



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA
TESIS DE GRADO

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.

Tesis presentada previa a la obtención del Título de: Ingeniero Agrónomo

Autor:

Manrique Anzules Jairo Omar

Director:

Ing. Agro. Kleber Espinosa Cunuhay

LA MANÁ - COTOPAXI

2014

AUTORIA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

MANRIQUE ANZULES JAIRO OMAR
C.I. 1205536152

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, postulante de la carrera de Ingeniería Agronómica, consideró que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná” designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Octubre 2014.

El Director

Ing. Espinosa Kleber

CARTA DE APROBACIÓN

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de Miembros del Tribunal de la Tesis de Grado titulada **DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ**, presentado por el estudiante Manrique Anzules Jairo Omar, como requisito previo a la obtención del grado de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados, consideramos que el trabajo mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública.

Atentamente

Ing. Raúl Trávez Trávez M.Sc.

Presidente del Tribunal

Ing. Ricardo Luna Murillo

Miembro Opositor

Ing. Fabián Estrella Angueta M.Sc.

Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi quien me abrió las puertas para formarme como profesional.

A mi director de tesis, Ing. Kleber Espinosa por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi familia, que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido incentivo de mi vida.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
CARTA DE APROBACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
CAPÍTULO I	
FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	3
1.1. Marco teórico.....	3
1.1. Fenología en Plantas.....	3
1.1.1. Objetivos de la fenología.....	5
1.1.2. Fases fenológicas y características.....	5
1.1.3. Indicadores fenológicos.....	6
1.2. Arroz.....	7
1.2.1. Clasificación botánica del arroz.....	7
1.2.2. Descripción botánica del arroz.....	8
1.2.2.1. Raíces.....	8
1.2.2.2. Tallo.....	8
1.2.2.3. Hojas.....	8
1.2.2.4. Flores.....	9
1.2.2.5. Inflorescencia.....	9
1.2.2.6. Grano.....	9
1.2.3. Órganos reproductores.....	9

1.2.3.1. Panícula.....	9
1.2.3.2. Espiguilla.....	9
1.2.4. Requerimiento del cultivo.....	10
1.2.4.1. Clima.....	10
1.2.4.2. Temperatura.....	10
1.2.4.3. Suelo.....	11
1.2.4.4. pH.....	12
1.2.4.5. Radiación solar.....	12
1.2.4.6. Precipitación.....	13
1.2.4.7. Requerimiento de Agua.....	13
1.2.4.8. Nutrición Mineral.....	13
1.2.4.9. Elementos esenciales para el cultivo de arroz.....	14
1.3. Fases y/o etapas fenológicas del cultivo de arroz etapas de la fase vegetativa.....	14
1.3.1. Etapas de la fase reproductiva.....	15
1.3.2. Etapas de la fase de maduración.....	15
1.4. Materiales de siembra híbridos.....	16
1.2.4.1. INIAP 15.....	16
1.2.4.2. Manejo del cultivo.....	16
1.2.4.3. SFL-09.....	18
CAPITULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Localización y duración de la investigación.....	20
2.2. Condiciones agro meteorológicas.....	20
2.3. Diseño metodológico.....	20
2.3.1. Tipos de investigación.....	20
2.3.2. Metodología.....	21
2.4. Factores bajo estudio.....	21
2.5. Diseño experimental.....	21
2.6. Unidad de estudio.....	22
2.6.1 Población y muestra real	22
2.7. Métodos y técnicas a ser empleadas.....	23

2.8 Posibles alternativas de interpretación de los resultados.....	23
2.9. Manejo específico del ensayo.....	23
2.9.1. Análisis de suelo.....	24
2.9.2. Preparación del suelo.....	24
2.9.3. Identificación del terreno.....	24
2.9.4. Delimitación de la parcela.....	24
2.9.5. Siembra.....	24
2.9.6. Trasplante.....	24
2.9.7. Fertilización.....	25
2.9.8. Control de malezas.....	25
2.9.9. Control fitosanitario.....	25
2.9.10. Riego.....	25
2.10. Variables evaluadas.....	25
2.10.1. Largo de tallo (cm).....	26
2.10.2. Largo de raíz (cm).....	26
2.10.3. Diámetro del tallo (cm).....	26
2.10.4. Número de nudos (unidades).....	26
2.10.5. Altura de planta (cm).....	26
2.10.9. Para las variables de fenología.....	26
2.2. Análisis Económico.....	26
2.2.1. Ingreso bruto por tratamiento.....	26
2.2.2. Costos por tratamiento.....	27
CAPITULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	28
3.1. Fenometria de los híbridos de arroz INIAP 15 y SFL-09.....	28
3.1.1. Longitud de tallo (cm).....	28
3.1.2. Longitud de raíz.....	31
3.1.3. Diámetro del tallo (cm).....	34
3.1.4. Número de nudos (unidades).....	38
3.1.5. Altura de planta (cm).....	40
3.2. Fenología de los híbridos de arroz INIAP 15 y SFL-09.....	43
3.3. Análisis Económico.....	44

3.3.1. Costos de producción.....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	49
ANEXOS.....	51

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. TEMPERATURAS REQUERIDAS PARA EL DESARROLLO DEL ARROZ.....	10
CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD INIAP-15.....	18
CUADRO 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y AGROECOLÓGICAS DEL CANTON PORTOVIEJO.....	20
CUADRO 4. LOS FACTORES BAJO ESTUDIO EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.....	21
CUADRO 5. TRATAMIENTOS CÓDIGO Y DESCRIPCIÓN.....	21
CUADRO 6. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA.....	22
CUADRO 7. ESQUEMA DE EXPERIMENTO DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ.....	22
CUADRO 8. ANÁLISIS DE SUELO DEL SECTOR DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN.....	24
CUADRO 9. LONGITUD DE TALLO (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.....	29
CUADRO 10. LONGITUD DE RAÍZ (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.....	32
CUADRO 11. DIAMETRO DEL TALLO (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.....	36
CUADRO 12. NÚMERO DE NUDOS (UNIDADES), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.....	39
CUADRO 13. ALTURA DE PLANTA (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.....	41
CUADRO 14: FENOLOGÍA DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ INIAP 15 Y SFL-09 EN EL CANTON PROTOVIEJO.....	44
CUADRO 15: ANALISIS ECONOMICO.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Interacción de la variable longitud de tallo.....	30
Figura 2: Interacción de la variable longitud de raíz.....	33
Figura 3: Interacción de la variable diámetro de tallo.....	37
Figura 4: Interacción de la variable número de nudos.....	39
Figura 5: Interacción de la variable altura de planta	42



TEMA: DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.

Autor: Jairo Omar Manrique Anzules

RESUMEN

En la cantón Portoviejo, se realizó la investigación con la finalidad de conocer los efectos del cambio climático en los híbridos INIAP 15 Y SFL-9 con dos diferentes fertilizaciones, empleando la fertilización completa y la fertilización del agricultor, con cinco repeticiones, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 4 siendo el factor A (Hídrico de arroz) y el factor B (Fertilizantes), se utilizaron cinco repeticiones con veinte y cuatro unidades experimentales, el mejor tratamiento se dio en las variables longitud, diámetro, número de nudo y altura de planta el híbrido SFL-9 presento las mejores medidas en los días 36, con 90,30; 8,50; 4,77 y 95,83 cm. Mientras que el híbrido INIAP 15 solo en la variable longitud de tallo a los 33 días con 4,10 cm, en cuanto tiene que ver a la fertilización el mejor resultado se dieron con la fertilización completa en las variables longitud de tallo, raíz, diámetro, número de nudos y altura de planta, en los días 36 y 37 respectivamente con 27,33; 29,30; 7,93; 4,67 y 92,33 cm en lo que tiene que ver a lo económico solo se realizó el análisis en las primeras etapas de vida del cultivo en el cual arrojó un gasto en el cultivo 1,847 dólares en el ensayo.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES
Latacunga – Ecuador



THEME: DETERMINING THE PHENOLOGICAL AND PHENOMETRICAL PHASES AND INDEX WATER BALANCE ON RICE CROP (*Oryza sativa*) UNDER UNIRRIGATED CONDITIONS, PORTOVIEJO CANTON, MANABÍ PROVINCE.

Author: Jairo Omar Manrique Anzules

ABSTRACT

In Portoviejo Canton, the research was carried out in order to understand the effects of climate change on INIAP 15 And SFL-9 hybrids with two different fertilizations. The applied fertilizers were: the complete fertilization and the farmer's fertilization with five repetitions. A complete randomized block design (CRBD) was used with factorial arrangement 2 x 4, being the factor A (Water rice) and the factor B (Fertilizers). Six replicates were used with twenty-four experimental units, the best treatment is resulted of the variables length, diameter, number of nodes, and height of plant. The hybrid SFL-9 presented the best measurements after 36 days with 90.30, 8.50, 4.77 and 95.83 cm. On the other hand, the hybrid INIAP 15 showed a result only of variable length of stem after 33 days with 4.10 cm. According to fertilization, the best result was given by the complete fertilization of variables length of stem, diameter, root, number of nodes, and height of plant on days 36 and 37 respectively with 27.33, 29.30, 7.93, 4.67, and 92.33. The economic analysis was performed during the early stages of the crop, so it showed an expense in growing of \$ 1.847 on the trial.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Jairo Omar Manrique Anzules cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS Y FENOMÉTRICAS E INDICE DE BALANCE HIDRÍCO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN CONDICIONES DE SECANO, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ”**; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, octubre del 2014

Atentamente,

Lic. Fernando Toaquiza
DOCENTE UTC – CCI
050222967 - 7

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el clima y su variabilidad condicionan el desarrollo del sector agropecuario ya que las diferentes características micro climáticas de cada región determinan que cultivos pueden desarrollarse con éxito y cuáles son sus probabilidades de riesgo frente a las condiciones climáticas adversas que pueden incidir en la producción agrícola; además permite conocer la factibilidad de obtener cosechas óptimas o deficitarias de tal forma que puedan ajustarse a políticas de comercialización y reservas estratégicas de alimentos básico.

El agua es un recurso que influye decisivamente sobre las condiciones en que se desarrolla el cultivo de arroz, de allí que lo relacionado con su disponibilidad, forma de permanencia en el suelo y manejo, son variables que sirven de base para diferenciar las áreas arroceras en zonas de secano y zonas de riego. Se estima que un 60 % del área sembrada es de secano y 40 % de riego. (INIAP; Programa Nacional de arroz 2012).

Según la encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2009) dichas provincias concentran el 61 y 34 %, respectivamente, del total de la producción anual del país, el 5 % restante corresponde al resto de provincias costeñas y a los valles cálidos de las provincias de la Sierra y la Amazonía. (INEC 2011)

En nuestro medio a pesar de poseer grandes extensiones de terreno apto para el cultivo del arroz, los rendimientos promedios obtenido bordean las 4 t/ha, el cual es bajo si se compara con lo que se obtiene en los países vecinos que oscilan las 6 t/ha. El bajo rendimiento obtenido se debe principalmente al insuficiente número de variedades mejoradas, uso de semilla de mala calidad, presencia de plagas y enfermedades, manejo inadecuado de los cultivos entre otros.

La agricultura en la región del Litoral representa una de las actividades más importante de la población, en especial de las comunidades rurales de la provincia de Manabí; siendo los cultivos de arroz los más importantes.

Dentro de este estudio es importante tratar de encontrar el mejor nivel de producción de acuerdo a las condiciones climáticas y meteorológicas, lo cual permitirá el desarrollo adecuado de los cultivos en la época seca, para que los productores de esta zona alcancen mayores niveles de rendimientos y mejores ingresos económicos de sus cultivos.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar las variables agro meteorológicas para el diagnóstico fenológico y fenométrico del cultivo de arroz (*Oriza sativa*) en condiciones de secano en el cantón Portoviejo.

Objetivo específicos

- Determinar la fenología y fenometría agrícola en el cultivo de arroz (*Oriza sativa*) en condiciones de secano.
- Conocer el coeficiente hídrico de los cultivos de arroz (*Oriza sativa*) según el método de la FAO Penman-Montheit bajo parámetros meteorológicos.

Hipótesis.

- **H₀** = En las condiciones climáticas de la provincia de Manabí, las fases fenológicas del arroz será más corta a diferencia de otras provincias.
- **H_a** = En las condiciones climáticas de la provincia de Manabí, las fases fenológicas del arroz no serán más cortas a diferencia de otras provincias.
- **H₀** = La humedad permanente de la época lluviosa será óptima en la época seca para la producción de este cultivo.
- **H_a** = La humedad permanente de la época lluviosa no será óptima en la época seca para la producción de este cultivo.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEORICA

1.1. Marco teórico

1.1. Fenología en Plantas

Los estudios fenológicos han mostrado utilidad en la predicción de las etapas de producción en cultivos y en la medición de la respuesta de las plantas a cambios en la temperatura. De acuerdo con (Menzel 2000), el principal factor climático que afecta la fenología de las plantas es la temperatura y se sabe que incrementos en la temperatura del aire pueden ser detectados fácilmente en los datos fenológicos. Diversos estudios realizados en Europa revelan que los eventos fenológicos de primavera son particularmente sensibles a la temperatura, y el calentamiento que se ha experimentado en las últimas décadas ya ha mostrado efectos en la fenología, provocando en la mayoría de los casos un adelantamiento de los eventos fenológicos y un alargamiento de la época de desarrollo (Peñuelas y Filella, 2001).

Los componentes que determinan el rendimiento son las panojas por unidad de superficie, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el peso de los granos. El principal componente que afecta el rendimiento es el número de panojas por superficie, que se establece durante el período vegetativo. En esta etapa el nitrógeno es fundamental para lograr un alto macollaje y acumulación de biomasa. El tamaño de la panoja es determinado durante el período reproductivo y el peso de los granos junto con la esterilidad es definida durante el llenado. Los estreses bióticos y abióticos en los distintos períodos reducen los rendimientos. Sin embargo el período reproductivo es considerado el más sensible y las limitaciones en esta etapa causan los mayores perjuicios. (Fageria, 2007).

Es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos (plantas y animales) y su relación con las condiciones ambientales determinadas por el tiempo atmosférico (temperatura, lluvia, viento, humedad, insolación, etc.)

Estos fenómenos periódicos del ciclo vital pueden ser detectables o no (latentes). Los primeros pueden ser vistos directamente por el ojo humano o medidos por instrumentis: como por ejemplo, tenemos en las plantas: la brotación de los tallos y hojas, la floración la caída de hojas, madurez de frutos, etc. y en los animales: la lactancia, la migración, la hibernación, la caída o cambio de piel, etc. Fenómenos latentes o fases no detectable directamente por el ojo humano, pero si por medios anatómicos y bioquímicos, los tenemos en: la germinación, el desarrollo radicular, formación del primordio floral, crecimiento vegetativa, etc.

La fenología es parte esencial de la Agro meteorología, la cual representa una combinación de las ciencias meteorológicas y biológicas, ya que relaciona los fenómenos periódicos de la vida, con una serie de estimaciones cuantitativas de factores ambientales. (Claro, 1985).

La fenología trata del estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales determinadas por el tiempo atmosférico, tales como la luminosidad, temperatura, precipitación y otros. Muchas definiciones se han dado de esta disciplina, dependiendo fundamentalmente de los alcances que se le quiera imponer, pero en términos comunes y muy simples, hay consenso en que es la manifestación visible del desarrollo, condicionado a sucesos meteorológicos.

Los cambios que constantemente ocurren en un ecosistema, producen fenómenos característicos en la naturaleza animada, que forman el objetivo de la información fenológica. Es así como la ciencia relacionada con la investigación del fenómeno natural de las plantas, animales e insectos, en relación a su medio, se denomina fenología (del griego «phaino», «phainesthai» = aparecer, mostrar y «logos» = ciencia).

Se desprende, por lo tanto, que este término implica no sólo observaciones del reino vegetal. También en el mundo animal ocurren ciertos acontecimientos periódicos, como las migraciones de las aves, aparición de insectos y plagas, cambios en el pelaje de los animales, etc. en este caso, se habla de zoo fenología o fenología animal. Al contrario, si las observaciones están referidas exclusivamente a las plantas, se habla de fitofenología o fenología vegetal.

Sin embargo, es más común hablar simplemente de fenología con relación a las plantas. A fin de delimitar el uso de esta expresión, en el presente manual los terminas “fenología” y “observaciones fenológicas” estarán restringidas exclusivamente a eventos importantes dentro del ciclo de vida de las plantas. (Curihuinca, 2003).

1.1.1. Objetivos de la fenología

Básicamente consiste en entender los efectos de los factores climáticos sobre las diferentes fases de los seres vivos.

Este objetivo se logra:

- Relacionando los registros meteorológicos, con las diferencias en los cambios específicos de las diferentes fases de las especies dadas, en un sitio determinado, y
- Relacionando modelos geográficos de desarrollo de plantas, a modelos de factores meteorológicos.

Los modelos geográficos pueden proporcionar una visión más clara de las respuestas biológicas al ambiente, que no sería posible a través de análisis de información acumulada en un solo lugar.

Algunos autores puntualizan que cuando los eventos fenológicos en las plantas son correctamente interpretados, se convierten en el mejor índice de las características bioclimáticas de un área o región. (Claro, 1985).

1.1.2. Fases fenológicas y características

Durante el ciclo vegetativo de las plantas (anuales y perennes) tiene lugar una serie de fases que coinciden con los requerimientos bioclimáticos específicos de la planta. Estas fases son similares para algunas plantas pero diferentes para otras. Por lo tanto, es necesario que se haga un listado de las observaciones que deben efectuarse para cada cultivo y los criterios de determinación de cada fase, sobre todo en aquellas que sean difíciles de detectar. (Claro, 1985).

Con relación a la influencia del tiempo atmosférico sobre el ciclo de vida de los vegetales, se debe diferenciar claramente dos conceptos: Crecimiento y desarrollo.

El crecimiento consiste en el aumento de materia (tamaño o volumen) con el transcurso de los días y puede referirse a toda la planta o a una parte de ella. Este es un proceso cualitativo y su estudio corresponde a la fonometría.

El desarrollo, en cambio, es el paso por las distintas fases o estados hasta concluir el ciclo reproductivo; a manera de ejemplificar el concepto, se puede nombrar la brotación, floración, maduración, etc. Su estudio se efectúa a través de la fenología. (Curihuinca, 2003).

1.1.3. Indicadores fenológicos

Las plantas y los animales son los indicadores fenológicos. Son seres vivientes considerados como instrumentos que a partir de su respuesta a los cambios ambientales, podemos decir que son “registradores” e “indicadores” de las condiciones atmosféricas.

Las observaciones fenológicas sobre los indicadores fenológicos, son de gran utilidad, ya que pueden ayudar a pronosticar o estimar eventos fenológicos subsiguientes de la misma especie u otras especies.

Algunas veces existe una correlación muy evidente entre un proceso fenológico y otro, lo que permite un pronóstico sobre la aparición de ciertas plagas o enfermedades de los cultivos. En Francia, por ejemplo, la antracnosis se

manifiesta en el plátano siete u ocho días antes de que aparezca el moldeo de la vida. Esto permite preparar los equipos para combatir esta última enfermedad. En Holanda, la floración del falso castaño (*Aesculus hippocastanum*), se produce 10 días antes de la del peral y 14 días antes que la del manzano. En Alemania, 8 días después de la floración del diente de león (*Tarazacum officinale*) se advierte la presencia del escarabajo de la papa (*Phirdmus muriceus*).

En estos ejemplos, la presencia de la enfermedad en el plátano, el falso castaño y el diente de león don indicadores fenológicos.

Los indicadores fenológicos más comunes son los árboles y plantas silvestres, la aves y los insectos. Para que éstos cumplan a cabalidad con su condición de indicadores, tienen que cumplir las siguientes características:

- a) Facilidad de observación
- b) Facilidad de identificación
- c) Abundancia, tanto en número como en el espacio. (CLARO, 1985).

1.2. Arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las plantas más antiguas por lo que no es fácil establecer con precisión la época en que el hombre la cultivó por primera vez. En piezas de literatura china que datan del año 3000 a.C. se hace se mención al arroz como el más importante entre cinco cultivos en la alimentación. La evidencia actual indica que el arroz se originó probablemente en el sureste asiático (INIAP, 2008).

En el hemisferio occidental, se presume que Cristóbal Colón trajo semillas de arroz en su segundo viaje en 1493 (INIAP, 2008).

1.2.1. Clasificación botánica del arroz

Señala la clasificación botánica del arroz la siguiente manera:(INIAP, 2008).

Clase..... Monocotiledónea
Orden..... Glumiflorales
Familia..... Gramineae
Subfamilia..... Panicoideas
Tribu..... Oryzeae
Subtribu..... Oryzineas
Genero..... Oryza

1.2.2. Descripción botánica del arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae.

1.2.2.1 Raíces

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

1.2.2.2 Tallo

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.

1.2.2.3 Hojas

Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

1.2.2.4 Flores

Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

1.2.2.5 Inflorescencia

Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

1.2.2.6 Grano

El grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariósipide) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo. (INFOAGRO, 2009).

1.2.3. Órganos reproductores

1.2.3.1. Panícula

Las flores de la planta de arroz están reunidas en una inflorescencia compuesta denominada panícula. En la panícula se consideran el raquis o eje principal, las ramificaciones primaria y secundaria del raquis, las espiguillas, las flores (floreillas) y las semillas. (Franquet y Borrás, 2004).

1.2.3.2. Espiguilla

La espiguilla, que es la unidad de la inflorescencia, está unida a la ramificación por el pedicelo. Las espiguillas contienen tres flores o floreillas, de las cuales una sola se desarrolla y es fértil. Una espiguilla consta de la raquilla, las floreillas y dos lemmas estériles. Las lemmas estériles, llamadas glumas rudimentarias, son dos brácteas que se alargan desde el pedicelo. La raquilla es el eje que sostiene la floreilla; las lemmas estériles rodean la raquilla por debajo. En la espiguilla se encuentran además dos brácteas superiores, llamadas glumas florales o simplemente glumas (Franquet y Borrás, 2004).

1.2.4 REQUIMIENTO DEL CULTIVO

1.2.4.1 Clima

Es un cultivo acuático, la mayor producción a nivel mundial se encuentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2 500 m de altitud. Esta planta tiene un desarrollo adecuado a los 20 y 38 °C (Berlijn.1993) (Franquet y Borrás, 2004).

La cantidad de horas luz que requiere la planta de arroz es de 1000 horas de sol durante todo el ciclo vegetativo. El sol es muy importante cuando la panoja esta lista para la cosecha (INIAP, 1999).

En el Cuadro 1 se muestra las temperaturas óptimas para el desarrollo de la planta de arroz en sus etapas de crecimiento.

Cuadro 1. Temperaturas requeridas para el desarrollo del arroz

Etapas	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10 °C	30 a 35 °C	40 °C
Crecimiento de tallos, hojas y raíces	7 °C	10 a 20 °C	23 °C
Floración	15 °C	30 a 40 °C	50 °C

Fuente: Franquet y Borrás, 2004.

1.2.4.2 Temperatura

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de los 40 °C no se produce la germinación.

El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El

espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. (Merci, 2011).

La panícula, usualmente llamada “espiga” por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 milímetros. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas.

La floración tiene lugar el mismo día del espigado, o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización. (Merci, 2011).

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C. El óptimo de 30 °C. Por encima del 50 °C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo correlativamente después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

La transpiración depende de la humedad y de la temperatura ambiente y, como la respiración, alcanza también su máximo en el momento en que la espiga se encuentra en zurrón para decrecer después del espigado. (Merci, 2011).

1.2.4.3 Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel

importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos. (Merci, 2011).

Los suelos ideales para el cultivo de arroz son aquellos con textura arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa, de topografía muy plana, si es anegado, o ligera pendiente seco. En cuanto al pH del suelo, es recomendable evitar la acidez excesiva y la alcalinidad, pues son perjudiciales para la planta. El pH óptimo es de 5.5 y 6.5. (Analmo, 2003).

1.2.4.4 pH

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre justamente lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico. (Merci, 2011).

1.2.4.5 Radiación solar

La radiación solar es la fuente de energía para el proceso fotosintético y la evapotranspiración. Es fundamental para obtener buenos rendimientos.

La sombra durante las etapas vegetativas afecta solo ligeramente al rendimiento y sus componentes. La sombra a los 16 días antes de la espigazón causa la esterilidad de las espiguillas en razón de la falta de carbohidratos. Las etapas reproductivas y de maduración son sensitivas a baja intensidad de la luz. La sombra durante las etapas reproductivas tiene serios efectos sobre el número de espiguillas. La sombra reduce en forma considerable el rendimiento debido al menor porcentaje de espiguillas llenas. (FAO, 2003).

Las variedades con tallos y hojas erectas que evitan el sombreado recíproco y así interceptan más luz solar, tienen una mejor fotosíntesis y consecuentemente

mejores rendimientos. Seleccionar cultivares con hoja bandera erecta y ángulo agudo y panojas que no sobresalgan en exceso de la hoja bandera de modo de minimizar la sombra de las hojas superiores durante la fase de maduración.

Sembrar variedades semienanas que no vuelquen, con hojas superiores cortas y erectas para capturar el máximo posible de luz solar dentro del dosel de la vegetación foliar. Un índice de área foliar de 5-6 asegura una óptima fotosíntesis durante la etapa reproductiva. Para maximizar el rendimiento bajo un régimen de manejo óptimo, la época de siembra debe ser seleccionada de modo que el cultivo reciba altos niveles de radiación solar en las etapas reproductivas y de maduración. (FAO, 2003).

1.2.4.6 Precipitación

El arroz no solo se cultiva en condiciones de irrigación, sino también en zonas bajas con altas precipitaciones, zonas con láminas profundas de agua y en zonas altas en condiciones regularmente drenadas. En estas circunstancias el arroz puede estar sujeto a daños causados por la sumersión de la planta debido a la inundación de las tierras bajas; mientras que en zonas altas, la sequía puede presentarse. En la provincia de Guayas la precipitación varía entre 1000 a 1500 mm y en la de los ríos de 1800 a 2200 mm anuales. (INIAP, 2008).

1.2.4.7 Requerimiento de Agua

El agua es indispensable para la vida de la planta de arroz. El riego por inundación es favorable para el mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano; es importante señalar, que el sistema de irrigación contribuye al control de malezas. El promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1240 mm durante el ciclo. (INIAP, 2008).

1.2.4.8 Nutrición Mineral

La fertilización debe estar en cantidades adecuadas y en forma equilibrada, puesto que la falta de uno de ellos puede afectar el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del Mínimo). (INIAP, 2008).

1.2.4.9 Elementos esenciales para el cultivo de arroz

En el cultivo, el nitrógeno es el elemento que da el color verde característico y es el que más influye en la producción, debido a que aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, superficie foliar y calidad del grano (Fairhurst y Witt, 2002).

El fósforo influye en el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, la precocidad y uniformidad de la floración, maduración y calidad del grano. (Solorzano, 2003).

Dentro del grupo de los elementos secundarios para la planta se encuentran el calcio, azufre, magnesio y silicio.

El potasio, actúa en la osmo-regulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transporte de asimilados hacia el grano de arroz. (Fairhurst y Witt, 2002).

Un adecuado suministro de calcio incrementa la resistencia a enfermedades, debido que forma parte del mantenimiento de la pared celular. Es un activador enzimático y participa en la osmo-regulación y balance de aniones y cationes en las células. (Doberman y Fairhurst, 2000).

El azufre es un constituyente de los aminoácidos que sintetizan la clorofila. Además forma parte de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas. (Doberman y Fairhurst, 2000).

El magnesio es un constituyente de la clorofila, regula el pH celular y el balance de aniones y cationes. También está involucrado en la asimilación de CO₂ y la síntesis de proteínas. (Fairhurst y Witt, 2002).

1.3 Fases y/o etapas fenológicas del cultivo de arroz etapas de la fase vegetativa

Etapa 0: Germinación o emergencia, desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días.

Etapa 1: Plántula, desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días.

Etapa 2: Macollamiento, desde la aparición del primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos, o hasta el comienzo de la siguiente etapa. Su duración depende del ciclo de vida de la variedad. En las variedades precoces (INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14 e INIAP 15 Boliche) varía entre 25 y 35 días y en las tempranas (INIAP 7 e INIAP 415) varía entre 35 - 50 días.

Etapa 3: Elongación del tallo, desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días.

1.3.1. Etapas de la fase reproductiva

Etapa 4: Iniciación de la panícula o primordio, desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como "punto de algodón". Tiene un lapso de 10 a 11 días.

Etapa 5: Desarrollo de la panícula, desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.

Etapa 6: Floración, desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de 7 a 10 días.

1.3.2. Etapas de la fase de maduración

Etapa 7: Grano lechoso, desde la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía de siete a 10 días.

Etapa 8: Grano pastoso, desde cuando el líquido que contiene los granos tienen una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

Etapa 9: Grano maduro, desde cuando los granos contienen una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

1.4. Materiales de siembra híbridos

1.2.4.1. INIAP 15

La variedad INIAP 15-BOLICHE, fue desarrollada por el programa nacional de arroz del INIAP, a partir del año 2000 a través de hibridaciones.

Proviene del cruce de IR 18348-36-3-3/CT10308-27-3-1P-1-3-3P, y su pedigrí es IN 119-8-2-1. Evaluada como segregante hasta el 2003. Posteriormente ingreso a ensayo de líneas de observación, y es a partir de esa fecha que se evaluó en ensayo de rendimientos hasta el 2006 en las zonas de boliche, Taura, Daule, Santa Lucía, Samborondón bajo condiciones de riego.

1.2.4.2. Manejo del cultivo

Preparación del suelo

Se realiza bajo condiciones de terreno seco o inundado. En el primer caso, se usan labores solas o combinadas de arado, romplow, rastra; y para suelo inundado, se añade el “fanguero”. (INIAP, 2008).

Semilla y Siembra

Una buena germinación y establecimiento del cultivo lo proporciona el uso de semilla certificada, para siembra directa al voleo con semilla pre germinada se debe emplear 100 kg para establecer semilleros que cubrieran una hectárea. Los distanciamientos de siembra para esta variedad en trasplante son 30x25, 25x25, y 30x30 cm. (INIAP, 2008).

Riego

Bajo condiciones de riego, mantener la lámina de agua no mayor a 10 cm desde la etapa de macollamiento hasta 15 días antes de la cosecha. (INIAP, 2008).

Control de maleza

Para el control de malezas seguir las recomendaciones técnicas generadas por el INIAP, disponible en el manual del cultivo de arroz. (INIAP, 2008).

Fertilización

La fertilización se debe realizar en función de análisis de suelo, su interpretación y las recomendaciones del departamento de manejo de suelo y aguas, del INIAP, disponible en el manual del cultivo de arroz. (INIAP, 2008).

Enfermedades

INIAP 15- BOLICHE, fue evaluada en condiciones de campo en las principales zonas arroceras, presentando resistencia a piricularia o quemazón. Para hoja blanca transmitida por el insecto tagosodesoryzicolus, se muestra moderada resistencia. (INIAP, 2008).

Cosecha

El arroz debe cosecharse cuando el grano este maduro, para lo cual el mejor indicador es la humedad y el color del mismo. Se debe cosechar oportunamente cuando el 95% de los granos en las panículas tengan color “pajizo” y el resto es amarillento, lo cual coincide con un 20 a 25% de humedad de grano. (INIAP, 2008).

- Ciclo vegetativo precoz que va de 117 a a128 días en siembra por trasplante.
- Resistencia al acame.
- Resistencia a paricularia.

- Moderadamente resistente al virus de la hoja blanca.

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD INIAP-15

CARACTERÍSTICA	VALORES YA/O CALIFICACIÓN
Rendimiento	64 a91
Ciclo vegetativo (días)	117 a 128
Altura de la panícula/planta	89 a 108
Numero de panículas/planta	17 a 25
Granos llenos/panícula	145
Longitud de grano (mm)	7.5
Grano entero al pilar (%)	67
Calidad culinaria	Buena
Hoja blanca	MR
Pyricularia grisea	R.
Acame de plantas	R.
Latencia en semanas	4-6

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agropecuario INIAP (2008).

Rendimiento en sacas de 200 lbs. De arroz en cascara al 14% de humedad y 0% de impurezas, Grano extra largo (EL) más de 75% mm, R= resistente; MR= moderadamente resistente.

1.2.4.3. SFL-09

SFL 09 es el nombre de la nueva semilla de arroz que INDIA - PRONACA presentó a los agricultores ecuatorianos recientemente. Es el fruto de más de cinco años de minuciosas investigaciones, pruebas de campo e inversión en tecnología. (PRONACA, 2013).

Esta variedad de semilla se caracteriza por su grano largo y ciclo precoz, lo cual permite su cosecha entre 110 y 115 días en invierno, y 120 y 125 días en verano. El resultado es un grano de entre 7 y 7,2 mm de largo y de una tonalidad más clara que otras que se comercializan en el mercado.

Antes de comercializarla, la semilla SFL 09 fue probada en zonas tradicionalmente arroceras como Montalvo, Babahoyo y Mata de Cacao con excelentes resultados. Esos cultivos alcanzaron hasta un 20% más de rendimiento que otras variedades sembradas en los mismos campos.

Este un aporte de INDIA-PRONACA para mitigar la baja productividad en los campos arroceros y mejorar la calidad del producto final. Además sus buenos resultados confirman que el uso de semillas certificadas acarrea efectos favorables para el agro ecuatoriano.

Su empleo abre la posibilidad de elevar la producción de arroz de 3 tm/ha a 6 tm/ha. De ser así, en 5 años la producción del Ecuador podría alcanzar 1,8 millones de toneladas, sin sembrar una hectárea adicional, lo cual arrojaría un excedente de 940 mil a un millón de toneladas para exportar. Los agricultores que trabajan de la mano de INDIA-PRONACA dan fe de ello. Sus plantaciones son aproximadamente el 33% más productivas que el promedio nacional, con un rendimiento de alrededor de 6 tm/ha. (PRONACA, 2013).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y duración de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el Cantón Portoviejo, en la provincia de Manabí con una ubicación geográfica Latitud: S 1° 03'08", Longitud: W 80° 72' 02" con una altura de 120 msnm

2.2. Condiciones agro meteorológicas

El cantón Portoviejo presenta condiciones meteorológicas que se detallan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y AGROECOLÓGICAS DEL CANTON PORTOVIEJO.

Parámetros	Promedios
Temperatura, máxima °C	25.50
Temperatura, mínima °C	23.40
Humedad Relativa, %	79,50
Heliofanía, horas/luz/año	1330,00
Precipitación, mm/año	1321,00

Fuente: Estación meteorológica INAMHI- Portoviejo 2012

2.3. Diseño metodológico

2.3.1 Tipos de investigación

En la investigación se utilizó el estudio descriptivo que permitió determinar las fases fenológicas, fenométricas y el requerimiento híbrido del cultivo de arroz.

2.3.2 Metodología

La metodología que se utilizó en la investigación se basó en aspectos técnicos con los procedimientos y métodos relacionados con las siguientes etapas: unidad experimental, área, forma, dimensión y asignación de tratamientos.

2.4. Factores bajo estudio

CUADRO 4. LOS FACTORES BAJO ESTUDIO EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Factor A= hídricos d arroz	Factor B= Fertilizantes
Híbrido 1 = SFL-09	FA= fertilización del agricultor
Híbrido 2 = INIAP 15	FC= fertilización completa

De la unión de los factores se obtuvo los tratamientos:

CUADRO 5. TRATAMIENTOS CÓDIGO Y DESCRIPCIÓN

Tratamiento	Código	Descripción
T1	FAH1	Fertilización agrícola + SFL-09
T2	FAH1	Fertilización completa + SFL-09
T3	FCH2	Fertilización agrícola + INIAP 15
T4	FCH2	Fertilización completa + INIAP 15

2.5. Diseño experimental

El diseño experimental es el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 2 siendo el factor A (híbrido de arroz) y el factor B (Fertilizantes), se utilizaron seis repeticiones con veinte y cuatro unidades experimentales, los datos fueron recolectados de acuerdo a la fase fenológica del cultivo.

CUADRO 6. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	(r-1)	5
Tratamiento	(t-1)	3
Factor A (hibrido)	(a-1)	1
Factor B (Fert)	(b-1)	1
A x B	(a-1)(b-1)	1
Error	(t-1)(r-1)	15
Total	t.r-1	23

2.6. Unidad de estudio

2.6.1 Población y muestra real de la muestra

La investigación estuvo formada por los híbridos de arroz SFL-09 e INIAP 15 en el cantón Portoviejo de la provincia de Manabí. En los tratamientos se tomó 1 parcela por tratamiento. Esto nos dio un total de 41.750 plantas que se utilizaron en la investigación.

CUADRO 7. ESQUEMA DE EXPERIMENTO DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ

Tratamiento	UE	Repetición	Total
Fertilización agrícola + SFL-09	1	6	6
Fertilización completa + SFL-09	1	6	6
Fertilización agrícola + INIAP 15	1	6	6
Fertilización completa + INIAP 15	1	6	6
Total			24

UE: 1parcela contiene 10 plantas

2.7. Métodos y técnicas a ser empleadas

Se utilizó el método inductivo-deductivo, ya que se basa en el razonamiento para poder obtener las conclusiones.

El análisis es otro método que se utilizó, el mismo que parte de las relaciones que se representan como; Número de raíz secundarias, largo de raíz, hipocótilo, diámetro del tallo, número de hojas, altura de la planta, número de espigas, número de granos, números de macollos.

Todas las técnicas que se aplicaron en la investigación fueron; toma de datos desde que la planta cumpla las diferentes edades de desarrollo.

2.8 Posibles alternativas de interpretación de los resultados

Los cálculos de tabulación de los datos levantados en el campo fueron procesados con los siguientes programas de computación Microsoft Excel, la redacción del anteproyecto y tesis en Microsoft Word. Se utilizó el paquete estadístico para tabular resultados y una prueba de Tukey al 5% para rangos de significación.

2.9. Manejo específico del ensayo

Durante el ensayo, se efectuó todas las prácticas necesarias y labores culturales que se dan en el cultivo, para lograr un normal desarrollo del mismo.

2.9.1 Análisis de suelo

Se tomaron muestras del terreno en forma de zig zag, para lo cual se utilizó una pala y una carretilla, cogiendo una muestra representativa de todas las parcelas experimentales los cuales fueron tomados al azar, para luego con la pala homogeneizarlos en un solo montículo procediendo a mezclar en la misma carretilla ya que una vez mesclado las muestras se seleccionó el peso aproximado de un kilo, para luego con la identificación respectiva enviar a realizar el análisis de suelo. El cual arroja los resultados que se describen en el cuadro 8.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE SUELO DEL SECTOR DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN

DATOS DEL LOTE		ppm meq/100ml												
IDENTIFICACION	AREA	ph	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
M 1 0-20 cm Roberto Burgos		4,4 RC	18 B	43 A	0,47 A	6 M	0,5 B	7 B	4,4 M	7,5 A	318	1 M	0,18	
M 1 0-40 cm Roberto Burgos		5 RC	14 B	17 M	0,74 A	9 M	0,7 B	6 B	3,9 M	7,6 A	206	3,9	0,15	

Fuente: INIAP Pichilingue 2013

2.9.2 Preparación del suelo

Se realizó el “fanguero”, que consistió en batir el suelo, con un tractor de gavias de hierro que reemplazan las llantas convencionales.

2.9.3 Identificación del terreno

Se procedió a medir el terreno de la investigación que estuvo constituido por 10 hileras de 5 m de longitud a una distancia de 0,30 m y entre plantas 0,20 m dando un área total de 15m², el área útil de la parcela estuvo constituido por ocho hileras centrales, dando un área total de 637 m². Seguido de esto se sortearon las mismas con el modelo del croquis propuesto y colocando rótulos de identificación de los tratamientos y sus repeticiones respectivas.

2.9.4 Delimitación de la parcela

Las unidades experimentales se las realizó en hileras.

2.9.5 Siembra

Se utilizó semilla certificada la cual fue proveída por el INIAP y PRONACA se realizó camas en donde se depositaron las semillas utilizando el método de siembra al voleo donde se utilizó 30 kg de semilla.

2.9.6. Trasplante

Luego de haber establecido el semillero, a los 21 y 25 días de edad se realizó el trasplante al terreno definitivo.

Las densidades de siembra fueron: 0.30 x 0.20 m; 0.25 x 0.30 m; 0.30 x 0.30 m. Para realizar el trasplante se colocaron 4 a 5 plantas por sitio

2.9.7 Fertilización

Se aplicó las siguientes mezclas y dosis de fertilizantes en las siguientes etapas:

Inicio: Urea (392g – 267g – 304g – 333g – 172g), PMK (532g), MK (140g), DAP (600g), Sulpomag (1200g), NH₄SO₄(580g – 984g – 636g), S 80% (140g), MgSO₄(832g) y ZnSO₄(184g).

Primera fertilización: UREA (784g – 534g – 608g – 666g – 344g).

Segunda Fertilización: UREA (392g – 267g – 304g – 333g – 172g)

2.9.8 Control de malezas

Se efectuaron controles manuales, utilizándose para su exterminación azadones y machetes con la finalidad de eliminar las malas hierbas que estaban compitiendo con el cultivo en la absorción de nutrientes y son hospederos de plagas y enfermedades.

2.9.9 Control fitosanitario

Se realizó un control fitosanitario de prevención a los 18 días después de la siembra para combatir en especial el grillo topo y el gusano cogollero.

2.9.10. Riego

No se aplicó ningún riego por la naturaleza de la investigación

2.10. Variables evaluadas

2.10.1 Largo de tallo (cm)

Se calculó el largo de tallo de la planta por parcela útil después de que la semilla germinada para lo cual se utilizó un flexómetro y se expresó en centímetros.

2.10.2 Largo de raíz (cm)

Se calculó el largo de raíz de la planta por parcela útil después de que la semilla germinada para lo cual se utilizó un flexómetro y se expresó en centímetros.

2.10.3. Diámetro del tallo (cm)

Con la ayuda de un calibrador se midió el diámetro del tallo, dicho valor se expresó en centímetros.

2.10.4 Numero de nudos (unidades)

Se lo realizo de una forma manual contando las hojas de una sola planta por tratamiento y se los expreso en unidades.

2.10.5 Altura de planta (cm)

Se tomó la altura de una planta de la parcela útil, para lo cual se utilizó un fluxómetro desde la base de la planta hasta el ápice de la planta.

2.10.9 Para las variables de fenología

El procedimiento que se lo realizo para estas variables fueron el número de días.

2.3. Análisis Económico

Se realizó el análisis económico partiendo, de los costos fijos y costos variables de los tratamientos en los que se utilizaron para realizar la investigación. Se analizó el costo de producción de cada uno de los de los tratamientos en los primeros meses de vida del cultivo.

2.2.1 Ingreso bruto por tratamiento

Son los valores totales en la fase de la investigación para lo cual se plantea la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB=YxPY}$$

Dónde:

IB = ingreso bruto

Y = producto

PY = precio del producto

2.2.2 Costos por tratamiento

Se determina mediante la suma de los costos originados en cada una de las labores culturales y se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = PS + S + J + I + A}$$

Dónde:

PS= Preparación del suelo

S= Siembra

J= Jornales

I= Insumos

A= Abonos

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Fenometria de los híbridos de arroz INIAP 15 y SFL-09

3.1.1 Longitud de tallo (cm)

En el factor variedades de arroz los mayores valores de longitud de tallo se presentan en el híbrido INIAP 15 a los 6, 12, 27 y 33 días con 3,63; 3,78; 4,05; y 4,10 cm respectivamente, mientras que el híbrido SFL-09 presentó los mayores valores a los 9, 15, 24 y 33 días con 3,68; 3,77; 3,98 y 4,10 cm la cual no presentaron diferencia estadística entre los tratamientos.

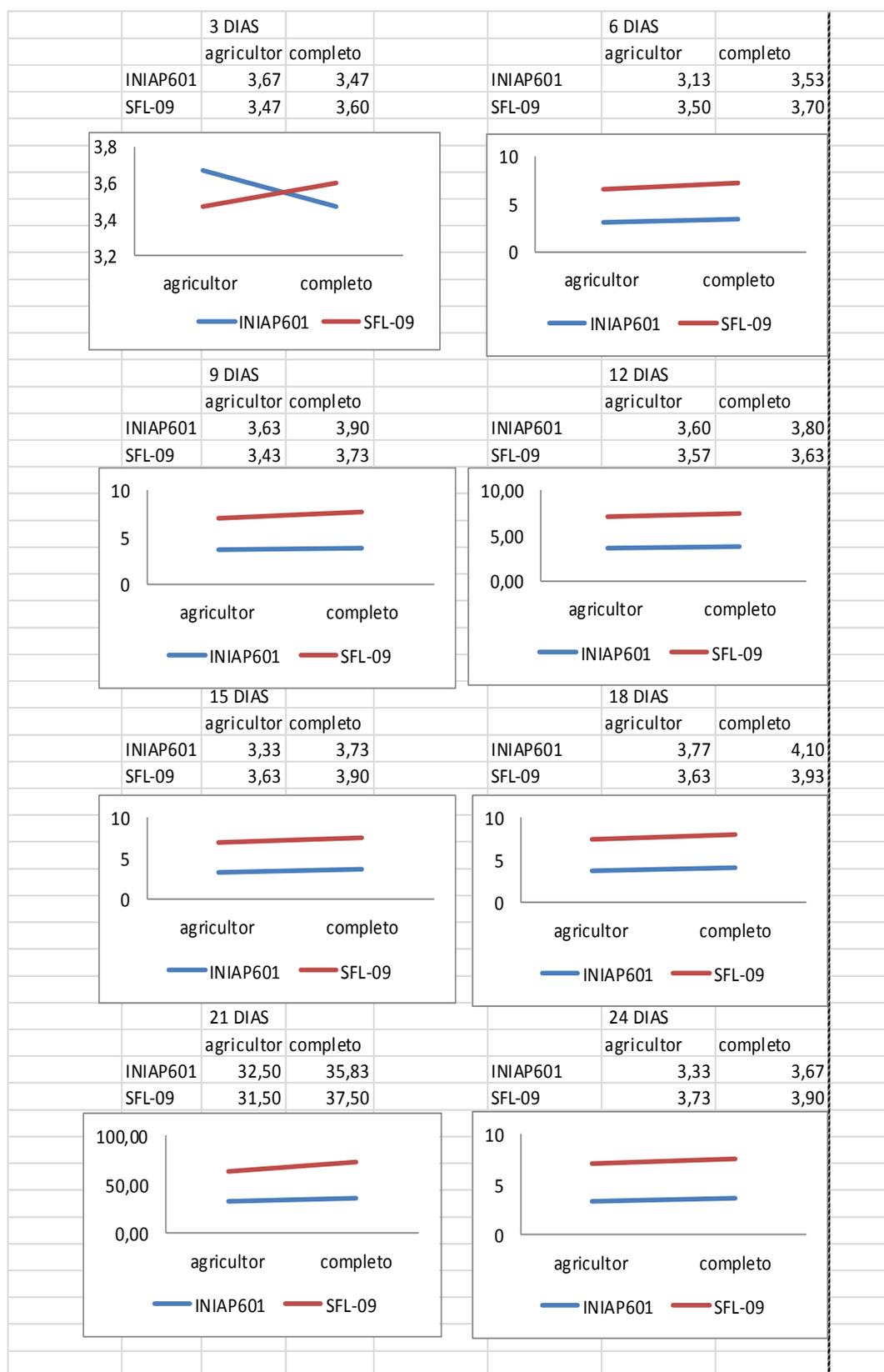
En el factor tipo de fertilización los valores que se presentaron en la variable longitud de tallo con fertilización del agricultor no presentaron valores mayores respectivamente, mientras que con la fertilización completa presentó los mayores valores a los 6, 12, 18, 27 y 36 días con 3,62; 3,82; 4,02; 4,12 y 4,27 cm, no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos. Para el efecto de las interacciones en la variable longitud de tallo se observa diferencia estadística en el día 3 respectivamente.

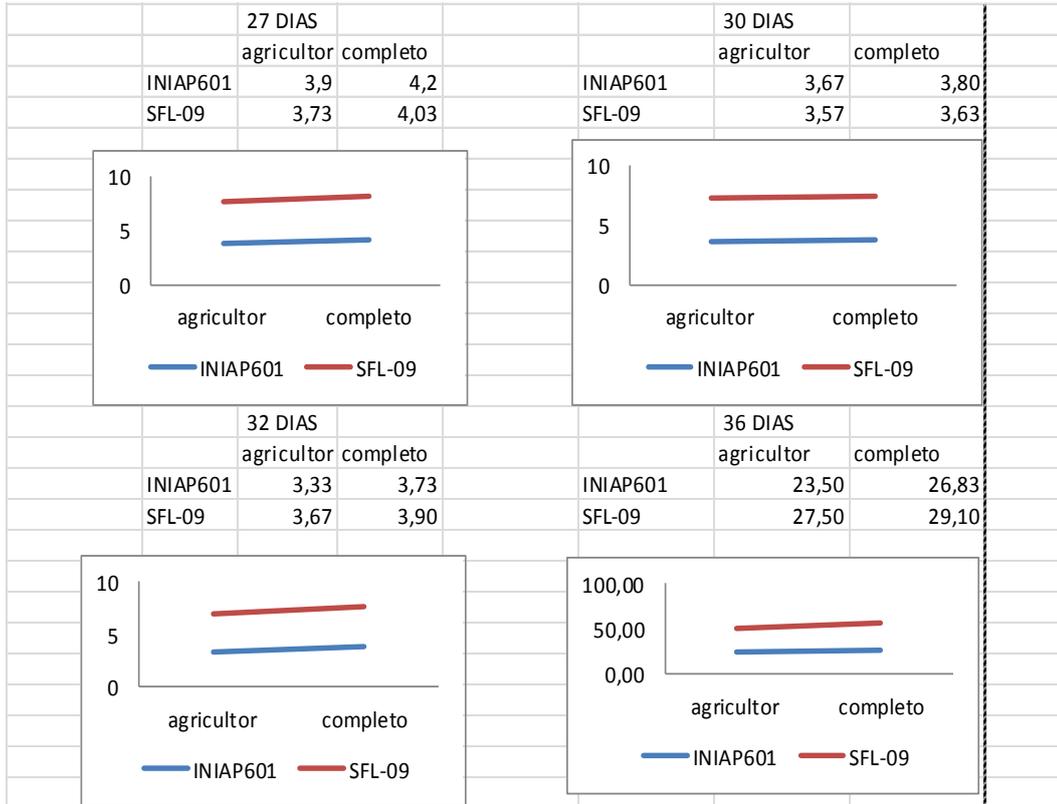
CUADRO 9. LONGITUD DE TALLO (cm), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.

Factores	LARGO DE TALLO (cm)											
	3d	6d	9d	12d	15d	18d	21d	24d	27d	30d	33d	36d
Arroz												
INIAP 601	3,53 a	3,63 a	3,77 a	3,78 a	4,05 a	4,05 a	4,05 a	4,10 a				
SFL-09	3,40 a	3,60 a	3,68 a	3,70 a	3,77 a	3,87 a	3,90 a	3,98 a	3,98 a	3,98 a	3,98 a	4,10 a
Fertilización												
Agricultor	3,42 a	3,42 a	3,53 a	3,58 a	3,68 a	3,70 a	3,70 a	3,70 a	3,82 a	3,82 a	3,90 a	3,93 a
Completo	3,52 a	3,62 a	3,82 a	3,82 a	3,82 a	4,02 a	4,02 a	4,02 a	4,12 a	4,12 a	4,12 a	4,27 a
CV (%)	10,44	14,97	15,92	10,49	14,04	15,17	10,82	14,07	14,74	10,82	14,07	14,15

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Figura 1: Interacción de la variable longitud de tallo





ELABORADO: Manrique Jairo

3.1.2 Longitud de raíz. (cm)

En el factor variedades de arroz los valores que se presentaron en la variable longitud de raíz no se presentaron valores mayores en el híbrido INIAP 15 respectivamente, mientras que el híbrido SFL-09 presentó los mayores valores a los 24, 27, 33 y 36 días con 26,96; 27,75; 28,38 y 29,30 cm no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos.

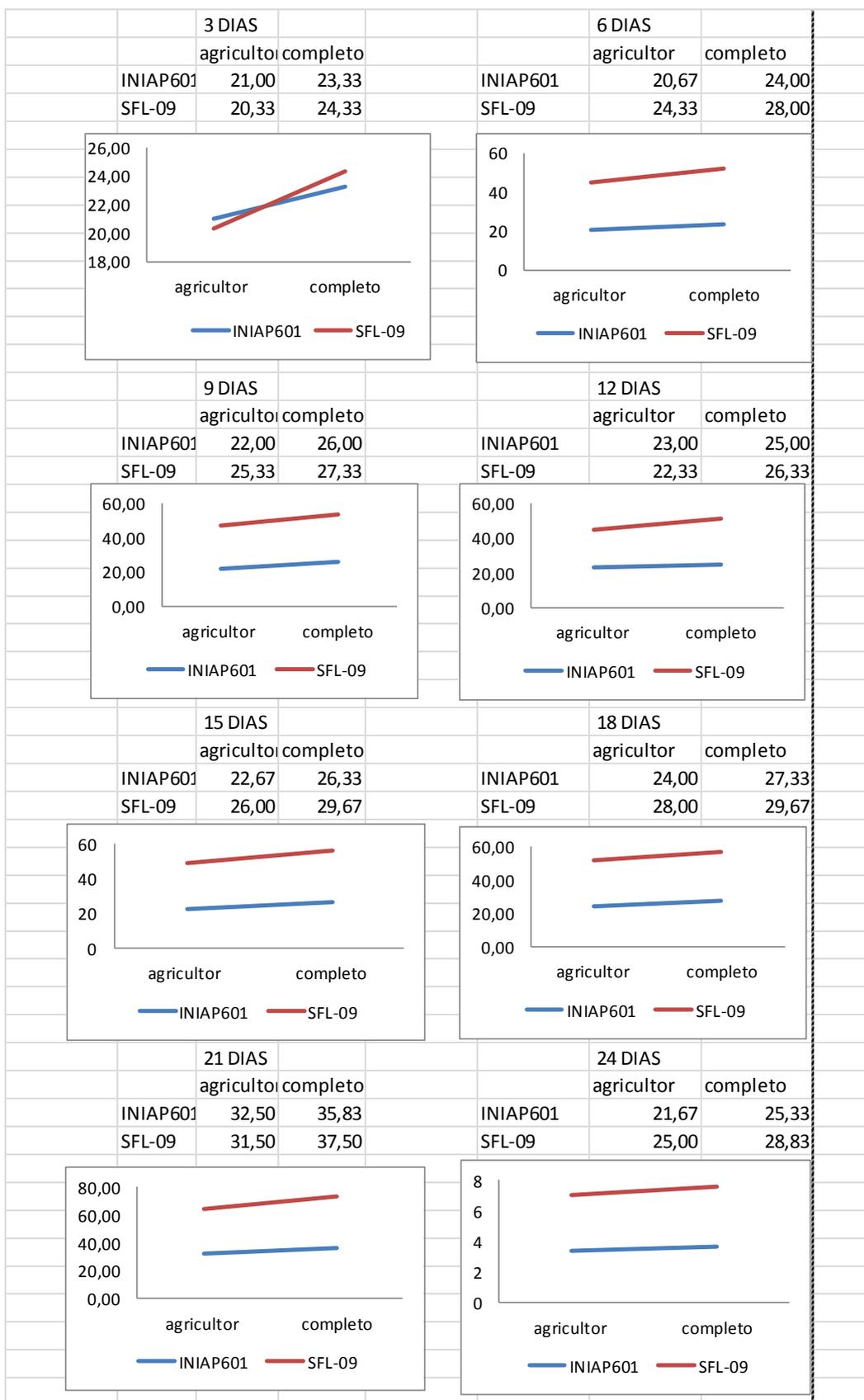
En el factor tipo de fertilización los valores que se presentaron en la variable longitud de raíz no se presentaron valores mayores en la fertilización del agricultor respectivamente, mientras que con la fertilización completa a los 15, 24, 27, 33 y 36 días con 25,85; 26,92; 27,75; 28,38 y 29,30, no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos. Para el efecto de las interacciones en la variable número de hojas se observa diferencias estadísticas en los días 3 y 30 respectivamente.

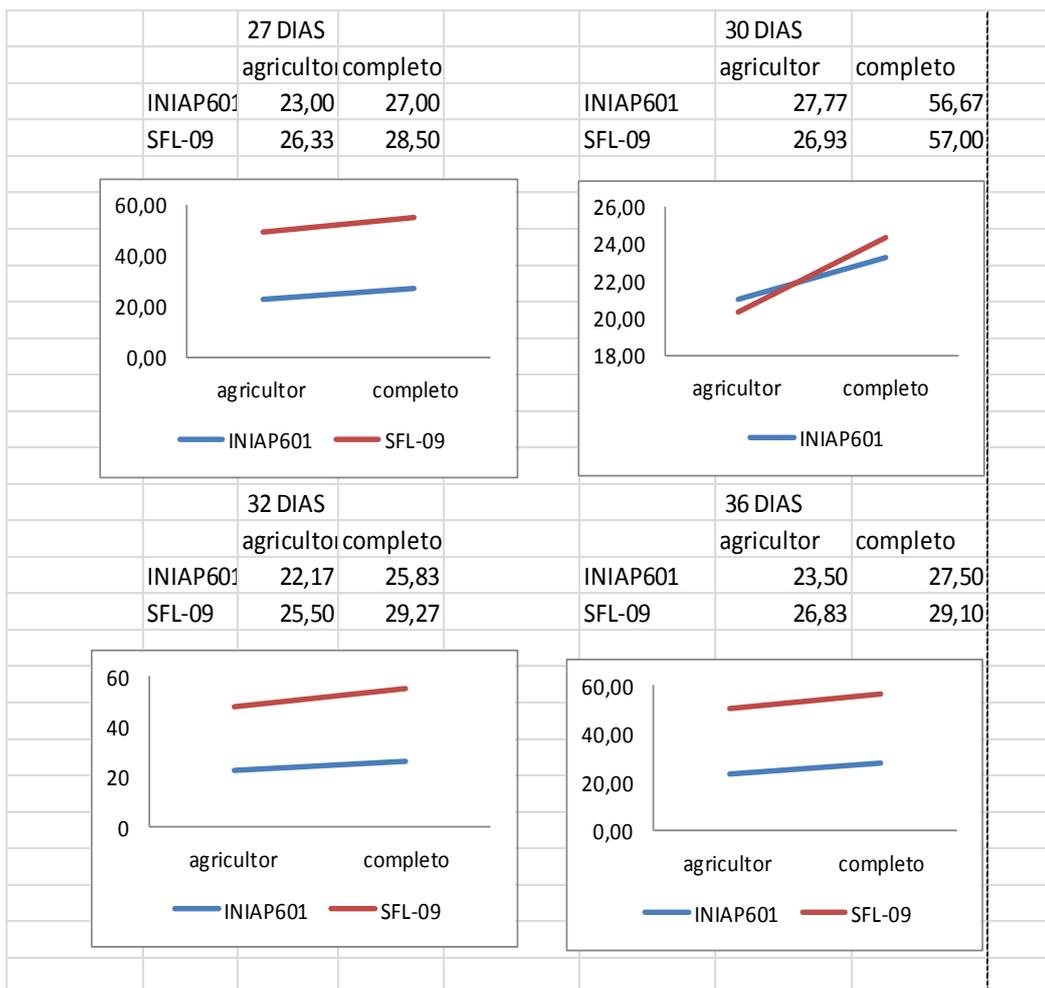
CUADRO 10. LONGITUD DE RAÍZ (cm), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.

Factores	LONGITUD DE RAIZ (cm)											
	3d	6d	9d	12d	15d	18d	21d	24d	27d	30d	33d	36d
Arroz												
INIAP 601	22,17 a	22,33 a	24,00 a	24,00 a	24,83 a	25,00 a	25,17 a	25,33 a	26,00 a	27,10 a	27,83 a	28,50 a
SFL-09	22,33 a	26,17 a	26,33 a	26,33 a	27,00 a	27,50 a	28,50 a	29,08 a	29,42 a	29,45 a	29,55 a	29,97 a
Fertilización												
Agricultor	20,47 a	22,50 a	23,67 a	23,67 a	24,50 a	25,67 a	26,00 a	26,50 a	26,67 a	27,35 a	28,00 a	28,17 a
Completo	23,83 a	24,00 a	24,67 a	25,67 a	25,83 a	26,53 a	26,67 a	26,92 a	27,75 a	28,20 a	28,38 a	29,30 a
CV (%)	9,86	21,39	19,33	11,64	19,58	17,37	11,93	20,45	18,31	11,86	20,01	17,80

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 2: Interacción de la variable longitud de raíz





ELABORADO: Manrique Jairo

3.1.3 Diámetro del tallo (cm)

En el factor variedades de arroz los mayores valores de diámetro del tallo se presentan en el híbrido INIAP 15 a los 6, 15, 24 y 36 días con 5,00; 6,00; 7,00 y 8,25 cm respectivamente, mientras que el híbrido SFL-09 presentó los mayores valores a los 15, 18, 9, 30 y 36 días con 5,20; 6,50; 7,83 y 8,50 cm no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos.

En el factor tipo de fertilización los valores que se presentaron en la variable diámetro del tallo no se presentan valores mayores en la fertilización del agricultor respectivamente, mientras que con la fertilización completo presentó los mayores valores a los 18, 27 y 36 días con 6,83; 7,73 y 7,93 cm, presentan

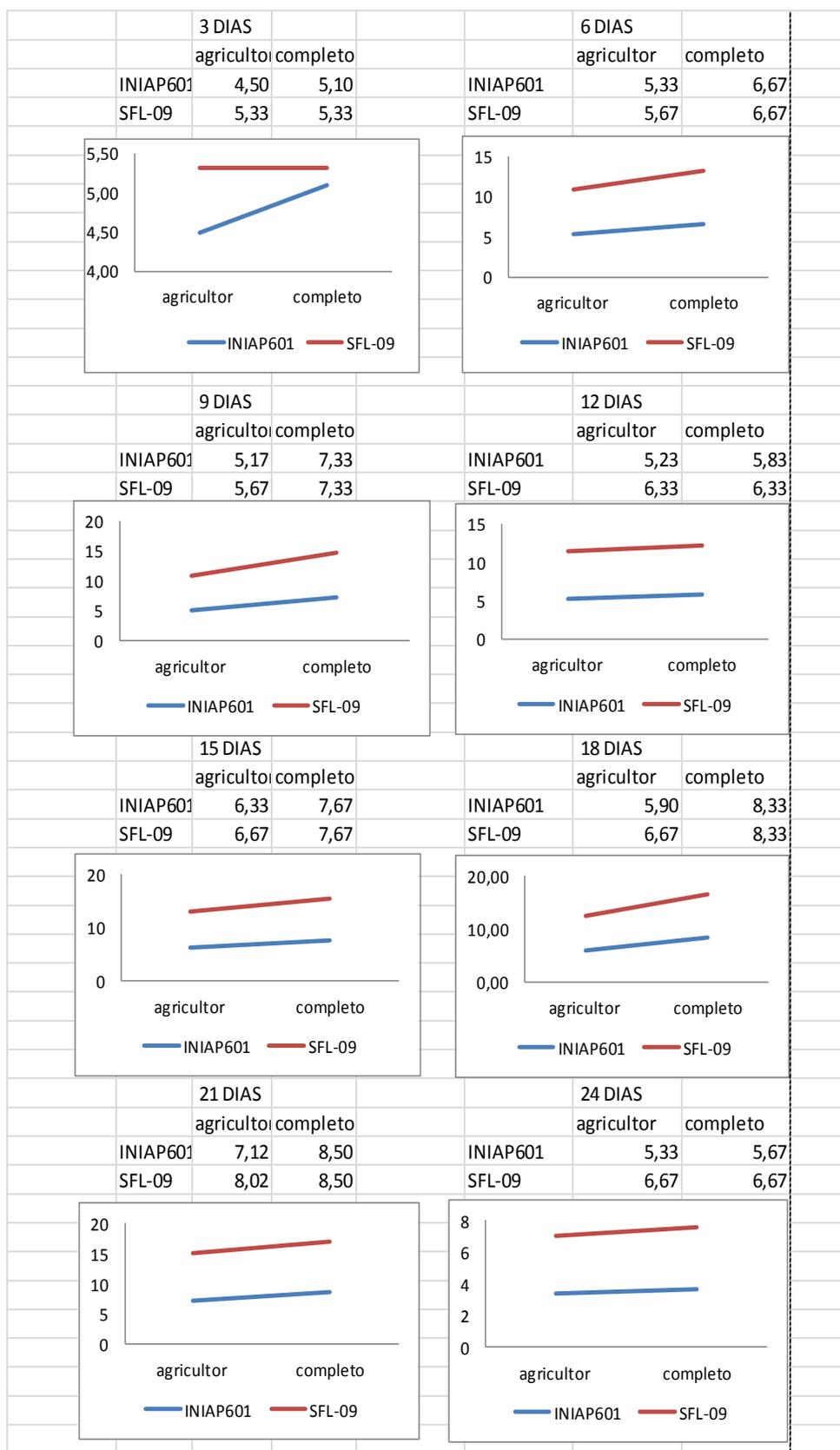
diferencia estadística entre los tratamientos 6, 9, 15, 27, 33 y 36 días. Para el efecto de las interacciones en la variable diámetro de tallo no se observa diferencias estadística en ninguno de los días.

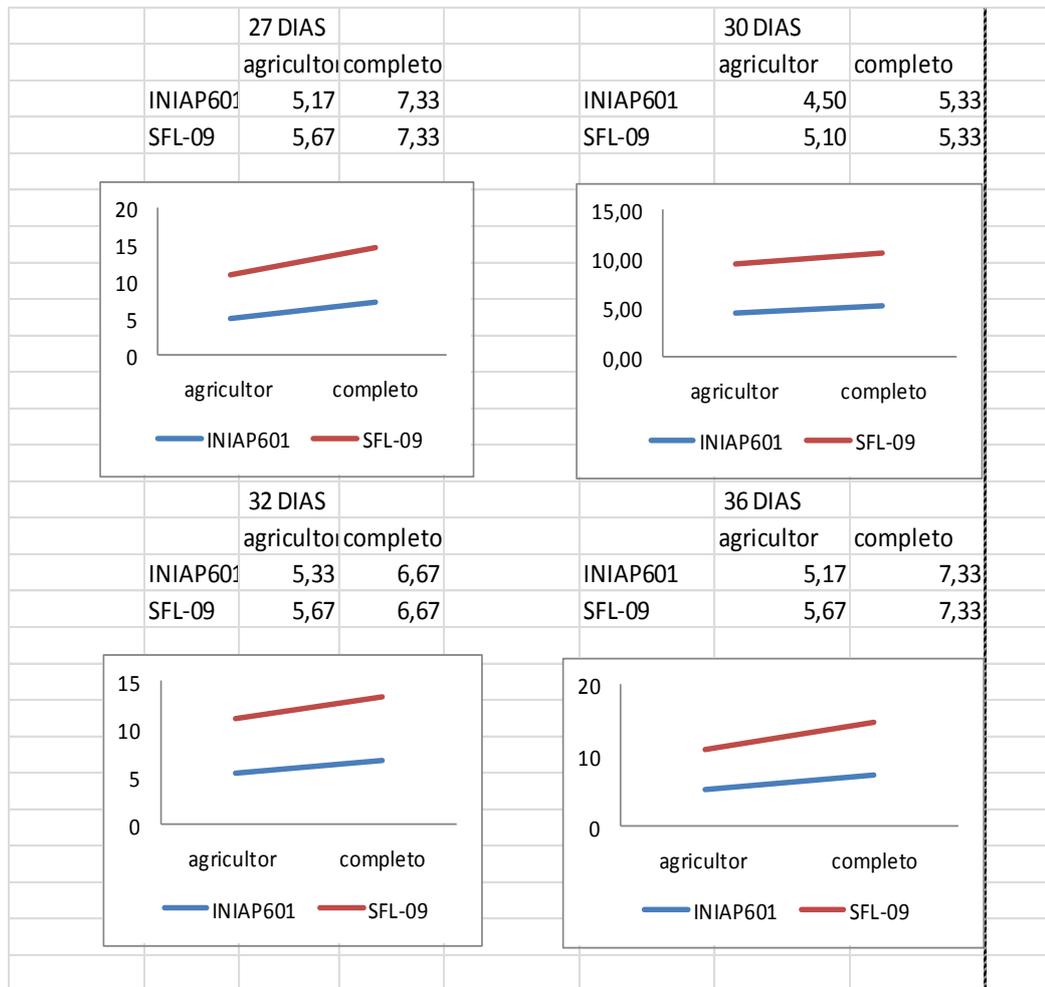
CUADRO 11. DIAMETRO DEL TALLO (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.

DIAMETRO DE TALLO (cm)												
Factores	3d	6d	9d	12d	15d	18d	21d	24d	27d	30d	33d	36d
Arroz												
INIAP 601	4,80 a	5,00 a	5,25 a	5,33 a	6,00 a	6,12 a	6,57 a	7,00 a	7,25 a	7,80 a	8,00 a	8,25 a
SFL-09	4,33 a	4,57 a	5,20 a	5,33 a	6,17 a	6,50 a	6,50 a	7,17 a	7,50 a	7,83 a	8,17 a	8,50 a
Fertilización												
Agricultor	4,42 a	4,50 a	4,42 a	5,78 a	5,80 a	6,28 a	6,57 a	6,80 a	6,82 a	6,92 a	7,50 a	7,92 a
Completo	5,22 a	6,27 b	6,33 b	6,48 a	6,67 b	6,83 a	7,20 a	7,67 a	7,73 b	7,82 a	7,87 b	7,93 b
CV (%)	14,14	12,56	12,61	13,88	10,78	12,48	12,89	12,56	12,61	12,66	12,56	12,61

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 3: Interacción de la variable diámetro de tallo





ELABORADO: Manrique Jairo

3.1.4 Número de nudos (unidades)

En el factor variedades de arroz los mayores valores en número de nudos se presentan en el híbrido INIAP 15 a los 15, 27 y 36 días con 3,16; 4,17 y 4,67 unidades respectivamente, mientras que el híbrido SFL-09 presento los mayores valores a los 9 y 27 y 36 días con 3,17; 4,17 y 4,77 unidades no se presentaron diferencia estadística entre los tratamientos.

En el factor tipo de fertilización los mayores valores de número de nudos se presentan en la fertilización agricultor a los 9 y 27 días con 3,17 y 4,17 unidades respectivamente, mientras que con la fertilización completa presento los mayores valores a los 9 y 27 días con 3,67 y 4,67 unidades, no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos. Para el efecto de las interacciones en la

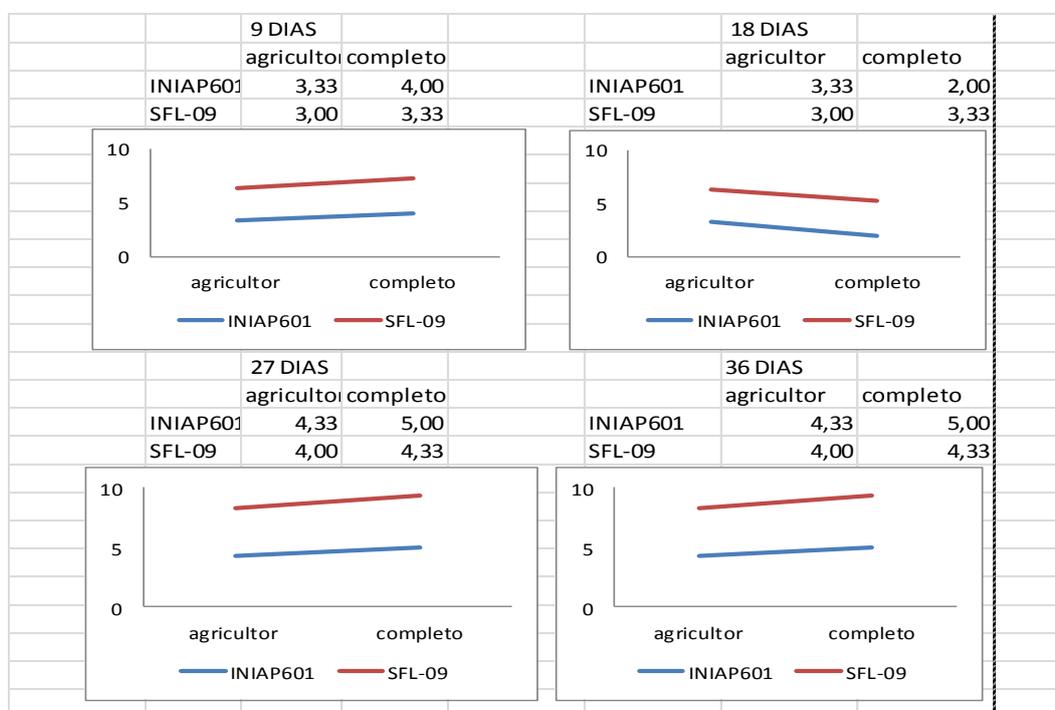
variable número de hojas se observa diferencias estadísticas en los días 9, 12, 18, 21 y 30 respectivamente. Para el efecto de las interacciones en la variable número de nudos no se observa diferencias estadística en ninguno de los días.

CUADRO 12 NÚMERO DE NUDOS (UNIDADES), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.

NUMERO DE NUDOS (unidades)				
Factores	9d	18d	27d	36d
Arroz				
INIAP 601	3,67 a	3,67 a	4,17 a	4,67 a
SFL-09	3,17 a	3,17 a	4,67 a	4,77 a
Fertilización				
Agricultor	3,17 a	3,17 a	4,17 a	4,17 a
Completo	3,67 a	3,67 a	4,67 a	4,67 a
CV (%)	11,95	11,95	9,24	9,24

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 4: Interacción de la variable número de nudos



ELABORADO: Manrique Jairo

3.1.5 Altura de planta (cm)

En el factor variedades de arroz los mayores valores de altura de planta se presentan en el híbrido INIAP 15 a los 6, 15, 21, 33 y 36 días con 55,17; 67,17; 75,67; 89,00 y 92,67 cm respectivamente, mientras que el híbrido SFL-09 presento los mayores valores a los 12, 21, 30 y 36 días con 68,17; 78,17; 88,17 y 95,83 cm no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos.

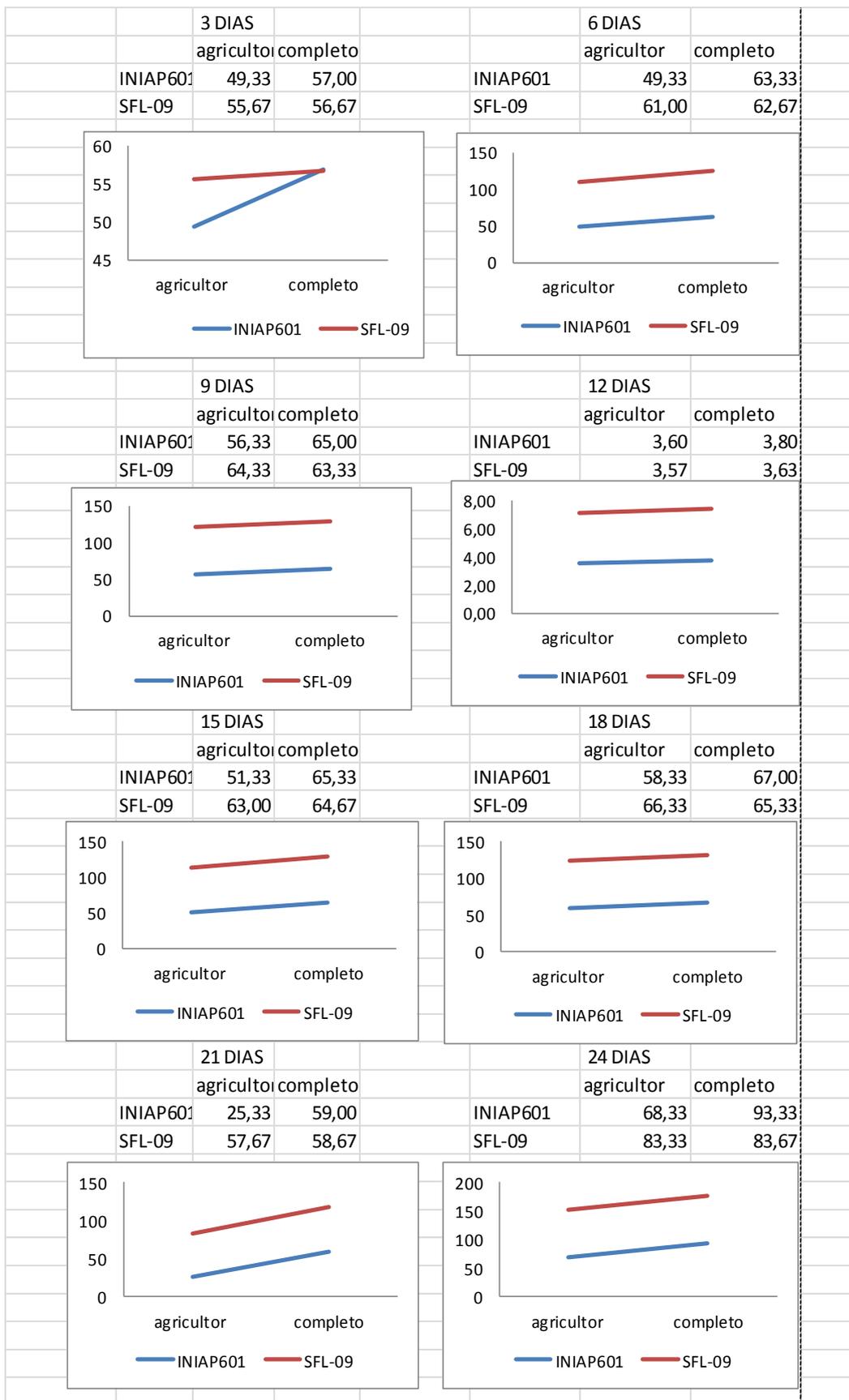
En el factor tipo de fertilización los mayores valores de longitud de raíz se presentan en la fertilización agricultor a los 6, 15, 24, 33 y 36 días con 56,33; 68,33; 75,83; 87,08 y 92,33 cm respectivamente, mientras que con la fertilización completa presento los mayores valores a los 12, 24 y 33 días con 68,83; 78,90 y 89,17 cm, cm no presentan diferencia estadística alguna entre los tratamientos. Para el efecto de las interacciones en la variable altura de planta se observa diferencias estadísticas en el día 3 respectivamente.

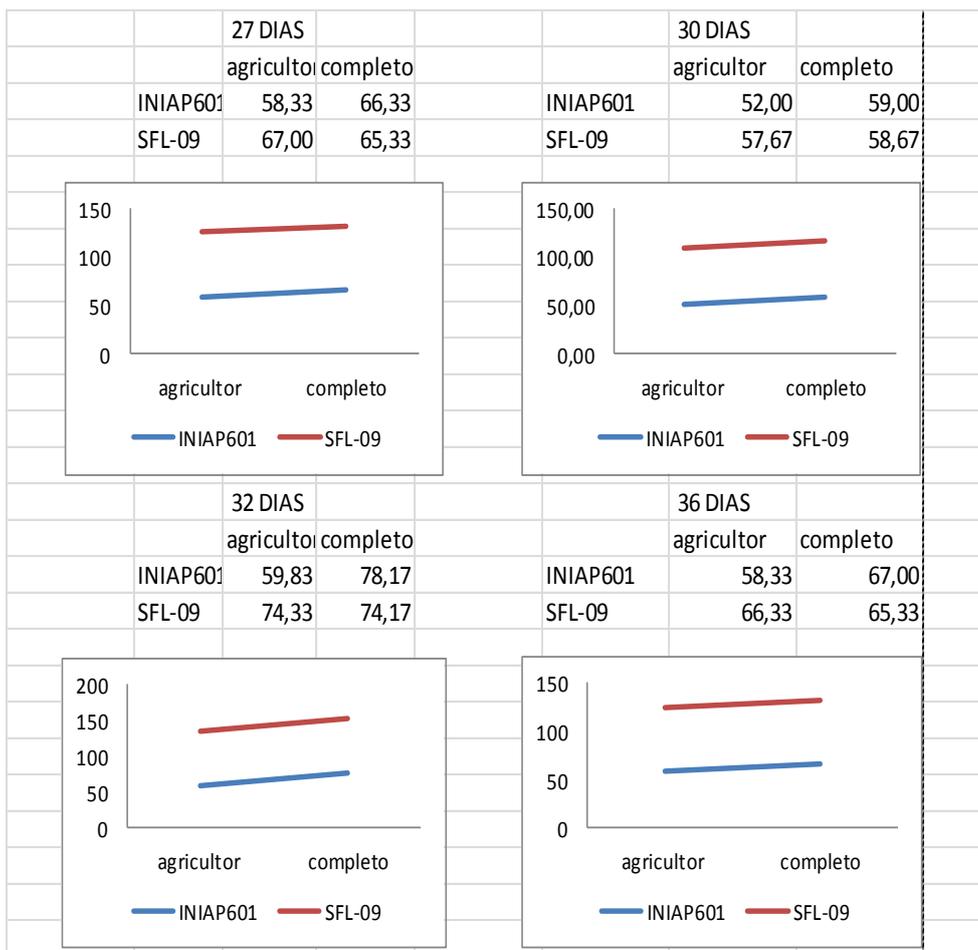
CUADRO 13. ALTURA DE PLANTA (CM), DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ MÁS LA FERTILIZACIÓN EN EL CANTON PORTOVIEJO.

ALTURA DE PLANTA (cm)												
Factores	3d	6d	9d	12d	15d	18d	21d	24d	27d	30d	33d	36d
Arroz												
INIAP 601	53,17 a	55,17 a	60,67 a	65,33 a	67,17 a	72,67 a	75,67 a	80,83 a	82,67 a	85,50 a	89,00 a	92,67 a
FL-09	56,17 a	63,00 a	63,83 a	68,17 a	75,00 a	75,83 a	78,17 a	83,50 a	85,83 a	88,17 a	94,25 a	95,83 a
Fertilización												
Agricultor	52,60 a	56,33 a	60,33 a	64,67 a	68,33 a	72,33 a	75,00 a	75,83 a	82,33 a	84,83 a	87,08 a	92,33 a
Completo	56,83 a	61,33 a	64,10 a	68,83 a	73,83 a	76,17 a	78,83 a	78,90 a	86,17 a	88,83 a	89,17 a	89,17 a
CV (%)	13,90	17,14	17,15	10,20	16,67	16,62	10,51	13,56	16,62	10,35	11,44	16,62

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 5: Interacción de la variable altura de planta





ELABORADO: Manrique Jairo

3.2 Fenología de los híbridos de arroz INIAP 15 y SFL-09

Para la medición de la fenología se tomó los siguientes datos que se describe en el cuadro 14 en donde indica las diferentes fechas de toma de datos en la cual se realizó la fertilización en donde se aplicó la fertilización agrícola y también se aplicó la fertilización completo, la misma que tuvo un desarrollo normal de la planta, se efectuó un control de insectos y la planta se desarrolló con toda normalidad en lo que tiene que ver V2T1 repetición tres se observó daños por trozador en un 10% en la parcela, mientras que en la V2T2 repetición tres se observó pérdidas por trozador en un 15% de la parcela lo mismo paso en la V2T1 repetición uno en donde los daños causados por el gusano masticador fueron del 10% en la parcela mientras que en las demás parcelas no se observó daños significativos.

CUADRO 14: FENOLOGÍA DE LOS HÍBRIDOS DE ARROZ INIAP 15 Y SFL-09 EN EL CANTON PROTOVIEJO.

FECHA DE OBSERVACION	PUNTOS OBSERVADOS	NOVEDADES
01-sept-13	FERTILIZACION	FA = se aplicó UREA + MURIATO + SULFATO DE MAGNESIO
		COMPLETO = se aplicó solamente UREA.
21-sept-13	DESARROLLO	Normal desarrollo
23-sept-13	ATAQUE DE INSECTOS	10% de incidencia por cogollero se aplico insecticida
25-sept-13	CONTROL DE INSECTOS	Fertilización nitrato de magnesio, control de insectos arroz
30-sept-13	DESARROLLO	Normal desarrollo
01-oct-13	ATAQUE DE INSECTOS	V2T1 REP. 3= Daños del 10% por cogollero V2T2 REP. 3= Daños del 15% por cogollero V2T1 REP. 1= Daños del 10% por cogollero

Fuente: Manrique Jairo

3.3 Análisis Económico

3.3.1 Costos de producción

En el cuadro 15 se detalla el análisis económico en cuanto tiene que ver hasta donde se llegó la investigación ya que no se obtuvo datos de la cosecha por lo tanto se tiene datos de gastos de las dos híbridos junto con los fertilizantes durante los primeros meses de vida del cultivo.

CUADRO 15: ANALISIS ECONOMICO

ACTIVIDAD	INSUMOS				MANO DE OBRA			
	Producto	Dosis/ha	Costo/U.	Total/US	Cant.	Costo	Total	Tota
Siembra	INIAP 15	4	10	40	8	10	80	120
	SFL-09	4	10	40	8	10	80	120
Control de	Machete	1	5	5	3	10	30	35
Fertilización/su	Completo	8	16	128	3	10	30	158
Fertilización/su	Agricultor	8	18	144	3	10	30	154
Control de	Insecticida	1	130	130	3	10	30	160
Medición	Equipo	1	500	500				500
Transporte	Transporte	2	150	300	3	10	30	330
Oficina	Equipos	1	90	90				90
Cosecha								
TOTAL/COSTO POR RUBRO				1377			240	1667
TRANSPORTE/COSECHA								
SUBTOTAL								1667
GASTOS								60
5% IMPREVISTOS								120
TOTAL DE COSTOS							1847	

Fuente: Manrique Jairo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se sintetiza las siguientes conclusiones:

- ❖ En lo que se refiere a la variable longitud de tallo el híbrido INIAP 15 presentó las mejores medidas teniendo la mayor longitud a los 27 y 33 días con 4,05 y 4,10 cm, en cuanto a la fertilización se obtuvo el mayor resultado con la fertilización completa teniendo la mayor longitud a los 36 días con 27,33 cm.

- ❖ En la variable longitud de raíz el híbrido SFL-09 presentó las mejores medidas teniendo como resultados a los 36 días con 29,30 cm, en cuanto a la fertilización se obtuvo el mayor resultado con la fertilización completa a los 36 días con 29,30 cm.

- ❖ En lo que se refiere a la variable diámetro del tallo el híbrido SFL-09 presentó las mejores medidas teniendo como resultados a los 36 días con 8,50 cm, en cuanto a la fertilización se obtuvo el mayor resultado con la fertilización completa a los 36 días con 7,93 cm.

- ❖ En la variable número de nudos el híbrido SFL-09 presentó las mejores medidas teniendo como resultados a los 36 días con 4,77 unidades, en cuanto a la fertilización se obtuvo el mayor resultado con la fertilización completa a los 27 días con 4,67 unidades.

- ❖ En lo que se refiere a la variable altura de planta el híbrido SFL-09 presentó las mejores medidas teniendo como resultados a los 36 días con 95,83 cm, en cuanto a la fertilización se obtuvo el mayor resultado con la fertilización completa a los 36 días con 92,33 cm.

- ❖ En el análisis económico no se pudo realizar el mejor tratamiento a cuanto a costos se refiere ya que solo se hizo este análisis en sus primeras etapas de cultivo.

RECOMENDACIONES

De las conclusiones recomendamos:

- ❖ Utilizar la fertilización completa conjuntamente con el híbrido SFL-09 ya que estos dieron los mejores resultados en esta investigación.

- ❖ Para mejorar los rendimientos de los híbridos se recomienda realizar una planificación adecuada a las condiciones climáticas para reducir la índice de plagas, enfermedades y así mejorar la producción.

- ❖ A los productores agrícolas deberían incorporar entre sus cultivos la fertilización completa con ello generarían beneficios económicos y rentabilidad de los mismos.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ANALMOS, 2013. Producción de arroz (condiciones climáticas para el cultivo de arroz) disponible en la web: <http://www.analmo.org/> Consultado el 12/08/13
- CLARO, F. 1985. Apuntes de fenología. Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de tierras. Pp. 5- 7, 11 y 19. Bogotá D. E. – Colombia.
- CURIHUINCA. J. 2003 “Manual de observaciones fenológicas”. Dirección General de Aeronáutica Civil Dirección Meteorológica de Chile, Departamento Meteorología Agrícola. Pp. 3 y 4.
- DOBERMAN A; FAIRHUST T. 2000. Arroz. Desórdenes nutricionales y manejo de nutrientes. Pág. 37.
- FAGERIA, N. K. 2007. Yield Physiology of Rice. Journal of PlantNutrition 30: 1-37.
- FAIRHUST T, WITT C. 2002. Arroz. Guía práctica para el manejo de nutrientes. Potash & Phosphate Institute (PPI) and Internacional Rice.
- FRANQUET, M., & BORRAS, C. 2004. *Variedades y mejora del arroz (Oryza sativa, L.)* (1 ed., Vol. 1). Cataluña, España.
- INIAP. 1999. Manual del cultivo del arroz (Vol. III). Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- INIAP, 2008. Manual del Cultivo de Arroz: Factores Ambientales para el Desarrollo del Cultivo de Arroz 2ª Edición, Pág. 7-46
- PEÑUELAS, J. and I. Filella. 2001. Phenology: Responses to a warming world. Science. Vol. 294; p. 793-795.
- SOLORZANO P. 2003. Crecimiento y Nutrición del Arroz. Informaciones Agronómicas. No. 51. Quito – Ecuador. Pag. 2-16.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), (2011) “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)”, 2002-2009.

Pagina web

- INFOAGRO. 2009. Información sobre el cultivo de arroz. Disponible en [http:// www. Infoagro. com/ gramíneas/ Arroz](http://www.infoagro.com/gramíneas/Arroz). Consultado el 5 de septiembre del 2011.
- MERCI, 2011. Requerimientos Edafoclimaticos para el Cultivo de Arroz Disponibles en la Web:<http://www.ejemplos10.com/e/requerimientos-edafoclimaticos-para-el-cultivo-de-arroz/> Consultado el 09/08/13 Publicado el 2011-01-28 04:32:00
- ORGANIZACIÓN DE AGRICULTURA Y ALIMENTOS. (FAO), 2003. Comisión Internacional del Arroz Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, 2003 Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm> Consultado el 12/08/2013.
- PRONACA, 2013. Lanzamiento de nueva variedad de arroz sfl-09 Disponible en <http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1099&cdgPad=26&cdgCat=7&cdgSub=8&cdgPr=735>

ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDA DE ALTURA DE PLANTA



ANEXO 2. MEDIDA DE DIAMETRO DE PLANTA



ANEXO 3. MEDIDA DE LONGITUD DE RAIZ



ANEXO 4. VISITA DEL TUTOR AL SITIO DE LA INVESTIGACION

