid, España, Gráfica Dertosense, S.L. 15-20 p.

Hernandez, F. 2018. La Densidad de Siembra de los Cultivos (en línea, sitio web). Consultado 28 feb. 2020. Disponible en https://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html.

Huber, S; Alfaro, M; Ramirez, L; Donoso, G; Paredes, M. (2015). Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas (en línea). Santiago, Chile, Boletín N° INIA 306. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/02/Manual-de-Arroz-PDF.pdf>.

Iglesias, I. 2018. Métodos de siembra en arroz (*Oryza sativa* L), con tres niveles de fertilización a base de Fósforo, Magnesio y Boro, en Babahoyo. Tesis de Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 79 p.

INIA. 2018. Manual de Identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias «Uruguay» . Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <http://www.aca.com.uy/Manualdeidentificaciondeenfermedadesyplagasenelcultivodearroz.pdf>.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2020. Plagas del Arroz Referencias (en línea, sitio web). Consultado 29 mar. 2020. Disponible en <http://www.pref.shimane.lg.jp/nogyogijutsu/gijutsu/byougaityuu/in030.html>.

Jiménez, T. 2007. Evaluación del rendimiento en secano de tres variedades de arroz criollas *Oryza Sativa* L con dos distancias de siembra en el canto Lago Agrio. (en línea). Tesis Ing. Prod. Agrop. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 23-25 p. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5736/1/Jiménez Herrera Tomas.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5736/1/Jiménez%20Herrera%20Tomas.pdf).

Lesdada (La Esmeralda S.A). 2018. Producción de arroz (en línea, sitio web). Consultado 28 feb. 2020. Disponible en <http://www.lesdasa.com/produccion-de-arroz/>.

Montero, P; Domingo, C; Pla, E; Tomàs, E; Català, M. (2017). Manual de Buenas Prácticas en el cultivo de arroz (en línea). Valencia, España, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/162455759/Manual+de+buenas+prácticas+en+el+cultivo+del+arroz.pdf/41563bfc-8675-42d4-b081-75cb40f1890b>.

Nieto, C. 2014. Aplicación de la metodología «S.R.I» (System of Rice Intensification) en arroz (*Oryza sativa* L.), en la parroquia Juan Bautista Aguirre del cantón Daule, provincia del Guayas. Tesis de Ingeniería Agrónoma. Guayaquil, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 105 p.

Pereira, A; Rossi, C. 2018. Tratamiento de semillas en el cultivo de arroz (en línea). INIA 52(3):24-28. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8341/Normas_IICA_CATIE.pdf.

Pinciroli, M; Ponzio, N; Salsamendi, M. 2015. El arroz: alimento de millones. Buenos Aires, Argentina, D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 45 p.

Programa de granos básicos. 2018. Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.). La Libertad, El Salvador, Centa (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”). 9-11 p.

Rodríguez, J. (2019). Fertilización del Cultivo de arroz (en línea). Costa Rica, Fertica. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf.

Spersichini. 2016. Métodos de Siembra arroz (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2020. Disponible en <https://es.scribd.com/user/81014006/spersichini/uploads>.

Duran, C. 2015. Respuesta a diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en los cultivares de arroz INIAP FL 01 y GO-39815 en condiciones de riego (en línea). Tesis en Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 33 p. Disponible en http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8150/1/Tesis_Clemente_Durán.pdf.

Valiente, N. 2014. Siembra directa e indirecta: optimiza tu huerto (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2020. Disponible en https://www.planetahuerto.es/revista/siembra-directa-indirecta-optimiza-tu-huerto_00376.

Villegas, D. 2016. Efecto de varias dosis de Bioestimulante en la variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) INIAP 14 en la zona de Samborondón Provincia del Guayas. Tesis de Ing Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 39 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, C. 2020. Producción Eco-eficiente del Arroz en América Latina: Morfología de la Planta de Arroz (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2020. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=vdw-JYBkra8C&pg=PA35&dq=Morfología+del+arroz&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiH6ImEz_nAhUhZN8KHTtTBXwQ6AEINTAC#v=onepage&q&f=false.

Franquet, J. 2015. El Nuevo Sistema de Siembra en Seco del Arroz: Morfología del arroz. Tortosa, España, Comunitat de Regants. 18 p.

Pérez, H. ; Rodríguez, I. 2018. Cultivos Tropicales de Importancia Económica en Ecuador. Machala, Ecuador, UTMACH. 45-54 p.

Haro Bazán, O. 2016. Evaluación Comparativa en Lotes Comerciales de dos Variedades de Arroz, (*Oryza sativa* L.) Sembradas en la Zona de Mata de Cacao, Provincia de Los Ríos (en línea). Tesis de Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. . Consultado 26 feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5356/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRONO-15.pdf>.

Delgado Cedeño, D; Zorrilla Cabrera, C. 2017. Evaluación del Simbiote sobre la Agroproductividad del Cultivo de Arroz y las Propiedades Químicas del Suelo. Tesis de Ing. Agr. Calceta, Ecuador, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 9 p.

Quito, C. 2017. Manejo Orgánico del Cultivo de Arroz En Ladera en el Cantón Macará Provincia de Loja. Tesis de Ing. Agr. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 14 p.

Ronquillo, A. 2017. Efectos de Diferentes Dosis de un Biofertilizante Orgánico Mineral en el Cultivo de Arroz (*Oryza Sativa* L.), Daule, Provincia del Guayas. Tesis de Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 22 p.

Zamora, J. 2012. Efectos de densidades de siembra y niveles de nitrógeno, en el rendimiento de la línea promisorio de arroz Go-38426 en condiciones de riego. Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 1-2 p.

ANEXO

Anexo 1

Tablas estadísticas del arreglo factorial de los datos evaluados.

Número de macollos

Tabla 23. *Análisis de varianza de número de macollos*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	5276,31	11	479,66	0,46	0,91
Densidades	3483,39	2	1741,69	1,68	0,21
Variedades	616,69	1	616,69	0,60	0,45
Estimulantes	124,69	1	124,69	0,12	0,73
Densidades*Variedades	882,72	2	441,36	0,43	0,66
Densidades*Estimulantes	40,72	2	20,36	0,02	0,98
Variedades*Estimulantes	34,03	1	34,03	0,03	0,86
Densidades*Variedades*Estimulantes	94,06	2	47,03	0,05	0,96
Error	24860,67	24	1035,86		
Total	30136,97	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 24. *Medias por tratamientos (macollos).*

N	Tratamiento			Media	Tukey	Significancia estadística
	Densidades	Variedades	Bioestimulantes			
1	D1	INIAP 11	CROP + PLUS	254.67	A	NS
2	D1	GO-39815	KELPAK	251.00	A	NS
3	D1	INIAP 11	KELPAK	253.00	A	NS
4	D1	GO-39815	CROP + PLUS	252.33	A	NS
5	D2	INIAP 11	CROP + PLUS	275.00	A	NS
6	D2	GO-39815	KELPAK	277.33	A	NS
7	D2	INIAP 11	KELPAK	272.33	A	NS
8	D2	GO-39815	CROP + PLUS	281.33	A	NS
9	D3	INIAP 11	CROP + PLUS	264.33	A	NS
10	D3	GO-39815	KELPAK	279.33	A	NS
11	D3	INIAP 11	KELPAK	251.33	A	NS
12	D3	GO-39815	CROP + PLUS	279.33	A	NS

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Número de panícula

Tabla 25. Análisis de varianza número de panículas

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	8304,75	11	754,98	0,60	0,81
Densidades	3358,17	2	1679,08	1,32	0,28
Variedades	14,69	1	14,69	0,01	0,92
Estimulantes	182,25	1	182,25	0,14	0,71
Densidades*Variedades	2189,06	2	1094,53	0,86	0,43
Densidades*Estimulantes	528,50	2	264,25	0,21	0,81
Variedades*Estimulantes	4,69	1	4,69	0,00	0,95
Densidades*Variedades*Estimulantes	2027,39	2	1013,69	0,80	0,46
Error	30436,00	24	1268,17		
Total	38740,75	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 26. Medias por tratamientos (número de panículas).

N	Tratamiento			Media	Tukey	Significancia estadística
	Densidades	Variedades	Bioestimulantes			
1	D1	INIAP 11	CROP + PLUS	215.67	a	NS
2	D1	GO-39815	KELPAK	197.67	a	NS
3	D1	INIAP 11	KELPAK	237.33	a	NS
4	D1	GO-39815	CROP + PLUS	217.00	a	NS
5	D2	INIAP 11	CROP + PLUS	244.33	a	NS
6	D2	GO-39815	KELPAK	247.67	a	NS
7	D2	INIAP 11	KELPAK	218.00	a	NS
8	D2	GO-39815	CROP + PLUS	252.00	a	NS
9	D3	INIAP 11	CROP + PLUS	233.67	a	NS
10	D3	GO-39815	KELPAK	238.67	a	NS
11	D3	INIAP 11	KELPAK	222.67	a	NS
12	D3	GO-39815	CROP + PLUS	226.33	a	NS

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Porcentaje de Macollo efectivo

Tabla 27. Análisis de la Varianza porcentaje de macollos efectivo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de macollos efectivos	36	0.32	2.9E-03	8.38

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 28. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) % de macollo efectivos

F.v.	S.C	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	578.32	11	52.57	1.01	0.4672
Densidades	10.52	2	5.26	0.10	0.9044
Variedades	40.24	1	40.24	0.77	0.3881
Estimulantes	1.82	1	1.82	0.03	0.8532
Densidades*variedades	224.46	2	112.23	2.15	0.1378
Densidades*estimulantes	61.92	2	30.96	0.59	0.5598
Variedades*estimulantes	0.10	1	0.10	1.8E-03	0.9661
Densidades*variedades*esti..	239.27	2	119.63	2.30	0.1223
Error	1250.04	24	52.08		
Total	1828.35	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Días a floración**Tabla 29. Análisis de la Varianza días a floración**

Variable	N	R²	R²	Aj	CV
Días de floración	36	1.00	1	00	0.73

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 30. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) días a floración

F.v.	S.c	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	3706.97	11	337.00	866.56	<0.0001
Densidades	0.72	2	0.36	0.93	0.4089
Variedades	3700.69	1	3700.69	9516.07	<0.0001
Estimulantes	0.25	1	0.25	0.64	0.4305
Densidades*variedades	1.72	2	0.86	2.21	0.1311
Densidades*estimulantes	0.17	2	0.08	0.21	0.8086
Variedades*estimulantes	0.25	1	0.25	0.64	0.4305
Densidades*variedades*esti..	3.17	2	1.58	4.07	0.0300
Error	9.33	24	0.39		
Total	3716.31	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 31. Test Tukey para el factor variedad (días a floración)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42902 Error: 0.3889 gl: 24

Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
INIAP 11	75.22	18	0.15	A
GO-39815	95.50	18	0.15	B

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Altura de la planta

Tabla 32. Análisis de varianza de altura de la planta

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	11	0,00	1,55	0,18
Densidades	0,01	2	0,01	2,32	0,12
Variedades	0,00	1	0,00	1,64	0,21
Estimulantes	0,01	1	0,01	3,69	0,07
Densidades*Variedades	0,01	2	0,00	1,02	0,38
Densidades*Estimulantes	0,00	2	0,00	0,56	0,58
Variedades*Estimulantes	0,00	1	0,00	1,05	0,32
Densidades*Variedades*Estimulantes	0,01	2	0,00	1,41	0,26
Error	0,07	24	0,00		
Total	0,11	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 33. Medias por tratamientos (Altura de la planta).

N	Tratamiento			Media	Tukey	Significancia estadística
	Densidades	Variedades	Bioestimulantes			
1	D1	INIAP 11	CROP + PLUS	1.22	a	NS
2	D1	GO-39815	KELPAK	1.17	a	NS
3	D1	INIAP 11	KELPAK	1.12	a	NS
4	D1	GO-39815	CROP + PLUS	1.18	a	NS
5	D2	INIAP 11	CROP + PLUS	1.12	a	NS
6	D2	GO-39815	KELPAK	1.10	a	NS
7	D2	INIAP 11	KELPAK	1.14	a	NS
8	D2	GO-39815	CROP + PLUS	1.13	a	NS
9	D3	INIAP 11	CROP + PLUS	1.21	a	NS
10	D3	GO-39815	KELPAK	1.12	a	NS
11	D3	INIAP 11	KELPAK	1.14	a	NS
12	D3	GO-39815	CROP + PLUS	1.12	a	NS

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Longitud de la Panícula

Tabla 34. Análisis de la Varianza longitud de la panícula

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de Panícula	36	0.94	0.92	3.66

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 35. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) longitud de la panícula

F.v.	S.c	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	329.67	11	29.97	37.20	<0.0001
Densidades	143.17	2	71.58	88.86	<0.0001
Variedades	152.11	1	152.11	188.83	<0.0001
Estimulantes	4.00	1	4.00	4.97	0.0355
Densidades*variedades	15.39	2	7.69	9.55	0.0009
Densidades*estimulantes	7.17	2	3.58	4.45	0.0227
Variedades*estimulantes	0.44	1	0.44	0.55	0.4648
Densidades*variedades*esti..	7.39	2	3.69	4.59	0.0206
Error	19.33	24	0.81		
Total	349.00	35			

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 36. Tukey factor densidades longitud de la panícula

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91504 Error: 0.8056 gl: 24

Densidades	Medias	N	E.E.	Tukey
D2	27.25	12	0.26	A
D3	23.67	12	0.26	B
D1	22.58	12	0.26	C

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 37. Tukey factor variedades longitud de la panícula

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61747 Error: 0.8056 gl: 24

Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
GO-39815	26.56	18	0.21	A
INIAP 11	22.44	18	0.21	B

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 38. Tukey factor Bioestimulante longitud de la panícula

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61747 Error: 0.8056 gl: 24

Estimulantes	Medias	N	E.E.	Tukey
Kelpak	24.83	18	0.21	A
Crop+plus	24.17	18	0.21	B

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 39. Tukey interacción factores A y B longitud panícula

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60220 Error: 0.8056 gl: 24

Densidades	Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
D2	GO-39815	30.17	6	0.37	A
D3	GO-39815	25.00	6	0.37	B
D1	GO-39815	24.50	6	0.37	B
D2	INIAP 11	24.33	6	0.37	B
D3	INIAP11	22.33	6	0.37	C
D1	INIAP11	20.67	6	0.37	D

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 40. Tukey entre factores A y C longitud panícula

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60220 Error: 0.8056 gl: 24

Densidades	Estimulantes	Medias	N	E.E.	Tukey
D2	CROP+PLUS	27.50	6	0.37	A
D3	KELPAK	27.00	6	0.37	A
D1	KELPAK	24.50	6	0.37	B
D2	KELPAK	23.00	6	0.37	BC
D3	CROP+PLUS	22.83	6	0.37	C
D1	CROP+PLUS	22.17	6	0.37	C

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Granos por panícula

Tabla 41. Análisis de varianza de granos por panícula

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	5344,89	11	485,90	1,15	0,37
Densidades	145,39	2	72,69	0,17	0,84
Variedades	28,44	1	28,44	0,07	0,80
Estimulantes	455,11	1	455,11	1,08	0,31
Densidades*Variedades	477,06	2	238,53	0,56	0,58
Densidades*Estimulantes	3390,06	2	1695,03	4,01	0,03
Variedades*Estimulantes	427,11	1	427,11	1,01	0,32
Densidades*Variedades*Estimulantes	421,72	2	210,86	0,50	0,61
Error	10144,00	24	422,67		
Total	15488,89	35			

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 42. Medias por tratamientos (granos por panícula).

N	Tratamiento			Media	Tukey	Significancia estadística
	Densidades	Variedades	Bioestimulantes			
1	D1	INIAP 11	CROP + PLUS	108.00	A	NS
2	D1	GO-39815	KELPAK	99.67	A	NS
3	D1	INIAP 11	KELPAK	82,33	A	NS
4	D1	GO-39815	CROP + PLUS	93.33	A	NS
5	D2	INIAP 11	CROP + PLUS	111.33	A	NS
6	D2	GO-39815	KELPAK	70.00	A	NS
7	D2	INIAP 11	KELPAK	83.33	A	NS
8	D2	GO-39815	CROP + PLUS	100.00	A	NS
9	D3	INIAP 11	CROP + PLUS	84.67	A	NS
10	D3	GO-39815	KELPAK	100.67	A	NS
11	D3	INIAP 11	KELPAK	97.33	A	NS
12	D3	GO-39815	CROP + PLUS	84.67	A	NS

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Esterilidad de la panícula

Tabla 43. Análisis de varianza del porcentaje de esterilidad de las panículas

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	113,97	11	10,36	1,33	0,27
Densidades	3,01	2	1,51	0,19	0,83
Variedades	0,50	1	0,50	0,06	0,80
Estimulantes	0,36	1	0,36	0,05	0,83
Densidades*Variedades	1,62	2	0,81	0,10	0,90
Densidades*Estimulantes	49,15	2	24,58	3,15	0,06
Variedades*Estimulantes	22,00	1	22,00	2,82	0,11
Densidades*Variedades*Estimulantes	37,33	2	18,67	2,39	0,11
Error	187,37	24	7,81		
Total	301,34	35			

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 44. Medias por tratamientos de porcentaje de esterilidad de panículas.

N	Tratamiento			Media	Tukey	Significancia estadística
	Densidades	Variedades	Bioestimulantes			
1	D1	INIAP 11	CROP + PLUS	5.03	a	NS
2	D1	GO-39815	KELPAK	6.36	a	NS
3	D1	INIAP 11	KELPAK	8.27	a	NS
4	D1	GO-39815	CROP + PLUS	5.98	a	NS
5	D2	INIAP 11	CROP + PLUS	4.46	a	NS
6	D2	GO-39815	KELPAK	4.94	a	NS
7	D2	INIAP 11	KELPAK	9.69	a	NS
8	D2	GO-39815	CROP + PLUS	8.00	a	NS
9	D3	INIAP 11	CROP + PLUS	8.04	a	NS
10	D3	GO-39815	KELPAK	4.93	a	NS
11	D3	INIAP 11	KELPAK	3.70	a	NS
12	D3	GO-39815	CROP + PLUS	7.54	a	NS

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Peso de 1000 granos

Tabla 45. Análisis de la Varianza peso de 1000 granos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos	36	0.28	0.00	6.75

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 46. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) peso de 1000 granos

F.v.	S.c	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	33.53	11	3.05	0.84	0.6034
Densidades	5.93	2	2.97	0.82	0.4529
Variedades	1.68	1	1.68	0.46	0.5022
Estimulantes	2.36	1	2.36	0.65	0.4274
Densidades*variedades	2.14	2	1.07	0.30	0.7465
Densidades*estimulantes	8.06	2	4.03	1.11	0.3450
Variedades*estimulantes	0.12	1	0.12	0.03	0.8556
Densidades*variedades*esti..	13.22	2	6.61	1.83	0.1828
Error	86.94	24	3.62		
Total	120.46	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Madurez Fisiológica

Tabla 47. Análisis de la Varianza madurez fisiológica

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Madurez Fisiológica	36	0.94	0.92	0.73

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 48. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) madurez fisiológica

F.v.	S.C	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	319.64	11	29.06	36.07	<0.0001
Densidades	30.72	2	15.36	19.07	<0.0001
Variedades	4.69	1	4.69	5.83	0.0238
Estimulantes	250.69	1	250.69	311.21	<0.0001
Densidades*variedades	15.72	2	250.69	9.76	0.0008
Densidades*estimulantes	2.72	2	1.36	1.69	0.2058
Variedades*estimulantes	8.03	1	8.03	9.97	0.0043
Densidades*variedades*esti..	7.06	2	3.53	4.38	0.0239
Error	19.33	24	0.81		
Total	338.97	35			

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 49. Tukey factor densidades madurez fisiológica

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91504 Error: 0.8056 gl: 24

Densidades	Medias	N	E.E.	Tukey
D2	122.42	12	0.26	A
D3	123.33	12	0.26	B
D1	124.67	12	0.26	C

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 50. Tukey factor variedades madurez fisiológica

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61747 Error: 0.8056 gl: 24

Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
INIAP 11	123.11	18	0.21	A
GO-39815	123.83	18	0.21	B

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

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 51. Tukey factor bioestimulante madurez fisiológica**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61747 Error: 0.8056 gl: 24**

Estimulantes	Medias	N	E.E.	Tukey
Kelpak	120.83	18	0.21	A
Crop+plus	126.11	18	0.21	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Elaborado por.** Blanca Gavilánez**Tabla 52. Tukey interacción densidades y variedades (madurez fisiológica)****Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60220 Error: 0.8056 gl: 24**

Densidades	Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
D2	INIAP 11	121.17	6	0.37	A
D3	GO-39815	123.00	6	0.37	B
D3	INIAP 11	123.67	6	0.37	BC
D2	GO-39815	123.67	6	0.37	BC
D1	INIAP11	124.50	6	0.37	CC
D1	GO-39815	124.83	6	0.37	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Elaborado por.** Blanca Gavilánez**Tabla 53. Tukey variedades y bioestimulante (madurez fisiológica)****Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.16716 Error: 0.8056 gl: 24**

Variedades	Estimulantes	Medias	N	E.E.	Tukey
INIAP 11	KELPAK	120.00	9	0.30	A
GO-39815	KELPAK	121.67	9	0.30	B
GO-39815	CROP+PLUS	126.00	9	0.30	C
INIAP 11	CROP+PLUS	126.22	9	0.30	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Elaborado por.** Blanca Gavilánez

Rendimiento de grano

Tabla 54. Análisis de la Varianza rendimiento de grano

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento de Grano	36	0.90	0.85	5.13

Elaborado por. Blanca Gavilánez

Tabla 55. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) rendimiento de grano

F.v.	S.c	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo	8534695.34	11	775881.39	18.83	<0.0001
Densidades	17282.11	2	8641.06	0.21	0.8123
Variedades	7971258.17	1	7971258.17	193.48	<0.0001
Estimulantes	17883.27	1	17883.27	0.43	0.5163
Densidades*variedades	17108.27	2	8554.14	0.21	0.8140
Densidades*estimulantes	263590.65	2	131795.33	3.20	0.0587
Variedades*estimulantes	71714.16	1	71714.16	1.74	0.1995
Densidades*variedades*esti..	175858.71	2	87929.35	2.13	0.1402
Error	988768.07	24	41198.67		
Total	9523463.41	35			

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Tabla 56. Tukey para factor variedades rendimientos de grano

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=139.63962 Error: 41198.6698 gl: 24

Variedades	Medias	N	E.E.	Tukey
INIAP 11	4426.63	18	47.84	A
GO-39815	3485.52	18	47.84	B

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

Elaborado por. Blanca Gaviláñez

Anexo 2.

Evidencia Fotográfica



