

**Efecto de tres condiciones de suelo sobre la duración de las fases de crecimiento del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68 (Oryza sativa.) en la vereda Dindalito, municipio de Espinal Tolima**

Trabajo de Investigación Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de Agrónomo

Autor

William Alfonso Sierra García

Director

I.A. MSc. Diego Alberto Deaza Castillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa: Agronomía

Junio Girardot 2021

**Efecto de tres condiciones de suelo sobre la duración de las fases de crecimiento del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68 (Oryza sativa.) en la vereda Dindalito, municipio de Espinal Tolima**

Trabajo de Investigación Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de Agrónomo

Autor

William Alfonso Sierra García

Autor

William Alfonso Sierra García

Director

I.A. MSc. Diego Alberto Deaza Castillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa: Agronomía

Girardot junio 2021

## Resumen

La presente investigación fue desarrollada en la planta de semillas de Fedearroz lote la Gloria, ubicado en la vereda Dindalito, del municipio de Espinal departamento del Tolima, la siembra de la semilla variedad Fedearroz 68 se desarrolló con una densidad de 120 kg/ha. El objetivo general de la investigación fue evaluar el efecto de tres condiciones de suelo en la duración de las fases crecimiento en la variedad Fedearroz 68. Para el desarrollo de la investigación se definieron, tres (3) condiciones de suelo dependiendo la topografía del terreno, estas fueron: zona alta, zona media y zona baja, estas zonas presentaban pendientes del 4%, 2% y menos del 1% respectivamente, el registro de la información de las etapas de desarrollo y fases de crecimiento se realizó cuando se verificó que el cultivo estaba en una fase de crecimiento o etapa de desarrollo específica, el registro de datos se realizó de manera semanal, la variable de respuesta fue días después de siembra, el procesamiento estadístico se desarrolló en el programa R versión 3.5.3 – 2019, los métodos estadísticos que se aplicaron fueron un análisis de varianza de un factor, con validación de supuestos del modelo y aplicación de prueba de comparación de medias de Tukey para las etapas anteriores a la etapa de espigamiento, en la etapa de espigamiento y las posteriores dado que se presentó la pérdida de la condición de suelo de la zona media, se aplicó una prueba de T para comparación de dos medias, procedentes de las parcelas de las condiciones de suelo alta y baja.

En la fase vegetativa se presentó efecto de la condición de suelo en etapa de germinación donde el menor tiempo de germinación se presentó en la zona baja.

En la fase reproductiva en sus etapas de desarrollo no se reportó efecto en las condiciones de suelo.

En la fase de maduración, se reporta efecto de la condición de suelo en la etapa de grano lechoso, donde esta se presentó primero en la zona alta.

El ciclo total de la variedad Fedearroz 68 fue de 95.8 días, presentando un comportamiento precoz en las condiciones del municipio de Espinal.

### **Palabras clave**

Fedearroz 68, fases, crecimiento, etapas, desarrollo.

## Summary

This research was developed at the Fedearroz lot la Gloria seed plant, located on the Dindalito Sidewalk in the municipality of Espinal department of Tolima, the seed Fedearroz 68 variety was carried out at a density of 120 kg/ha. General objective of the research was to evaluate the effect of three soil conditions in the duration of the growth phases of the Fedearroz 68 variety rice crop. For the development of the research were defined, three (3) soil conditions depending on the topography of the terrain, these were: high zone, middle zone and low zone, These areas had slopes of 4%, 2% and less than 1% respectively, the information on the development stages and growth phases was recorded when it was verified that the crop was in a specific growth phase or development stage, the data recording was carried out weekly, the response variable was days after sowing, the statistical processing was developed in the R program version 3.5.3 - 2019, the statistical methods that were applied were an analysis of variance of a factor, with validation of the assumptions of the model and application of the Tukey mean comparison test for the stages prior to the heading stage, in the heading stage and the subsequent stages since the loss of the soil condition of the area occurred mean, a T test was applied to compare two means, from the plots of the high and low soil conditions.

In the vegetative phase there was an effect of the soil condition in the germination stage where the shortest germination time occurred in the lower zone.

In the reproductive phase in its development stages, no effect was reported on soil conditions.

In the maturation phase, the effect of the soil condition is reported in the milky grain stage, where it was first presented in the high zone.

The total cycle of the variety Fedearroz68 was 95.8 days, presenting an early behavior in the conditions of the municipality of Espinal.

Key words : Fedearroz 68, phases, growth, stages, development.

## Tabla de contenido

Resumen.....	3
Summary.....	5
Lista de tablas .....	10
Tabla de figuras.....	13
. Introducción .....	14
Planteamiento del problema.....	17
Justificación .....	18
Objetivos.....	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marco teórico.....	21
Botánica de la planta de arroz.....	21
Clasificación taxonómica de la planta de arroz .....	21
Descripción de la planta de arroz.....	22
Fenología cultivo de arroz .....	23
Fase vegetativa	24
Fase reproductiva	24
Fase de maduración	25
Importancia de cultivo de arroz en Colombia.....	25
Consumo per cápita de arroz en Colombia	26
Sistemas de producción de arroz en Colombia	27
Área sembrada y producción de arroz en Colombia.....	27
Producción de arroz en Colombia por departamentos .....	28
Producción de arroz en el departamento del Tolima .....	29
Variedades de arroz en Colombia	29
Variedades de arroz cultivadas en el departamento del Tolima actualmente .....	30
Características de la variedad Fedearroz 68.....	31

Investigaciones en fenología del cultivo arroz en Colombia .....	32
Fundamentos teóricos .....	39
Concepto de fenología .....	39
Concepto de fase de crecimiento .....	39
Concepto de etapa de desarrollo .....	40
Metodología .....	41
localización y establecimiento del proyecto .....	41
Medición y ubicación de parcelas .....	42
Etapas evaluadas en las fases de crecimiento fenológico del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68.....	42
Diseño experimental .....	44
Resultados .....	45
Resultados fase de crecimiento vegetativa .....	45
7.1.1 Etapa de germinación.....	47
7.1.2 Etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal .....	50
Etapa de macollamiento.....	52
Resultados fase de crecimiento reproductiva.....	53
Etapa de Inicio de primordio floral.....	55
Etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento.....	57
Etapa de espigamiento .....	59
Resultados fase maduración.....	61
Etapa de grano lechoso .....	63
Etapa de grano pastoso.....	64
Etapa de grano maduro .....	65
Duración del ciclo total Fedearroz 68.....	66
Discusión.....	68
Fase vegetativa.....	68
Etapa de germinación.....	68
Etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal .....	69



Etapa de macollamiento.....	70
Fase reproductiva.....	70
Etapa inicio de primordio floral.....	71
Etapa formación de panícula y embuchamiento.....	71
Etapa emergencia de espiga.....	72
Fase de maduración.....	73
Etapa grano lechoso.....	73
Etapa grano pastoso.....	74
Etapa de grano maduro.....	74
Duración total del ciclo Fedearroz 68.....	75
Conclusiones.....	76
Referencias bibliográficas.....	77

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b>	Fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz	23
<b>Tabla2</b>	Consumo per cápita de arroz en Colombia años 2014 a 2018	26
<b>Tabla3</b>	Área sembrada en cultivo de arroz a nivel nacional	27
<b>Tabla4</b>	Producción de arroz en toneladas por departamentos segundo semestre 2019	28
<b>Tabla5.</b>	Etapas de desarrollo genotipo Fedearroz 68	31
<b>Tabla6</b>	Etapas de desarrollo Fedearroz caracolí	33
<b>Tabla7</b>	Fases crecimiento de la variedad Fedearroz caracolí	33
<b>Tabla8</b>	Etapas de desarrollo genotipo Fedearroz 733	34
<b>Tabla9</b>	Fases de crecimiento cultivo de variedad Fedearroz 50	35
<b>Tabla10</b>	Fases crecimiento cultivo de la variedad Colombia XXI	35
<b>Tabla11</b>	Fases crecimiento de cultivo de la variedad Fedearroz 2000	36
<b>.Tabla12</b>	Etapas de llenado de grano cultivo de la variedad Fedearroz 50	36
<b>Tabla13</b>	Etapas de llenado de grano cultivo de la variedad Fedearroz 2000	37
<b>Tabla14</b>	Etapas de llenado de grano cultivo de la variedad Colombia XX1	37
<b>Tabla 15</b>	Fases crecimiento de la variedad Fedearroz 67.	38
<b>Tabla16</b>	Análisis de suelo del lote	41
<b>Tabla17</b>	Fases de crecimiento y etapas de desarrollo escala Fedearroz 2013	43
<b>Tabla18.</b>	Duración de fase vegetativa en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima	45
<b>Tabla19.</b>	Test de Kruskal Wallis para la fase vegetativa	46

	11
<b>Tabla20.</b> Análisis de varianza etapa de germinación	47
<b>Tabla21</b> Análisis de varianza y verificación de supuestos con transformación logarítmica para la etapa de germinación	48
<b>Tabla22.</b> Comparación de medias en la etapa de germinación transformación logarítmica y promedios de los datos originales	49
<b>Tabla23</b> Análisis de varianza etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal	50
<b>Tabla24</b> Test de Kruskall Wallis para la etapa de formación de hojas en el tallo	51
<b>Tabla25.</b> Análisis varianza etapa de macollamiento	52
<b>Tabla26</b> Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza de Barlett para fase de crecimiento reproductiva	53
<b>Tabla27.</b> Duración de fase de crecimiento reproductiva en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima	54
<b>.Tabla28</b> Análisis de varianza etapa Inicio de primordio floral	55
<b>Tabla29</b> Test de Kruskall Wallis para la etapa de inicio de primordio floral	56
<b>Tabla30</b> . Análisis de varianza etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento	57
<b>Tabla31</b> Test de Kruskal Wallis etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento	58
<b>Tabla32</b> Prueba de T etapa y Test de homogeneidad de varianza etapa de espigamiento	59
<b>Tabla33</b> Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza fase de maduración	61
<b>Tabla34</b> Duración de fase de crecimiento de maduración en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima	62
<b>Tabla35</b> Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa de grano lechoso	63
<b>.Tabla36</b> Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa de grano pastoso	64
<b>Tabla 37</b> . Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa grano maduro	65

<b>Tabla38</b> Duración fases de crecimiento variedad Fedearroz 68	66
<b>Tabla39</b> Etapas de desarrollo variedad Fedearroz 68	67
<b>Tabla40</b> Duración de las etapas de del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68 y otras variedades investigadas.	75

**Tabla de figuras**

<b>Figura1</b> Evidencia fotográfica parcela condición de suelo media	60
---	----

## **. Introducción**

La investigación en Colombia sobre el cultivo de arroz (*O. sativa L.*) ha producido una gran cantidad de variedades, como resultado de las investigaciones de Fedearroz se obtuvo la variedad Fedearroz 68, esta variedad presenta una excelente adaptabilidad.

Hernández (2015) afirma que la variedad Fedearroz68 obtuvo su registro inicial para la zona de los llanos orientales en el mes noviembre del año 2014, se determinó que la variedad presentó una excelente adaptación en otras zonas arroceras del país, por esta condición se amplió en diciembre del 2015 su registro para su multiplicación y comercialización para las zonas arroceras nivel nacional por parte del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Una de las principales zonas productoras de arroz en Colombia es el departamento del Tolima, el cual acorde a la última encuesta realizada por Fedearroz – Dane 2019 reporta que en el departamento del Tolima se sembraron 51.189 hectáreas, este departamento ocupó el segundo puesto en producción a nivel nacional con 362. 464 toneladas, lo cual nos arroja un promedio de producción por hectárea de 7.08 toneladas.

En el caso del departamento del Tolima, la variedad Fedearroz 68 no reporta una investigación de la duración de las fases de crecimiento fenológico para las condiciones del municipio del Espinal, en respuesta a esta situación, se desarrolló la presente investigación para determinar como una primera aproximación la duración de las fases de crecimiento fenológico y en estas fases sus etapas de desarrollo, acorde a la escala de fases de crecimiento desarrollada por Fedearroz.

Al realizar consultas en bases de datos especializadas donde encontramos investigaciones de autores como Palón (2012) el cuál registra que la falta de una adecuada nivelación del terreno unida a otros factores, hace que en los campos arroceros la germinación no sea uniforme, teniendo como consecuencia áreas despobladas o con una baja población de plantas en un lote, afectando los rendimientos y también el comportamiento del cultivo, así como el desarrollo de las fases crecimiento y etapas de desarrollo.

Según la Organización de las Naciones Unidad Para La Alimentación y la Agricultura FAO (Food and Agriculture Organization) ( 2003) la pendiente máxima del terreno para un óptimo desarrollo del cultivo de arroz es de un 10%, al tener una pendiente mayor se presentará problemas erosión perdiendo la capa arable, por ende, la fertilidad convirtiéndose en un suelo no apto para el cultivo.

Pantoja (1997 ). reporta que al no tener una nivelación adecuada se presentarán problemas para el control de malezas, con lámina de agua no uniforme, más consumo de agua, aumento de costos de producción y un comportamiento irregular del desarrollo del cultivo, afectando principalmente la etapa germinación.

Ante el panorama revelado por la revisión de publicaciones científicas se tomó la decisión de incluir la ubicación de la siembra en el predio como una condición que puede afectar las fases de crecimiento y por ende al realizar la presente investigación se definieron tres condiciones de suelos de acuerdo con la ubicación topográfica del terreno, delimitando tres (3) zonas las cuáles fueron: alta, media y baja, que presentaban pendientes del 4%, 2% y menos del

1% respectivamente, se desarrolló un seguimiento para verificar si se presentaba efecto de las condiciones antes mencionadas sobre las fases de crecimiento fenológico del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68.



## Planteamiento del problema

Al realizar el planteamiento del problema se tuvo en cuenta el concepto de los siguientes autores:

Acorde a lo reportado por Preciado (1998) se puede afirmar que una adecuada preparación del suelo es fundamental para un buen desempeño del cultivo, teniendo la planta unas condiciones para un desarrollo adecuado en todas sus fases de crecimiento, cuando el suelo presenta un déficit de retención de humedad en ciertas zonas el desarrollo del cultivo no será uniforme.

Vargas (2010) reporta que la relación agua suelo es fundamental, dependiendo la textura del suelo que varía de arenosa a arcillosa, dándose una fluctuación en la capacidad de retención de humedad de este, acorde a esta condición la planta tiene la capacidad de adsorción de sus nutrientes que puede variar en el cultivo dependiendo de la retención de humedad del suelo. En las fases de crecimiento reproductiva y maduración el suelo debe tener una lámina de agua homogénea, situación que no se da en algunos casos por cambios en las condiciones de humedad del suelo.

Palón (2012), reporta en su investigación que una homogeneidad en la germinación de la semilla, una adecuada población de plantas, una perfecta nivelación del terreno y el uso adecuado del riego es primordial para una buena producción del cultivo de arroz.

Con base en la anterior información, se origina la pregunta de investigación así...

¿Cuál es el efecto de tres condiciones de suelo en la duración de cada una de las fases de crecimiento en la variedad Fedearroz 68 en el municipio de Espinal, vereda Dindalito?

## **Justificación**

Un estudio detallado de las fases de crecimiento para la variedad Fedearroz 68 en el municipio del Espinal, vereda Dindalito, proporcionará una línea base para la toma de decisiones de carácter técnico

La presente investigación es importante para el agricultor porque ayuda a mejorar su situación económica motivándolo a seguir en la labor como productor, al actualizar sus conocimientos sobre las fases de crecimiento del cultivo de arroz, optimizará sus recursos y realizará las labores culturales y técnicas para cada fase, dependiendo la edad en días después de siembra del cultivo, con una mayor precisión podrá realizar labores de riego, fertilización, control de plagas en los momentos indicados y pronosticando una fecha específica de recolección, esta información sobre las fases de crecimiento de la variedad Fedearroz 68 servirá como guía a futuras siembras de esta variedad para los productores arroceros de la zona de municipio de Espinal departamento del Tolima.

La presente investigación será de gran aporte de conocimiento a los agrónomos porque al tener un concepto base del comportamiento de las fases de crecimiento de la variedad Fedearroz 68, tendrán un insumo clave para el manejo técnico adecuado de esta variedad, por ende se recomendarán las labores adecuadas para cada fase del cultivo, administrando con una mayor precisión los recursos económicos de los agricultores, aumentando el rendimiento del cultivo a un menor costo de producción .

El presente estudio es importante desde el punto de vista social porque identificando la duración de las fases de crecientito de la variedad Fedearroz 68 se realizaran labores y el manejo técnico de manera óptima, por consiguiente se presentara un aumento de producción por hectárea del cultivo como resultado de este incremento en productividad, se fomentará el progreso de los pequeños, medianos y grandes agricultores, generando empleos, proporcionando alimento que saldrá al mercado en el futuro, y con esto se ayudará a la seguridad alimentaria a nivel departamental y nacional

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres condiciones de suelo sobre la duración de las fases de crecimiento del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68 en la vereda Dindalito, municipio de Espinal (Tolima).

### **Objetivos específicos**

Establecer la duración de las fases de crecimiento de la variedad Fedearroz 68 bajo tres condiciones de suelo en la vereda Dindalito, municipio de Espinal (Tolima).

Comparar el comportamiento de las fases de crecimiento de la variedad Fedearroz 68 bajo tres condiciones de suelo en la vereda Dindalito, municipio de Espinal (Tolima)

## Marco teórico

### Botánica de la planta de arroz

Con respecto al tema de la botánica, afirma Valladares (2010) la planta de arroz es una hierba anual con tallos redondos, huecos y con juntas, hojas bastante planas y una panoja terminal. Esta planta se adapta a crecer en suelos inundados, pero puede también hacerlo en suelos de secano. La planta puede ser dividida en: órganos vegetativos como raíces, tallos y hojas; órganos florales como panoja o conjunto de espiguillas.

### Clasificación taxonómica de la planta de arroz

Villar (1995) registra:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Commelinidae*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Oryza*

Especie: *Sativa*

Nombre científico: *Oryza sativa*

## Descripción de la planta de arroz

Villar (1995) reporta

Los órganos de la planta del arroz se describen de la siguiente manera:

*Raíces:* Inicialmente, son gruesas y poco ramificadas; a medida que la planta crece se tornan alargadas y con ramificaciones abundantes.

*Tallo:* Corresponde a la estructura característica de las gramíneas. Su longitud va desde 30 cm en las variedades enanas hasta 70 cm en las gigantes. Las macollas son tallos secundarios que salen de las yemas apicales. El macollaje se inicia en el primer nudo.

*Hojas:* Son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lámina.

*Panícula:* Se localiza sobre el extremo apical del tallo y se ubica sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice.

*Espiguillas:* están formadas por un pequeño eje llamado raquis, sobre el cual se encuentra una flor simple, formada por dos brácteas denominadas glumas estériles, dos brácteas superiores, llamadas glumas florales, que constituyen la caja floral.

*Flor:* está constituida por seis estambres y un pistilo. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas que contiene cada una entre 500 y 1000 granos de Polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma.

*Grano:* El fruto del arroz es una cariósipide en que la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que, a la vez, está compuesta por glumelas, raquis y arista (formación filiforme ubicada en el ápice de las glumas florales).

*Pericarpio:* de consistencia fibrosa, varía de espesor y está formado por la cutícula, el mesocarpio y la capa de células entre cruzadas. La testa constituye la cubierta de las flores

del arroz que se presentan en espiguillas cada una de ellas con una única flor, que se agrupan en inflorescencias compuestas de tipo panícula. (Villar 1995, p.52)

### **Fenología cultivo de arroz**

respecto de las fases fenológicas según Fedearroz (2013) estas fases fenológicas se trabajan a dos escalas una es fases de crecimiento y otra subyugada a la anterior, etapas de desarrollo, en la tabla 1, se registran las fases de crecimiento y sus respectivas etapas de desarrollo.

**Tabla 1**

*Fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*

<b>Fase de crecimiento</b>	<b>Etapas</b>
<b>Vegetativa</b>	Germinación a emergencia Desarrollo de hojas en el tallo principal Macollamiento
<b>Reproductiva</b>	Inicio de primordio floral Desarrollo de panícula y embuchamiento Espigamiento Floración
<b>Maduración</b>	Grano lechoso Grano pastoso Grano maduro

Fuente: tomado de manejo integrado cultivo de arroz. Fedearroz 2013 p 114.

## **Fase vegetativa**

El comportamiento del cultivo de arroz en esta fase de crecimiento se caracteriza como lo afirma Vargas (1985)

La planta de arroz tiene la capacidad de producir unos sistemas de raíces para tomar recursos del suelo y de producir macollas portadoras de panículas, el tallo principal y las macollas emiten hojas, en intervalos regulares para formar un manto productivo, este follaje captura radiación solar para sintetizar los productos necesarios, los que construirán la estructura de la planta, para proveer energía que requiere para su funcionamiento, para almacenar las reservas alimenticias destinadas para las siguientes generaciones, el tamaño del sistema de raíces y aéreo varía de un genotipo a otro, la expresión es controlada por el ambiente.

## **Fase reproductiva**

Vargas (1985) afirma:

Esta fase comienza cuando la yema terminal del tallo principal, las yemas principales y las terminales de las macollas son inducidas a producir un primordio, esa acción reproductiva está asociada con los siguientes cambios morfológicos de la planta: algunas macollas mueren y algunos tallos se alargan, se observa un embuchamiento en el extremo de los tallos y ocurre emergencia de las panículas, en esa fase se definen los dispositivos de rendimiento, es decir número potencial de granos, el cual está representado por el número de panículas por unidad de área y número de espiguillas por panículas, así mismo las macollas que sufran el retraso de emisión de hojas se mueren generalmente antes de la



antes de la siembra, este número de macollas muertas aumenta cuando se incrementa la densidad de siembra.

### **Fase de maduración**

Vargas (1985). Informa

Que la fase de maduración también se denomina también fase de llenado de grano porque este proceso es el que caracteriza esta fase, este periodo se extiende desde la antesis hasta a la madurez fisiológica de la panícula, la maduración propiamente comienza, cuando se realiza la fertilización del ovulo, sigue luego el desarrollo de ovario fecundado, que se convierte en grano de arroz, este proceso de maduración es el que llena los depósitos de rendimiento, la duración es de 30 días dependiendo de las condiciones ambientales.

### **Importancia de cultivo de arroz en Colombia**

Según Fedearroz (2013)

El cultivo del arroz constituye el más importante cereal en la dieta alimenticia de la humanidad. En Colombia es el segundo cultivo en importancia después del café, es un renglón significativo en la economía agrícola del país, uno de los alimentos básicos de la dieta por su alto valor calorífico y proteico, de acuerdo con la división económica de Fedearroz, en Colombia el arroz se cultiva a lo largo de 211 municipios, bajo diversos ambientes y sistemas de siembra, es sustento para más de 28.000 familias productoras.

Según Valencia (2018) el cultivo de arroz para el sector agroindustrial es fundamental como materia prima, por ende, a nivel nacional las grandes empresas molineras como arroz Diana, Sonora y Organización Roa Flor Huila, abarcan el 50 % del mercado de arroz blanco, el otro 50 % son de industrias de medianas empresas como arroz Caribe, arroz Supremo, entre otras que tienen una baja capacidad de almacenamiento y no tienen la capacidad de abastecer el mercado nacional. El presente autor nos describe en su publicación que el costo de producción de una hectárea de arroz en Colombia fluctúa en entre 5 a 6 millones de pesos, iniciando desde la planeación del cultivo, preparación del terreno, siembra, fertilización, riego y manejo integrado del cultivo, este con asesoría de un ingeniero agrónomo, posteriormente se desarrolla la cosecha y transporta a el molino.

### **Consumo per cápita de arroz en Colombia**

#### **Tabla2**

*Consumo per cápita de arroz en Colombia años 2014 a 2018*

Año	Consumo en kg
2014	41.60
2015	39.00
2016	41.00
2017	41.34
2018	42.22

*Fuente: Federación Nacional de arroceros recuperado de <http://www.Fedearroz.com.co/new/consumo.php>*

*En la tabla 2 encontramos que el consumo per cápita entre los años 2014 y 2018 fue muy similar, siendo el 2015 el consumo más bajo, el consumo más alto fue el 2018, situándose en un rango de 39 a 42,22 Kg Per cápita / año.*

## Sistemas de producción de arroz en Colombia

Según DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2015) Colombia cuenta con dos sistemas de producción diferenciados: mecanizado y tradicional (manual). El arroz mecanizado se subdivide en arroz de riego y arroz seco. El arroz de riego corresponde a aquel cuyo recurso hídrico es provisto por bombeo de aguas provenientes de distritos de riego, y el arroz seco es aquel en el que el agua necesaria para el cultivo proviene de precipitaciones, recuperadas a través de canales de drenaje, el arroz mecanizado representa casi el 94% de las zonas de arroceras del país, de este arroz mecanizado el 70% de la producción nacional corresponde al arroz de riego.

### Área sembrada y producción de arroz en Colombia

Según DANE (2020) para el segundo semestre de 2019 el área total nacional sembrada en arroz mecanizado fue de 186.703 hectáreas distribuyéndose en los principales departamentos productores como se registran en la tabla 3.

**Tabla3**

*Área sembrada en cultivo de arroz a nivel nacional*

<b>Departamentos productores semestre II</b>	<b>2019 II Área sembrada (Has) Participación100%</b>	
Total, nacional	186.703	100%
Meta	20.635	11.1%
Casanare	19.685	10.5%
Tolima	49.879	26.7%
Huila	17.955	9.6%
Resto de departamento	78.550	42.1%

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2020) recuperado de [http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices\\_productividad.pdf](http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices_productividad.pdf)

## Producción de arroz en Colombia por departamentos

Acorde al DANE (2020) la producción nacional de arroz mecanizado en Colombia en el segundo semestre de 2019 fue de 1.976.520 toneladas de paddy verde, que se distribuye como se registra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Producción de arroz en toneladas por departamentos segundo semestre 2019*

<b>Departamentos productores semestre II</b>	<b>Toneladas</b>	<b>2019 II Participación 100%</b>
Total, nacional	1.976.520	100%
Meta	321.038	16,2%
Casanare	732,840	37.1%
Tolima	362.484	18.3%
Huila	115.109	5.8%
Resto de de departamentos	445.050	22.5%

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2020 recuperado de [http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices\\_productividad.pdf](http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices_productividad.pdf)

En la tabla 4 se registra la producción de arroz por departamentos en Colombia, el departamento del Casanare tiene el tercer puesto en la producción de este cereal a nivel nacional para el segundo semestre del 2019.

## **Producción de arroz en el departamento del Tolima**

Según El DANE, (2020)

El departamento del Tolima es uno de los principales productores de arroz, por tener un clima cálido, en la mayoría de su área, siendo un clima favorable para el desarrollo del cultivo, en este departamento se cosecharon para el segundo semestre 2019 el 18,3% de la producción nacional con 362.484 toneladas, con un área sembrada de 49.879 hectáreas ocupando el tercer puesto en producción por departamentos a nivel de Colombia.

## **Variedades de arroz en Colombia**

Ríos y Pardo (2014) registran en Colombia las zonas arroceras se dividen en 4 cada una de ellas se componen de departamentos que por su clima son aptas para la siembra del cultivo de arroz por ende estas son:

*Zona centro:* está compuesta por los departamentos de Tolima, Huila y Valle del Cauca.

*Zona llanos:* comprende los departamentos del Meta Casanare y Arauca.

*La zona Caribe húmedo:* en esta se encuentran los departamentos de Córdoba, Antioquia Bolívar y Sucre.

*Zona Caribe seco:* está constituida por los departamentos de Cesar, Guajira y Santanderes.

Cuevas (2019) afirma para cada una de las zonas arroceras de Colombia el área de fitomejoramiento de Fedearroz con sus investigaciones saca al mercado variedades que tengan una adaptación a dichas zonas, el presente autor registra en su publicación, que las variedades más comercializadas en Colombia son Fedearroz 67, Fedearroz 2000, Fedearroz 70 y Fedearroz 68.

Puentes (2019) reporta que las variedades Fedearroz, más comerciales por zona arroceras resaltando su adaptación a los factores climáticos:

*Para la zona centro* las variedades aptas para su siembra y comercialización son Fedearroz 67, Fedearroz 68, Fedearroz 70 y Fedearroz 2000.

*En la zona de los llanos* la variedad Fedearroz 68 lidera el mercado, otras variedades que se comercializan en la zona son Fedearroz 67, Fedearroz 2000 y Fedearroz Itagua.

*Para la zona de bajo Cauca* las variedades Fedearroz 67, Fedearroz 68, Fedearroz 70 y Fedearroz 2000.

*En la zona arroceras Caribe húmedo* las variedades más sembradas y comercializadas en esta zona son Fedearroz 67, Fedearroz 68, Fedearroz 70 y Fedearroz 2000.

*En la zona arroceras Caribe seco*, encontramos que las variedades más sembradas y que tienen mayor demanda son Fedearroz Yemaya, Fedearroz 2000, Fedearroz 68, Fedearroz 67 y Fedearroz 70.

### **Variedades de arroz cultivadas en el departamento del Tolima actualmente**

Instituto colombiano agropecuario ICA (2017) reporta que Fedearroz lidera a nivel regional en 90% totalidad el mercado de semilla certificada por su alta calidad y potencial de rendimiento, las variedades que más se siembran son:

Fedearroz 68, Fedearroz 2000, Fedearroz 67, otras variedades que se siembran, pero con poca preferencia abarcando el 10 % del mercado departamental por los agricultores se encuentra al grupo organización pajonales con sus genotipos Maja 6, Triunfo 960 y empresas alternas dedicadas

a la producción de semillas en la región como semillas de Valle y semillas Panorama que tienen una baja participación en el mercado de semillas.

### **Características de la variedad Fedearroz 68**

Acorde Fedearroz (2015) en su ficha técnica Fedearroz 68, el ciclo de esta variedad es de 106 días a cosecha, es un material de macollamiento intermedio, con un rápido crecimiento inicial, es tolerante a enfermedades fitosanitarias limitantes como *Pyricularia. oryzae*, *Rhizoctonia. solani* y el virus de hoja blanca transmitido por el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*), tiene adaptabilidad a tipos suelos ácidos y arenosos

#### **Tabla5.**

##### *Etapas de desarrollo genotipo Fedearroz 68*

Etapas de desarrollo	Días despues de siembra
Germinación	0 a 8
Inicio de macolloamiento	9 a 12
Máximo macolloamiento	30 a 36
Inicio de primordio floral	36 a 40
Inicio de embuchamiento	55 a 65
50 % de floración	65 a 75 días

Fuente Fedearroz seccional Espinal. 2014.

Al respecto del comportamiento agronómico de Fedearroz 68 Hernández (2016) reporta en su estudio en el departamento del Casanare en el municipio de la Paz, la variedad inicio primordio floral 36-40 días, floración 65-75 días y cosecha fue de 102 días demostrado que la variedad es muy precoz y sus fases fenológicas varían según ambiente y sistema de riego.

Díaz (2016) registra en el boletín informativo del correo a Federación nacional de arroceros - fondo nacional del arroz en un lote comercial sembrado en la modalidad de secano, la variedad Fedearroz 68 presentó ciclo vegetativo precoz. (Inicio primordio floral 36-40 días, floración 65-75 días) y adaptabilidad a las condiciones de la zona. “Estas condiciones deben tenerse en cuenta para el manejo de lotes comerciales, para la realización de las principales labores como, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades y la programación para la recolección la cual se facilita por la diferenciación en el ciclo vegetativo con respecto a otras variedades disponibles en la zona”.

### **Investigaciones en fenología del cultivo arroz en Colombia**

Al respecto de la fenología del cultivo del arroz para el presente trabajo se desarrolló una selección y se registra la siguiente recopilación de fuentes secundarias:

Medina (2009) reporta en estudio de la variedad Fedearroz Caracolí desarrollado para determinar la duración de sus etapas de desarrollo y de las fases de crecimiento, en la cual la siembra se estableció en las condiciones climáticas del primer semestre del 2009 la realización de esta investigación fue en el departamento del Cesar municipio de Gamarra, la toma datos se



efectuó en una frecuencia 8 días a 10 días, el reporte de los cambios de fase y etapas de crecimiento fueron tomados en días después siembra (d.d.s) del cultivo, los resultados de esta investigación se reportan en la tabla 6 y en la tabla 7.

**Tabla6**

*Etapas de desarrollo Fedearroz caracolí*

Etapas de desarrollo	Días después de siembra
Germinación	8
Inicio de macolloamiento	16
Máximo macollamiento	45
Inicio de primordio floral	48
Inicio de embuchamiento	62
Floración	80
Maduración y finalización del ciclo	118

Fuente: investigación Medina (2009). Fedearroz Caracolí, análisis de crecimiento y desarrollo

**Tabla7**

*Fases crecimiento de la variedad Fedearroz caracolí*

Fases crecimiento	Duración de la fase
Fase vegetativa	48
Fase reproductiva	32
Fase de maduración	38
Ciclo total	118

Fuente: Fases de crecimiento de la variedad Fedearroz Caracolí Medina (2009). Fedearroz Caracolí, análisis de crecimiento y desarrollo. Revista de arroz vol. 58

Montana (2013) reporta en su investigación el comportamiento de las etapas de desarrollo de la variedad Fedearroz 733 este estudio fue realizado en el municipio de Saldaña, departamento del Tolima y el establecimiento del cultivo fue en el segundo semestre de 2013, la toma de datos se realizó cada 5 días, para el registro de las etapas de desarrollo y los cambios de la planta fueron reportados por el autor en días después de siembra, los resultados de la investigación se registran en la tabla 8.

### **Tabla8**

*Etapas de desarrollo genotipo Fedearroz 733*

Etapas de desarrollo	Días después de siembra
Germinación	5
inicio macollamiento	18
Inicio de primordio floral	43
Máximo macollamiento	53
Máximo de embuchamiento	66
Floración	84
Maduración	120

Fuente: Etapas de desarrollo de la variedad Fedearroz 733 en Saldaña Tolima Montana (2013).

Degiovanni, Gómez & Sierra (2004), reportan en investigación sobre el análisis de crecimiento de tres variedades, de arroz (*Oryza sativa* L.) Fedearroz 50, Colombia XXI y Fedearroz 2000, la conclusión principal de esta investigación dada por el autor es que las tres variedades estudiadas presentan una similitud en sus fases de crecimiento, los resultados relevantes del estudio se registran en la en las tablas 9 a la 14, las fases del cultivo fueron sobre días después siembra (d.d.s).

### **Tabla9**

*Fases de crecimiento cultivo de variedad Fedearroz 50*

Fase de desarrollo	Duración de la fase
Vegetativa	54
Reproductiva	35
Maduración	33
Días a cosecha	122

Fuente Temas agrarios, 9(1). Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004).

### **Tabla10**

*Fases crecimiento cultivo de la variedad Colombia XXI*

Fase de desarrollo	Duración de la fase
Vegetativa	54
Reproductiva	34
Maduración	33
Días a cosecha	121

Fuente: Temas agrarios, 9(1). Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004).

**Tabla11***Fases crecimiento de cultivo de la variedad Fedearroz 2000*

Fase de desarrollo	Duración de la fase
Vegetativa	54
Reproductiva	35
Maduración	34
Días a cosecha	121

Fuente: Temas agrarios, 9(1). Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004).

**.Tabla12***Etapa de llenado de grano cultivo de la variedad Fedearroz 50*

Etapa de llenado de grano	Días después de siembra
Emergencia de panícula	78
Floración	90
Grano lechoso	99
Grano pastoso	110
Inicio de maduración	116
Grano maduro	122

Fuente: Temas agrarios, 9(1). Fase de llenado de grano de la variedad fedearroz 50.

**Tabla13***Etapas de llenado de grano cultivo de la variedad Fedearroz 2000*

Etapas de llenado de grano	Días despues de siembra
Emergencia de espiga	80
Floración	91
Grano lechoso	100
Grano pastoso	109
Grano maduro	122

---

Fuente: Temas agrarios, 9(1). Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004)

**Tabla14***Etapas de llenado de grano cultivo de la variedad Colombia XXI*

Etapas de llenado de grano	Días despues de siembra
Emergencia de panícula	79
Floración	91
Grano lechoso	98
Grano pastoso	109
Grano maduro	121

---

Fuente: Temas agrarios, 9(1). Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004)

Rubio (2016) registra en su investigación la duración de las fases fenológicas para la variedad Fedearroz 67 este seguimiento bajo las condiciones del municipio San Alberto departamento del Cesar, la siembra el ensayo se efectuó entre los meses de julio a noviembre del 2015, el intervalo de toma datos fue de 7 a 8 días y el registro de las fases de crecimiento se realizó en días después de siembra d.d.s, los resultados más relevantes sobre el comportamiento de la fases de crecimiento de la variedad Fedearroz 67 se reportan en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Fases crecimiento de la variedad Fedearroz 67.*

Fases crecimiento	Duración de la fase
Fase vegetativa	43
Fase reproductiva	40
Fase de maduración	30
Ciclo total	113

Fuente: Rubio, J. (2016 ). Extracción de nutrientes por la variedad Fedearroz 67 bajo el ambiente de San Alberto Cesar

## **Fundamentos teóricos**

### **Concepto de fenología**

Con respecto a el significado de fenología según Fournier, (1978) se conoce como el estudio de los acontecimientos periódicos que tiene el desarrollo de las plantas, siendo el clima como un factor que influye en los fenómenos biológicos, basados en las características de la especie sobre el comportamiento en las condiciones climáticas donde se encuentre, también denominado genotipo por ambiente.

El autor en su estudio afirma que un seguimiento fenológico de una planta permite identificar, las fases de crecimiento y también las etapas de desarrollo, así como sus órganos vegetativos reproductivos y sus procesos de fructificación y maduración.

### **Concepto de fase de crecimiento**

Fournier, (1978) registra que se denomina fase a la aparición y desaparición de los órganos de una planta, asociadas a un cambio en la necesidad de esta, por ende, la fase vegetativa es donde la planta desarrolla toda su estructura como son sus raíces, tallos y hojas.

La fase reproductiva, es el proceso donde la planta desarrolla sus órganos reproductivos que se identifican cuando se encuentra en etapa floración, dependiendo la especie es la producción de órganos tanto masculinos como femeninos.

La fase de maduración se presenta desde el momento que se unen los genes masculinos y femeninos originando un nuevo fruto, por ende, el llenado de este se realiza mediante la absorción de los nutrientes que la planta ha adquirido en sus fases anteriores, al culminar el proceso de llenado de grano o fruto se procede la maduración siendo a futuro una nueva generación de plantas

### **Concepto de etapa de desarrollo**

Fournier, (1978) reporta que las etapas de desarrollo de una planta o cultivo son todos los cambios y modificaciones, que ocurren durante el ciclo de vida de una especie vegetal como son: la germinación, formación de hojas y tallos, floración, llenado fruto y maduración.



## Metodología


### localización y establecimiento del proyecto

Para la presente investigación se desarrolló en un cultivo de la variedad Fedearroz 68, en el lote La Gloria en la planta de semillas de Fedearroz, ubicada en el municipio del Espinal departamento del Tolima vereda Dindalito, en el kilómetro 3 vía Espinal Chicoral, cuyas coordenadas geográficas son 4°9'36"N 74°04'51" O, presenta una altitud de 340 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 28°C, precipitación de 1.300 mm /año y con una humedad relativa del 60 %.

El suelo donde se desarrolló presenta las siguientes condiciones registradas en el análisis de suelos:

**Tabla16**

#### Análisis de suelo del lote

	<b>AGROANÁLISIS</b>	USUARIO : FEDEARROZ ESPINAL	FINCA : LAS GLORIAS
	SERVICIOS AGROPECUARI,	Fedearroz Espinal.	VEREDA: DINDALITO-SENA
	LABORATORIO DE SUELOS	Teléfono :	CULTIVO : ARROZ
	Km. 10 vía Espinal-baguá - Marañoles	Municipio : ESPINAL	LOTE: VERDE - 7 Has.
	Tel: 2675239 - 312 510 6844 - 311 593 0240	Departamento : TOLIMA	ANÁLISIS : COMPLETO

#### RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

No. Laboratorio	Nombre Lote	TEXTURA		SALINIDAD		BASES DE CAMBIO							ACIDEZ		ELEMENTOS MENORES							
		% A	% L	% Ar	D.apa	C.Elect	pH	M.O.	S	P	Na	K	Ca	Mg	Al+H	Sat Al	CICE	Cu	Zn	Fe	Mn	B
2357	Verde	66,2	18,0	15,8	0,84	232,8	6,28	0,67	7,9	22	0,65	0,38	5,9	1,18		0,0	11,0	2,5	6,2	164,8	95,7	0,33
		Franco Arenoso																				

#### CLAVES DE INTERPRETACION

E. A. : Extremadamente Acido	Alc. : Alcalino	N.S. : No Salino	F.S. : Fuertemente Salino	N.L. : No Limitante
M. A. : Moderadamente Acido	M.Alc: Muy Alcalino	L. S. : Ligeramente Salino	M.F.S. Muy Fuertemente Salino	Lg.L. : Ligeramente Limitante
C. A. : Condición Adecuada		M.S. : Moderadamente Salino		L. : Limitante

Relación de Cationes	2357	Valor Ref.	Interpretacion	Saturacion de Cationes	2357	Valor Ref.	Interpretacion
Ca / Mg	4,96	3,0-8,0	Adecuada	Saturacion de Calcio (Ca):	72,58	60,0-80,0	Adecuada
Ca / K	15,39	15,0-30,0	Adecuada	Saturacion de Magnesio (Mg):	14,64	10,0-15,0	Adecuada
Mg / K	3,11	8,0-10,0	Baja	Saturacion de Potasio(K):	4,71	2,0-3,0	Alta
(Ca + Mg) / K	18,50	20,0-40,0	Adecuada	Saturacion de Sodio (Na):	8,06	0,0-15,0	Adecuada
Ca / B	7091	1000-2000	Muy Alta	Saturacion de Aluminio (Al)	0,00	0,0-20,0	Adecuada
Fe / Mn	1,72	5,0-10,0	Muy bajo				
P / Zn	0,95	20,0-10,0	Muy Bajo				

#### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

La siembra fue desarrollada con una sembradora de precisión marca Semeato®, de 20 líneas, con preabonado, con un fertilizante grado 12-40-0-10 Microessential®, con una densidad de siembra de 120 kg/ha de semilla variedad Fedearroz 68.

### **Medición y ubicación de parcelas**

Se desarrolló la medición tres parcelas, cada parcela tuvo un área de 16 metros cuadrados, que se subdividió en 5 subparcelas de 0.8 metros por 4 metros, es decir la subparcela consistió en un área de 3.2 metros cuadrados, se trazaron tres parcelas demarcando tres zonas acordes a las condiciones de suelo, las cuáles fueron zona alta (pendiente del 4%), zona media (pendiente del 2%), y zona baja (pendiente de menos del 1%), en cada subparcela se ubicó un punto central para evaluación.

### **Etapas evaluadas en las fases de crecimiento fenológico del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68**

Para el presente estudio se tomó como punto de partida la escala de fases de crecimiento y etapas de desarrollo, utilizada por Fedearroz (2013) trabajando las etapas desarrollo de cada una de las fases crecimiento definidas en la misma, la variable de respuesta fue la duración en días después de la siembra que para el presente documento se referencia con el acrónimo d.d.s, como guía de desarrollo del presente en trabajó se registra la escala en mención en la tabla 17.

**Tabla17**

*Fases de crecimiento y etapas de desarrollo escala Fedearroz 2013*

Fases crecimiento	Denominación de las etapas desarrollo
Vegetativa	Germinación Desarrollo de hojas en el tallo principal Macollamiento
Reproductiva	Inicio de primordio floral Desarrollo de panícula y embuchamiento Espigamiento
Maduración	Grano lechoso Grano pastoso Grano maduro

Fuente: Fedearroz 2013 manejo integrado cultivo de arroz

Para el cálculo de la duración de las fases de crecimiento se cuantificaron los días de duración de la fase específica, restando a los días después de siembra en que terminó la fase, los días después de siembra a los que inició la fase.

El análisis estadístico se desarrolló sobre las fases de crecimiento y las etapas de desarrollo en cada una de las fases de crecimiento, con el fin de identificar concretamente las etapas donde se pueden generar diferencias por efecto de las condiciones de suelo.

## **Diseño experimental**

En cada subparcela se tomó un punto de muestreo seleccionando 20 plantas, las cuáles se marcaron para dar continuidad a las mediciones sobre el mismo grupo de plantas, el registro de la información de etapas de crecimiento y fases de desarrollo se realizó considerando que el cultivo estaba en la fase de crecimiento o etapa de desarrollo, cuando un 80% de las 20 plantas en un punto de muestra se encontraban en una fase de crecimiento o etapa de desarrollo específica.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa R versión 3.5.3 - 2019, para el manejo estadístico de la información se tomó la condición de suelo como factor y se aplicó un análisis de varianza de un factor cuando se contó con los datos de las tres condiciones de suelo, a partir de la etapa espigamiento en fase reproductiva se presentó la pérdida de la parcela de la condición de suelo de zona media, para esta etapa y las posteriores se aplicó una prueba de T para comparación de dos medias procedentes de las subparcelas en las condiciones de suelo ya definidas.

En el caso del análisis de varianza de un factor se verificó el cumplimiento de los supuestos de Normalidad por medio del Test de Shapiro Wilk y varianza constante con el Test de Levene. Cuando no se cumplió con alguno de los supuestos, se desarrolló ejercicio de transformación de datos y si con la misma no se cumplían los supuestos, se tomó la opción de revisar las técnicas no paramétricas con el Test de Kruskal-Wallis.

## Resultados

### Resultados fase de crecimiento vegetativa

Acorde a la escala fenológica trabajada por Fedearroz (2013). La fase crecimiento vegetativa está compuesta por las etapas germinación, desarrollo de hojas en tallo principal y macollamiento, para las tres condiciones de suelo evaluadas la fase vegetativa tuvo una duración en un rango de 37 a 40 días, la duración de las fases en cada condición de suelo se registra en la tabla 18.

#### Tabla 18.

*Duración de fase vegetativa en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima*

Zona	Duración fase vegetativa
Alta	37 a 40
Media	37 a 40
Baja	37 a 40

*Fuente: autor.*

Como la fase de crecimiento vegetativa se termina cuando se registra el inicio de primordio que es el inicio de la fase de crecimiento reproductiva, se constató que en el inicio de primordio con un 95% de confianza que no hay diferencia estadísticamente significativa en la duración de la fase fenológica para las tres condiciones del suelo, como no se cumple el supuesto

de normalidad del modelo de análisis de varianza se aplicó el Test de Kruskal Wallis que se registra en la tabla 19.

**Tabla19.**

*Test de Kruskal Wallis para la fase vegetativa*

---

```
> kruskal.test(Duración ~ Condición, data = datola)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data: Duración by Condición
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.4, df = 2, p-value = 0.8187
```

---

*Fuente: autor.*

A continuación, se describe el comportamiento de cada condición en las respectivas etapas de desarrollo de la fase vegetativa.

### 7.1.1 Etapa de germinación

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 20.

#### Tabla20.

##### *Análisis de varianza etapa de germinación*

---

```

> summary(fit1)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condicion  2  4.133  2.0667   4.429 0.0363 *
Residuals 12  5.600  0.4667
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  2    0.75 0.4933
      12

> shapiro.test(fit$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit$residuals
W = 0.87914, p-value = 0.04607

```

---

Fuente: autor.

En los resultados obtenidos para la etapa de germinación con una confianza del 95% y criterio p valor, se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa de desarrollo para las tres condiciones de suelo evaluadas, en el caso de la prueba de Levene con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de la homocedasticidad de los residuales del modelo, en el caso del test de Shapiro Wilk se concluye que los residuales del modelo no se comportan acorde a una distribución normal, se procede a una transformación logaritmo natural, los resultados se registran a continuación.

**Tabla21**

*Análisis de varianza y verificación de supuestos con transformación logarítmica para la etapa de germinación*

---

```

--
> summary(fitt)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condición  2 0.07020 0.03510   4.243 0.0404 *
Residuals 12 0.09927 0.00827
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> shapiro.test(fitt$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fitt$residuals
W = 0.89054, p-value = 0.06832

> print(var1)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  2   0.596 0.5665
      12

```

---

Fuente: autor.

Con la transformación logarítmica se cumplen los supuestos del modelo y se corroboró con un 95% de confianza que hay diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento de las condiciones de suelos para la etapa germinación.



Posteriormente se desarrolló prueba de comparación de medias con el test de Tukey obteniéndose los siguientes resultados en la tabla 22.

**Tabla22.**

*Comparación de medias en la etapa de germinación transformación logarítmica y promedios de los datos originales*

---

	log (germinación)	groups		(germinación)
MED	2.099848	a	MED	8.2
ALT	1.972616	ab	ALT	7.2
BAJ	1.941786	b	BAJ	7.0

---

Fuente: autor.

Para la etapa de germinación la condición de la zona baja fue la que mejor compartimiento tuvo, con relación a las otras zonas definidas, presentando una duración de 7 d.d.s. seguida de la zona alta con 7.2 d.d.s. y la condición de zona media fue la de más duración con 8.2 d.d.s.

### 7.1.2 Etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 23

#### Tabla 23

*Análisis de varianza etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal*

```
-----
> summary(fit)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condición    2  3.333   1.667   3.333 0.0706 .
Residuals   12  6.000   0.500
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> shapiro.test(fit$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit$residuals
W = 0.79911, p-value = 0.003581

> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group 2    4.8 0.0294 *
      12
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
-----
```

*Fuente: autor.*

En el caso de la etapa desarrollo de hojas en el tallo principal con una confianza del 95% y criterio p valor, no se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la fase para las tres condiciones de suelo evaluadas, en el caso de la prueba de Levene con una confianza del 95% se rechaza la hipótesis de la homocedasticidad, por el test de Shapiro Wilk se rechaza la normalidad de los residuales, por tanto se realizó una transformación logarítmica de la variable días después de siembra sin obtener un resultado diferente por tanto se procedió a desarrollar un test no paramétrico de Kruskal Wallis.

**Tabla24**

*Test de Kruskal Wallis para la etapa de formación de hojas en el tallo*

---

```
> kruskal.test(Hojas ~ Condición, data = dato2)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Hojas by Condición
Kruskal-Wallis chi-squared = 5.6061, df = 2, p-value = 0.06063
```

---

*Fuente: autor.*

Acorde al test Kruskal Wallis para esta etapa se concluye que no hay diferencia de la duración de la etapa de desarrollo de hojas en el tallo , acorde a las zonas de cultivo.

En resumen, para la etapa desarrollo de hojas en el tallo principal se puede afirmar que en el caso de la zona alta presentó cultivo en etapa con 12 d.d.s, la zona media reportó cultivo en etapa a los 11 d.d.s y la zona baja se presentó cultivo en etapa a los 12 d.d.s.

## Etapa de macollamiento

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 25

### Tabla 25.

*Análisis varianza etapa de macollamiento*

```
-----
> summary(fit)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condición  2  1.733  0.8667  0.788  0.477
Residuals 12 13.200  1.1000
> shapiro.test(fit$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit$residuals
W = 0.9283, p-value = 0.2573

> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  2   0.96 0.4104
      12
-----
```

Fuente: autor.

Con una confianza del 95% y criterio p valor no se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa de macollamiento para las tres condiciones de suelo evaluadas. En el caso de la prueba de Levene con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de la homocedasticidad, así como tampoco se rechaza la normalidad evaluada con el test de Shapiro Wilk.

En la etapa de macollamiento se puede afirmar que para la zona alta y baja se presentó a los 34 d.d.s. y en la zona media presento cultivo en etapa a los 33 d.d.s.

## Resultados fase de crecimiento reproductiva

En la presente investigación se registra la duración de las etapas, de la fase crecimiento reproductiva los resultados de este estudio incluyeron, las etapas formación de primordio floral, desarrollo de panícula y embuchamiento. Teniendo en cuenta que esta fase termina con la etapa de espigamiento se determinó cultivo en etapa de desarrollo con un rango de 71 a 77 d.d.s. arrojando que la fase reproductiva tiene una duración de 34 a 37 d.d.s.

Comparando el efecto de las condiciones de suelo encontramos que al final de fase solo se contó con las medidas de la parte baja y parte alta, dado que la parcela de la parte media se perdió por estrés hídrico en los días posteriores a la etapa de formación de panícula y embuchamiento, en la tabla 26 se presenta la prueba de T para comparación de las medias de las zonas alta y baja para la fase de crecimiento reproductiva y el Test de homogeneidad de varianza de Barlett.

### Tabla26

#### *Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza de Barlett para fase de crecimiento reproductiva*

---

```

> mean(ALT)
[1] 36
> mean(BAJ)
[1] 34.6
> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

Two Sample t-test

data: ALT and BAJ
t = 1.7233, df = 8, p-value = 0.1231
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.4734066  3.2734066
sample estimates:
mean of x mean of y
 36.0      34.6

> bartlett.test(datola,ind)

Bartlett test of homogeneity of variances

data: datola
Bartlett's K-squared = 0.029507, df = 1, p-value = 0.8636

```

---

*Fuente: autor.*

Con un 95% de confianza se concluye que no hay diferencia estadísticamente significativa de la duración de la fase reproductiva en las plantas cultivadas en las zonas alta y baja. Con el Test de Barlett se verificó la homogeneidad de las varianzas de los datos tomados de las dos zonas en comparadas.

Se describe a continuación los resultados en cada una de las etapas de desarrollo de la fase reproductiva

**Tabla27.**

*Duración de fase de crecimiento reproductiva en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima*

Zona	Duración fase reproductiva d.d.s
Alta	34 a 37
Baja	34 a 37

*Fuente: autor.*

## Etapa de Inicio de primordio floral

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 28.

### .Tabla28

*Análisis de varianza etapa Inicio de primordio floral*

---

```
> summary(fit)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condición  2  0.133  0.0667   0.034  0.967
Residuals 12 23.600  1.9667

> shapiro.test(fit$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit$residuals
W = 0.63849, p-value = 5.876e-05

> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  2  0.0377 0.9631
      12
```

---

Fuente: autor.

Con una confianza del 95% y criterio p valor no se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa de inicio de primordio floral para las tres condiciones de suelo evaluadas, en el caso de la prueba de Levene con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad, en el caso del test de Shapiro Wilk se rechaza la hipótesis de normalidad, se probó el desarrollo de una transformación logarítmica para ajustar a la normalidad pero no se logró ajuste a la normalidad, en este caso se procedió a desarrollar el test no paramétrico de Kruskal Wallis obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla29**

*Test de Kruskal Wallis para la etapa de inicio de primordio floral*

---

```
> kruskal.test(Inicioprim ~ Condición, data = datola)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  Inicioprim by Condición
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.4, df = 2, p-value = 0.8187
.
```

---

*Fuente: autor.*

Acorde al test de Kruskal Wallis se concluye que no hay efecto de la zona de cultivo sobre la etapa Inicio de primordio floral, En síntesis, para la etapa de inicio de primordio floral se puede afirmar, que para las tres condiciones de suelo tuvieron un comportamiento similar con un cultivo en etapa en un rango de 37 a 40 d.d.s.



## Etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 30

### Tabla30

*.Análisis de varianza etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento*

---

```

> summary(fit)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Condición  2    3.6   1.800   0.871  0.443
Residuals 12   24.8   2.067
> shapiro.test(fit$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit$residuals
W = 0.87811, p-value = 0.04446

> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  2  0.4483  0.649
      12

```

---

*Fuente: autor.*

En los resultados encontramos con una confianza del 95% y criterio p valor no se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa para las tres condiciones de suelo evaluadas. En el caso de la prueba de Levene con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad, pero en el caso de la prueba de Shapiro Wilk se rechaza la hipótesis de normalidad, se procedió al desarrollo de una transformación logarítmica no logrando un ajuste a la normalidad, se procedió entonces a aplicar el test no paramétrico de Kruskall Wallis, con el que se concluye que no hay diferencias en duración de la etapa en las diferentes zonas.

**Tabla31**

*Test de Kruskal Wallis etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento*

---

Kruskal-Wallis rank sum test

data: Etapa by Condición

Kruskal-Wallis chi-squared = 1.7211, df = 2, p-value = 0.4229

*Medias para condiciones de suelo*

	Etapa
BAJ	60.4
ALT	59.8
MED	59.2

---

Fuente: autor.

En la etapa de desarrollo de panícula y embuchamiento se puede afirmar que en esta etapa para zonas alta y media presento un comportamiento similar de 59.8 y 59,2 d.d.s en tanto que para la zona baja presento cultivo en fase a los 60.4 d.d.s.

## Etapa de espigamiento

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 32.

### Tabla32

#### *Prueba de T etapa y Test de homogeneidad de varianza etapa de espigamiento*

---

```

> ###ESPIGA###
> mean(ALT)
[1] 74.6
> mean(BAJ)
[1] 74
> bartlett.test(dato2,ind)

      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  dato2 and ind
Bartlett's K-squared = 0.11249, df = 1, p-value = 0.7373

> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

      Two Sample t-test

data:  ALT and BAJ
t = 0.343, df = 8, p-value = 0.7404

```

---

Fuente: autor.

Para la etapa espigamiento el cultivo por fenómenos climáticos consistentes en estrés hídrico no fue posible la obtención de datos del área de suelo correspondiente a la zona media, la cual quedó descartada para el ciclo restante de la presente investigación.

En el análisis de los datos con una confianza del 95% y criterio p valor no se rechaza la hipótesis de igual del comportamiento de la fase para las dos condiciones de suelo de zona alta y zona baja.

En el caso de la prueba de Bartlett con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad.

Recopilando los resultados de la etapa de espigamiento se afirma, que la zona alta presento cultivo en etapa con un promedio de 74.6 d.d.s y para la zona baja de 74 d.d.s,

### **Figura1**

*Evidencia fotográfica parcela condición de suelo media*



*Fuente: autor.*

*Evidencia fotográfica parcela zona media daños por estrés hídrico.*

## Resultados fase maduración

En la presente investigación se reporta la duración de las etapas, de la fase de crecimiento de maduración los resultados del presente estudio comprenden las etapas de grano lechoso, grano pastoso y grano maduro, considerando que esta fase termina con la etapa grano maduro, el cultivo finalizó su ciclo en un rango de 95.2 a 96,4 d. d. s. lo que arroja una duración para la fase de maduración en un rango de 19,6 días a 22.4 días.

En lo que respecta al efecto de las condiciones se suelos se aplicó la prueba de T para comparar las dos medias de las zonas alta y baja, adicionalmente se aplicó el Test de Barlett para verificar la varianza constante, los resultados se registran en la tabla 33.

### Tabla33

#### *Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza fase de maduración*

---

```

> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

      Two Sample t-test

data:  ALT and BAJ
t = -2.7724, df = 8, p-value = 0.02421
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -5.12895 -0.47105
sample estimates:
mean of x mean of y
   19.6    22.4

> bartlett.test(datola,ind)

      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  datola
Bartlett's K-squared = 0.3217, df = 1, p-value = 0.5706

```

---

*Fuente: autor.*

Con un 95% de confianza se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa en la duración de la fase crecimiento de maduración en las zonas evaluadas, detectándose menor duración en la zona alta, con el Test de Bartlett se verificó la varianza constante de los datos tomados.

Se describe a continuación los resultados en cada una de las etapas de la fase maduración

### **Tabla34**

*Duración de fase de crecimiento de maduración en tres condiciones de suelo municipio Espinal vereda Dindalito departamento del Tolima*

Zona	Duración fase maduración
Alta	19,6
Baja	22.4

*Fuente: autor.*

Para la fase de maduración se puede concluir que la zona alta presento cultivo en fase a los 19.6 d.d.s la zona baja reporta cultivo en fase a los 22.4 d.d.s

## Etapa de grano lechoso

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 35.

### Tabla 35

*Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa de grano lechoso*

---

```

. ###GRANO LECHOSO###
> mean(ALT)
[1] 75.6
> mean(BAJ)
[1] 74
> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

      Two Sample t-test

data:  ALT and BAJ
t = 2.6667, df = 8, p-value = 0.02851
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.2163975 2.9836025
sample estimates:
mean of x mean of y
 75.6      74.0

> ###Verificación de Homocedasticidad###
> bartlett.test(dato2,ind)

      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  dato2 and ind
Bartlett's K-squared = 2.0899, df = 1, p-value = 0.1483

```

---

*Fuente: autor.*

Con una confianza del 95% y criterio p valor se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa para las dos condiciones de suelo evaluadas. En el caso de la prueba de Bartlett con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad.

En resumen, para la etapa desarrollo grano pastoso en el caso de la zona baja presentó cultivo en etapa a los 74 d.d.s. y la zona alta registro cultivo en etapa a los 75.6 d.d.s.

## Etapa de grano pastoso

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 36.

### .Tabla36

*Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa de grano pastoso*

---

```

####GRANO PASTOSO####
> mean(ALT)
[1] 80.3
> mean(BAJ)
[1] 79.2
> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

      Two Sample t-test

data:  ALT and BAJ
t = 1.1371, df = 8, p-value = 0.2884
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.644835  4.844835
sample estimates:
mean of x mean of y
   80.3     79.2

> ##Verificación de Homocedasticidad##
> bartlett.test(dato2,ind)

      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  dato2 and ind
Bartlett's K-squared = 1.3123, df = 1, p-value = 0.252

```

---

Fuente: autor.

Se puede afirmar con una confianza del 95% y criterio p valor que no se rechaza la hipótesis de igual comportamiento de la etapa , para las dos condiciones de suelo evaluadas. En el caso de la prueba de Bartlett 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad.

Los resultados de la etapa de grano pastoso registran, que la zona alta presento cultivo en etapa para la zona alta de 80 .3 d.d.s. y en la zona baja se presentó a los 79.2 d.d.s.



## Etapa de grano maduro

Los resultados de la presente etapa se registran en la tabla 37.

**Tabla 37**

*. Prueba de T y Test de homogeneidad de varianza etapa grano maduro*

---

```

> ####MADURACION####
> mean(ALT)
[1] 95.2
> mean(BAJ)
[1] 96.4
> t.test(ALT,BAJ,var.equal=T)

      Two Sample t-test

data:  ALT and BAJ
t = -1.2649, df = 8, p-value = 0.2415
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.3876676  0.9876676
sample estimates:
mean of x mean of y
 95.2      96.4

> ####Verificación de Homocedasticidad###
> bartlett.test(dato2,ind)

      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  dato2 and ind
Bartlett's K-squared = 0.14514, df = 1, p-value = 0.7032

< |

```

---

*Fuente: autor.*

Para la presente etapa con una confianza del 95% y criterio p valor no se rechaza la hipótesis de igual, comportamiento de la etapa para las dos condiciones de suelo evaluadas. En el caso de la prueba de Bartlett con una confianza del 95% no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad.

Para la etapa de grano maduro la zona alta se presentó cultivo en etapa a los 95.2 d.d.s. y en la zona baja registra cultivo en etapa a los 96.4 d.d.s.

### **Duración del ciclo total Fedearroz 68**

Acorde a la presente investigación la duración promedio del ciclo de cultivo para Fedearroz 68 es de 95, 8 días.

En la tabla 38 se registra la duración de todas las fases de crecimiento y en la tabla 39 se reporta la detección de cultivo en fase en las etapas de desarrollo para la variedad Fedearroz 68 como resultado de la presente investigación.

### **Tabla38**

*Duración fases de crecimiento variedad Fedearroz 68*

Fases crecimiento	variedad Fedearroz 68	duración de la fase
Fase vegetativa		37 –40
Fase reproductiva		34.6 -36
Fase de maduración		19.6 – 22.4

*Fuente: autor.*

**Tabla39***Etapas de desarrollo variedad Fedearroz 68*

<b>Etapas de desarrollo</b>	<b>Cultivo en fase (d.d.s.)</b>
Germinación	7.0 a 8.2
Desarrollo de hojas en el tallo principal	11 a 12
Macollamiento	33 a 34
Inicio de primordio floral	37 a 40
Desarrollo de panícula y embuchamiento	59.2 a 60.4
Espigamiento	74 a 74.9
Grano lechoso	74 a 75.6
Grano pastoso	79.2 a 80.3
Grano maduro	95.2 a 96.4

Fuente: autor.

## Discusión

### Fase vegetativa

La variedad Fedearroz 68 para la fase vegetativa presentó cultivo en fase de los 37 a 40 días, al contrastar con otras investigaciones Degiovanni, Gómez & Sierra. (2004) en Montería Departamento de Córdoba para esta fase en la variedad Fedearroz 2000 y Fedearroz 50 arrojó una duración de 54 días, Medina (2009) con la variedad Fedearroz Caracolí para Departamento del Cesar, municipio de Gamarra presento cultivo en fase a los 48 días, al realizar una comparación con los resultados en la presente investigación, Fedearroz 68 presenta una fase vegetativa más corta que otras variedades investigadas, lo cual posibilita una producción temprana y menos uso de agroquímicos en manejo sanitario.

### Etapa de germinación

Acorde a los resultados obtenidos para la etapa de germinación, se detectó un cultivo en etapa para la zona alta con 7.2 d.d.s., para la zona media reporta cultivo en etapa a los 8.2 d.d.s., seguido de la zona baja con 7.0 d.d.s. se determina que hay diferencia estadísticamente significativa para las zonas definidas, la zona baja presentó una duración de 7 d.d.s, siendo la de mejor comportamiento de las zonas evaluadas, acorde a lo reportado por Montana (2013). en el estudio de la fenología de la variedad de Fedearroz 733 que se desarrolló en el municipio de Saldaña en el departamento de Tolima, registra una duración de 5 d.d.s. para esta etapa , entre tanto Medina (2010) trabajando con la variedad Fedearroz Caracolí, registra para la etapa de germinación una duración de 8 d.d.s., se puede afirmar que Fedearroz 68 se comporta de manera similar a otras

variedades de la misma casa matriz, pero se nota que la condición de humedad del suelo es fundamental para la germinación lo cual indica una influencia del sitio de siembra sobre la etapa de desarrollo.

### **Etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal**

En la etapa de desarrollo de hojas en el tallo principal se detectó cultivo en etapa para la zona baja a los 12 d.d.s. la zona media reportó cultivo en etapa a los 11 d.d.s. y la zona alta se presentó cultivo en etapa a los 12 d.d.s., para este caso se encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa, para la presente etapa de desarrollo, en las investigaciones consultadas y por el época de registro de la fase se pudo detectar que en las investigaciones revisadas, que esta fase se reporta como inicio de macollamiento, ante lo cual Medina (2010), reporta en el estudio de la variedad Fedearroz Caracolí en ensayo desarrollado en Gamarra departamento de Cesar, que la fase en mención se presentó a los 16 d.d.s. de cultivo, adicionalmente Montaña (2013) registra con la variedad Fedearroz 733 en el municipio de Saldaña departamento del Tolima, cultivo en etapa a los 18 d. d. s., en comparación con las variedades investigadas anteriormente, la variedad fedearroz 68 es una planta que puede entrar en etapa de desarrollo de hojas más pronto, lo cual muestra una mejora dada la importancia en el potencial productivo de la planta de arroz, la cual depende de un rápido desarrollo de hojas.

### **Etapa de macollamiento**

La etapa de macollamiento en las parcelas evaluadas presentó el siguiente comportamiento zona alta y baja registró cultivo en etapa a los 34 d.d.s., la zona media presento cultivo en etapa a los 33 d.d.s., no se presentó una diferencia estadísticamente significativa para las zonas muestreadas, Hernández (2016) reporta en investigación en el departamento del Casanare, en el municipio de la Paz, trabajando con la variedad Fedearroz 68 cultivo en etapa en un rango de 36 a 40 d.d.s., En la investigación de Medina (2010) en el estudio de la variedad Fedearroz Caracolí en el municipio de Gamarra departamento del Cesar, registra cultivo en etapa a los 48 d.d.s., por otra parte Montaña (2013) en trabajando con la variedad Fedearroz 733 en el municipio de Saldaña departamento Tolima, identificó cultivo en etapa a los 43 d.d.s., de acuerdo a los anteriores resultados, la variedad Fedearroz 68 puede presentar el macollamiento más pronto que las variedades anteriormente investigadas.

### **Fase reproductiva**

Para el caso de la fase reproductiva la variedad Fedearroz 68 presenta una duración de 34.6 a 36 días, contrastando con las investigaciones desarrolladas Degiovanni, Gómez, & Sierra. (2004) en Montería Departamento de Córdoba para esta fase en las variedades Fedearroz 2000 y Fedearroz 50 se reporta comportamiento similar con 35 días de duración de la fase, Medina(2009) con la variedad Fedearroz Caracolí en las condiciones del municipio de Gamarra, departamento de Cesar registro cultivo con una duración de fase de 32 días, de los anteriores resultados

podemos afirmar que la variedad Fedearroz 68 está en un rango similar a las variedades anteriormente investigadas.

### **Etapa inicio de primordio floral**

Para la Etapa inicio de primordio floral se detectó cultivo en etapa con un rango 37 d.d.s. a 40 d.d.s. teniendo un comportamiento similar en las tres no se presentó una diferencia estadísticamente significativa, para esta etapa Medina (2010), trabajando con la variedad Fedearroz Caracolí en el municipio de Gamarra departamento del Cesar reporta un cultivo en etapa a los 45 d.d.s., de igual manera Montana(2013), en investigación con la variedad Fedearroz 733 en el municipio de Saldaña, departamento del Tolima, registra un cultivo en etapa a los 53 d.d.s., , Fedearroz 68 se comporta más precoz con relación a las variedades investigadas anteriormente, lo cual indica que puede asegurar más pronto las macollas que se convertirán en futuras espigas y por ende en grano de cosecha.

### **Etapa formación de panícula y embuchamiento**

Para la etapa formación de panícula y embuchamiento variedad Fedearroz 68 registró cultivo en etapa para la zonas alta con 59.2 d.d.s. y media con 59.8 d.d.s., presentando un comportamiento similar, para la zona baja presento cultivo en etapa a los 60.4 d.d.s., en esta etapa de desarrollo no se presentó una diferencia estadísticamente significativa, para las condiciones de suelo trabajadas, al respecto de esta etapa de desarrollo Medina (2010), en el estudio de la variedad Fedearroz Caracolí en el municipio Gamarra departamento de Cesar, reportó cultivo en etapa a

los 62 d.d.s., en el estudio realizado por Montana (2013) con la variedad Fedearroz 733 en Saldaña departamento del Tolima, reportó cultivo en etapa a los 66 d.d.s., se puede afirmar que la variedad Fedearroz 68 presenta más pronto la etapa en mención, por ende la emergencia de espiga es más rápida y puede tenerse una cosecha en menor tiempo de cultivo.

### **Etapa emergencia de espiga**

Para etapa emergencia de espiga en las parcelas evaluadas reporta que zona alta presento cultivo en etapa con un promedio de 74.9 d.d.s. y para la zona baja de 74 d.d.s. , no reportándose una diferencia estadísticamente significativa en las zonas evaluadas, Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004) en el trabajo con tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio de Monteria departamento de Córdoba, reportan cultivo en etapa para la variedad Fedearroz 2000 a los 85 d.d.s., para la variedad Fedearroz 50 a los 84 d.d.s. y para la variedad Colombia XXI a los 83 d.d.s. acorde a lo anterior se determina que Fedearroz 68 tiene un espigamiento más pronta que las demás variedades investigadas, lo cual indica espiga en menor tiempo y por consiguiente una producción más pronta de grano de cosecha en el cultivo.



### **Fase de maduración**

En la fase de maduración la variedad Fedearroz 68 reporta una duración de fase de 19.6 a 22.4 días, al comparar estos resultados con estudios anteriores Degiovanni, Gómez & Sierra. (2004) en Montería departamento de Córdoba, en esta fase para la variedad Fedearroz 2000 registra duración de 34 días y en el caso de la variedad Fedearroz 50 reporta duración de fase de 33 días, Medina (2009) con la variedad Fedearroz Caracolí registra una duración de fase de 38 días, acorde a lo anterior se concluye que variedad Fedearroz 68 presenta una fase de maduración más precoz que otras variedades lo cual tiene implicaciones directas en la producción del cultivo.

### **Etapas grano lechoso**

En la etapa desarrollo de grano lechoso la variedad Fedearroz 68 registra cultivo en etapa para la zona alta fue de 75.6 d.d.s, para la zona baja se presentó a los 74 d.d.s., no se detectó una diferencia estadísticamente significativa, para las condiciones de suelo evaluadas, en la investigación de Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004) en el municipio de Montería departamento Córdoba. reportan en el caso la variedad Fedearroz 50 cultivo en etapa a los 100 d.d.s, las variedades Fedearroz 2000 lo reporta a los 100 d,d,s y la variedad Colombia XXI a los 98 d.d.s, ante los resultados expuestos, se puede afirmar que la variedad Fedearroz 68 reporta grano lechoso en menos tiempo que otras variedades evaluadas, por consiguiente, el desarrollo del grano será más pronto, y con este la producción del cultivo

### **Etapas grano pastoso**

En este caso la variedad Fedearroz 68 presenta cultivo en etapa para la zona alta de 80.3 d.d.s., para la zona media se reporta a los 79.2 d.d.s., no se detectó una diferencia estadísticamente significativa, para las condiciones de suelo evaluadas, en la investigación de Degiovanni., Gómez, & Sierra (2004) en el municipio de Montería departamento Córdoba. reportan en el caso la variedad Fedearroz 50 cultivo en etapa a los 110 d.d.s, las variedades Fedearroz 2000 y Colombia XXI a los 109 d.d.s, ante los resultados expuestos, se puede afirmar que la variedad Fedearroz 68 reporta grano pastoso en menos tiempo que otras variedades evaluadas, por consiguiente, el desarrollo del grano será más pronto, y con este la producción del cultivo

### **Etapas de grano maduro**

La variedad Fedearroz 68 en su etapa de grano maduro, presentó cultivo en etapa para la zona alta con 95.2 d.d.s. para la zona baja reporta con 96.4 d.d.s. en las condiciones de suelo evaluadas zona alta y baja no se determinó una diferencia estadísticamente significativa, Montana (2013) en su investigación con la variedad Fedearroz 733 en el municipio de Saldaña, departamento del Tolima reporta cultivo en etapa a los 120 d.d.s, Medina (2010) en el estudio realizado con la variedad Fedearroz Caracolí, en el municipio Gamarra, departamento de Cesar reporta que cultivo en etapa de maduración a los 118 d.d.s., con los resultados anteriores se puede concluir que la variedad Fedearroz 68, para la etapa en mención, presenta cultivo en un lapso menor de tiempo, lo que posibilita una cosecha más pronta del grano para su comercialización.

## Duración total del ciclo Fedearroz 68

**Tabla40**

*Duración de las etapas de del cultivo de arroz, variedad Fedearroz 68 y otras variedades investigadas.*

	Variedades		
	Fedearroz 68	Fedearroz 733	Fedearroz Caracolí
Duración de ciclo	95,8	120	118

Fuente. Montana (2013), Medina (2010) y autor.

La variedad Fedearroz 68 registra un ciclo total promedio de 95,8 d.d.s. al comparar con los estudios de Degiovanni, Gómez, & Sierra. (2004) con las variedades Fedearroz 2000 y Fedearroz 50 reportan un ciclo similar de 122 d.d.s en el municipio de Montería, departamento de Córdoba, Medina (2009) con el estudio de la variedad Fedearroz Caracolí registra un ciclo total de 118 d.d.s., acorde a lo anterior podemos concluir que la variedad Fedearroz 68 estudiada en el municipio de Espinal departamento del Tolima presenta un desarrollo más precoz en su ciclo de cultivo

## Conclusiones

Acorde a los resultados de la presente investigación se puede concluir:

Al respecto de la duración de las fases de crecimiento para las condiciones del municipio del Espinal la variedad Fedearroz 68 se concluye que la fase vegetativa presenta una duración de 37 a 40 días, la fase reproductiva reporta una duración 34.6 a 36 días y por último la fase de maduración registra una duración de 19.6 a 22.4 días, en las fases de crecimiento solo se reporta efecto de la condición de suelo en fase de maduración para el caso concreto de la zona alta donde las condiciones de drenaje aseguran un microclima adecuado para esta fase.

Al respecto de las etapas de crecimiento se presenta efecto de la condición de suelo en la etapa de germinación y en la etapa de grano lechoso, indicando que para la variedad Fedearroz 68 solo algunas etapas se afectan por la ubicación acorde a una condición de suelo derivada del proceso de preparación de este.

En el caso concreto de la variedad Fedearroz 68 se comprueba su comportamiento como variedad precoz, pero es importante el proceso de nivelación para asegurar una germinación uniforme y una densidad de siembra adecuada para una buena producción.

## Referencias bibliográficas

Chillan. (2007). *Fisiología del arroz y mejoramiento. I. Curso de capacitación en mejoramiento genético del arroz*, 7 -21.

Chaudhary, R., Nanda, J., & Tran, D. (2003). *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz (No. SB191. R5 Ch496). FAO.*

Chaudhary, R., Nanda, J., & Tran, D.. (2003). *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz (No. SB191. R5 Ch496). FAO.*

Cuevas, A. (2019 ). *Nuevas variedades y manejo de fitoparasitos . Boletín informativo de la federación nacional de arroceros*, pg. 5 .boletín 338.

DANE. (2015). *Encuesta nacional de arroz mecanizado. Bogotá. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticasportema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado>*

DANE. (2015). *Producción arrocera callo el 5,1 % periódico nuevo día. Recuperado de <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/sucesos/268031-produccion-arrocera-en-tolima-cayo-51>*

DANE . (2020). *encuesta nacional arroz mecanizado segundo semestre 2019. Obtenido de encuesta nacional arroz mecanizado segundo semestre 2019: Recuperaod de [http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices\\_productividad.pdf](http://fedearroz.com.co/new/documentos/2020/indices_productividad.pdf)*

Degiovanni, V., Gómez, J., & Sierra, J. (2004). *Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz en Montería, Córdoba. Temas Agrarios*, 9(p 1).

Fedearroz. (2020). *Consumo percapita de arroz en Colombia. Recuperado de <http://www.fedearroz.com.co/new/consumo.php>*

Fedearroz. (2014). *Adopción masiva de tecnología. Amtec, Pg. 16. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cgiarclimate/fe-39197270>*

Fedearroz. (2013). *Manejo integrado del cultivo de arroz. curso Adopción Masiva de Tecnología – AMTEC, (págs. 102, 114). Bogota.*

Fournier, O & Charpantier, C. (1978). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales.:[Sample size and frequencies of observations for the study of phenological characteristics of tropical trees]. Cespedia. Suplemento (Colombia)..(Ene-Jun, 7(25-26), 13-20.*

Hernández, F. (2016). *Agricultores de Granada se capacitan sobre la nueva variedad Fedearroz 68. boletín informativo de la Federación nacional de arroceros edición N 302 pag 6. Recuperado de [http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo\\_302.pdf](http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo_302.pdf)*

Hernández, R. (2015). *implementación de AMTEC paso de 36 mil a 170 mil hectáreas . Boletín informativo de la Federación Nacional de Arroceros -Fondo nacional del arroz edición No 300, pg .2-3. Recuperado de [http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo\\_300.pdf](http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo_300.pdf)*

Jarma, A., Degiovanni, V. & Montoya, R. (2010). *Índices fisiotécnicos, fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Producción Ecoeficiente del Arroz en América Latina,*

60. Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/2010\\_Degiovanni-Produccion\\_eco-eficiente\\_del\\_arroz.pdf#page=84](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf#page=84)

Medina, I. (2010). Fedearroz Caracolí análisis de crecimiento y desarrollo. *Revista de arroz* vol. 58, pag 42.

Montana, P. (2013). *Prueba de germinación y fenología del cultivo de arroz*. Saldaña Tolima.

Marassi (2007). *Fisiología-del-arroz curso de capacitación en mejoramiento genético del arroz*, pg. 7. Recuperado de <https://osmaralmeidajr.files.wordpress.com/2013/07/1fisiologia-del-arroz-marassi.pdf>

Meier, U. (2001). *Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas*. Barcelona. Recuperado de [http://www.academia.edu/24750111/Estadios\\_de\\_las\\_plantas\\_mono-y\\_dicotiled%C3%B3neas\\_BBCH\\_Monografia\\_Centro\\_Federal\\_de\\_Investigaciones\\_Biol%C3%B3gicas\\_para\\_Agricultura\\_y\\_Silvicultura](http://www.academia.edu/24750111/Estadios_de_las_plantas_mono-y_dicotiled%C3%B3neas_BBCH_Monografia_Centro_Federal_de_Investigaciones_Biol%C3%B3gicas_para_Agricultura_y_Silvicultura)

Olaya, M. (2013). *Desempeño agronómico de dos variedades de arroz en la amazonia colombiana*. *Ingenierías & amazonia*, pag 17.

Preciado, I. (1998). *influencia del tiempo de uso del suelo en las propiedades físicas, en la productividad y sostenibilidad del cultivo de arroz en Casanare*, pg. 513

Pantoja, A. (1997). *MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas, Artrópodos, enfermedades y malezas* (Vol. 292). CIAT

Puentes, B. (2019 ). *productores conocen las nuevas variedades de arroz . boletin informativo de la Federacion Nacional de arceros , 6. Boletin 338 .*

Rubio, J. (2016 ). *Extracción de nutrientes por la variedad Fedearroz 67 bajo el ambiente de San Alberto Cesar . Revista arroz vol 64 N 5 22,pg. 47.*

Rivas, L. (2000). *Evaluación del impacto ex-post de la adopción de nuevas tecnologías: Forrajes y arroz en la Amazonia y la Orinoquia de Colombia.*

SIPSA DANE. (2013). *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria junio 2013. Publicación núm. 12 recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_junio\\_2013.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_junio_2013.pdf)*

Sánchez, D., Bedoya, C., Valderrama, A. & Suárez, J. (2013). *Desempeño agronómico de dos variedades de arroz en la Amazonia Colombiana. Ingenierías & Amazonia, 6(1).*

Saavedra, E. (2010 ). *Selección de variedad factor clave en el sector arrocero / revista de arroz vol. no 0486 pag 14 21. Recuperado de [http://www.Fedearroz.com.co/revistanew/arroz\\_486.pdf](http://www.Fedearroz.com.co/revistanew/arroz_486.pdf)*

Vargas, J. (1985). *El arroz y su medio ambiente. Producción Ecoeficiente del Arroz en América Latina, 83. Capítulo 6*

Vargas, J. (2010). *El arroz y su medio ambiente. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Pg. 96.*



*Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). Departamento de Producción Vegetal. La Ceiba, 3.*

*Valencia, A. (2018 ). Más de \$ 5 millones le vale a los agricultores cultivar una hectárea de arroz en Colombia . Agronegocios.*

*Zhang, H., & Gutiérrez, H. (2010). Teoría estadística: aplicaciones y métodos. Universidad San Tomas.*