



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO**  
**AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**  
**TESIS DE GRADO**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COSECHA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS EN EL PILADO Y  
LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE ARROZ  
(*Oryza sativa L.*).**

**AUTORA**

**ANA PILAR AMPUÑO MUIRRAGUI**

**DOCENTE GUÍA**

**Ing. Juan Barreno Ojeda.**

**Quevedo-Ecuador  
2012**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO  
AGROINDUSTRIAL**

TESIS DE GRADO PRESENTADA A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO  
DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**Título de tesis:**

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COSECHA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS EN EL PILADO Y  
LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE ARROZ (*Oryza  
sativa L.*).

**APROBADA:**

**Ing. Juan Barreno O**  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Juan Avellaneda**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Alfonso Vasco M**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Milciades Fernández N**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO  
AGROINDUSTRIAL**

**CONSTANCIA**

Yo, **Ing. Juan Barreno Ojeda**, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, CERTIFICO que la egresada de Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial señorita **Ana Pilar Ampuño Muirragui**, bajo mi Dirección, realizó la investigación de Tesis de Grado titulada:

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS EN EL PILADO Y LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE ARROZ (*Oryza sativa L.*).

Habiendo cumplido con todas las Disposiciones y Reglamentos legales establecidos por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial.

---

**Ing. Juan Barreno Ojeda**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **RESPONSABILIDAD**

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados del presente trabajo de tesis titulada DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS EN EL PILADO Y LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE ARROZ (*Oryza sativa L.*). Son de exclusiva responsabilidad del autor y pertenecen exclusivamente al mismo.

Atentamente

---

**Ana Pilar Ampuño Muirragui**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios, quien me ha cuidado y bendecido en todo momento con su inmenso amor, a mis padres Simón Ampuño Muñoz y Eugenia Muirragui Vélez, porque creyeron en mi, sacándome adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.

Mami: no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por tu esfuerzo, tu apoyo y sobre todo por darme el ejemplo de mujer luchadora que eres, aferrándote a la vida por vernos graduados. Gracias por siempre estar a mi lado.

Papi: Detrás de este gran logro estás tú, tu apoyo, confianza y cariño. Gracias por darme la oportunidad de este sueño compartido, por alentarme a hacer lo que quiero y ser como soy. Va por ti, porque lo vales, porque admiro tu fortaleza y empeño por sacarnos adelante.

A mis hermanos Israel y David que me han acompañado en el transcurso de la vida. Porque juntos hemos pasados momentos maravillosos que han marcado y dejado huellas en mi corazón. Por todos esos bellos momentos y no tan bellos, Gracias.

A mi abuelita Anita y mi tío Eduardo (QEPD) que desde el cielo guían mis pasos.

A mí cuñada Yuri por darme el privilegio de ser tía por primera vez.

A mi sobrinita Emily Aylin por alegrarme la vida con tus ruiditos de bebé.

Anita

## AGRADECIMIENTO

La autora desea dejar constancia de su gratitud, esfuerzos y reconocimientos a las siguientes personas e instituciones que de una u otra forma supieron apoyarme en el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a todos sus docentes, por los conocimientos impartidos y por la ayuda prestada durante el desarrollo de mi formación profesional.

Al Ing. Byron Oviedo, Decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

A la Ing. Sonia Barzola, Sub-Decana de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

Al Ing. Juan Barreno, por brindarme la oportunidad y confianza durante la realización de este trabajo de investigación bajo su supervisión como Director de Tesis.

Al Ing. Simón Ampuño, por su valiosa colaboración y sus ideas claras durante este trabajo.

A los Señores Ingenieros. Iván Viteri, Alfonso Vasco M, Milciades Fernández N, Presidente y Miembros del Tribunal de Tesis, por su paciencia y buenos aportes que me brindaron durante el proceso de revisión de la tesis.

A mi gran amiga y comadre Gema por todos estos años de amistad incondicional.

A todos mis compañeros de aula, en especial a Carmen Moncayo, Grecia Mora, Fátima Alarcón y Sully Coello, mil gracias por todos los momentos que hemos pasado juntas, porque han estado conmigo en los momentos más duros que me ha tocado vivir.

A mi hermana de corazón Evelyn, por su infinito apoyo y confianza. (Juntas hasta ser pasitas).

A una persona especial que en poco tiempo me ha demostrado su cariño sincero..... Gracias Luis (Selvito).

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de mayo a noviembre del 2011 en el Laboratorio de Control de Calidad del Programa Nacional del Arroz de la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja” y en el Laboratorio de Análisis de semillas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

La investigación tuvo como objetivo general: Determinar la influencia del momento de cosecha sobre el rendimiento de granos enteros en el pilado y la calidad fisiológica de las semillas de arroz. Los objetivos específicos fueron: Determinar el rendimiento de granos enteros en las variedades Fedearroz 21 y SFL- 09, establecer la época de cosecha más adecuada para la obtención de semillas de calidad de las variedades Fedearroz 21 y SFL-09, en función del momento de floración, y evaluar la calidad industrial del grano, en función de las épocas de cosecha.

Los Factores en estudio consistieron en : Momentos de cosecha ( 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la floración). Epocas de cosecha (Invierno y verano) y Variedades (Fedearroz 21 y SFL-09) Se utilizó el Diseño Experimental Completamente al Azar en arreglo factorial  $2 \times 5 \times 2$ , formando un total de veinte tratamientos con tres repeticiones. Para la comparación de las medias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Tuckey al 95% de probabilidades. El Análisis de regresión se realizó para verificar el comportamiento del rendimiento de granos enteros de arroz y la calidad fisiológica de las semillas, en función de los momentos de cosecha.

Las variables evaluadas fueron: humedad del grano, peso volumétrico, rendimientos de granos pilados, rendimiento de granos enteros, longitud y ancho del grano descascarado, forma del grano descascarado, porcentaje de granos con centro blanco, germinación, conductividad eléctrica, prueba de frío y emergencia a campo.

El análisis estadístico determinó que el contenido de humedad de las semillas fue mayor en cosechas tempranas (30 DDF), disminuyendo en forma natural hasta los 70 DDF, mientras que en cosechas realizadas cuando los granos presentaban contenidos de humedad entre 15% y 21% proporcionaron altos porcentajes de rendimiento de granos enteros en el pilado, viabilidad y vigor de las semillas. Se observó que el peso hectolítrico no se vio afectado significativamente por el retraso en la cosecha.

La cosecha realizada en la época lluviosa incidió en el porcentaje de centro blanco de las semillas. El momento adecuado de cosecha para las variedades en estudio está comprendido entre los 40 y 50 días después de la floración. El atraso en el momento de cosecha redujo significativamente el rendimiento de granos enteros en el pilado, la viabilidad y el vigor de las semillas, independientemente de las variedades.

El momento de cosecha (días después de la floración) es uno de los factores de gran influencia sobre la calidad industrial y fisiológica de las semillas de arroz. Las variedades SFL-09 y F-21 fueron influenciadas en el rendimiento de granos enteros con el atraso en la cosecha y la época seca ofrece mejores condiciones climatológicas para producir semillas de alta calidad.

## SUMMARY

The present research was conducted between May and November 2011 in the Quality Control Laboratory of the National Rice Research Station Southern Coast "Dr. Enrique Ampuero Pareja "and the Seed Analysis Laboratory Experiment Station of Tropical Pichilingue Autonomous National Institute of Agricultural Research (INIAP).

The overall research aimed to determine the influence of harvest time on the yield of the milled whole grains and seed physiological quality of rice. The specific objectives were to determine the performance of whole grain varieties Fedearroz 21 and SFL-09, set the most appropriate harvest time to obtain quality seed varieties Fedearroz 21 and SFL-09, depending on the time of flowering, and evaluate the quality of the grain industry, according to the harvest season.

The factors studied were: Moments of harvest (30, 40, 50, 60 and 70 days after flowering). Harvesting seasons (winter and summer) and Variety (Fedearroz 21 and SFL-09) was used completely randomized design with factorial  $2 \times 5 \times 2$ , making a total of twenty treatments with three replications. For comparison of means between treatments, we used the Tukey test at 95% probability. Regression analysis was performed to verify the behavior of the whole grain yield and quality of rice seeds physiological, depending on the time of harvest.

The variables evaluated were: grain moisture, volumetric weight, grain yields pilados, whole grain yield, grain length and width of shelling, hulling grain shape, grain percentage with white center, germination, electrical conductivity, and cold test field emergence.

Statistical analysis determined that the moisture content of the seed was greater in early crops (30 DDF), naturally decreasing to 70 DDF, whereas when the grain crops had made a moisture content between 15% and 21% provided high rates of return in the milled whole grains, viability and seed vigor. It was observed that the test weight was not significantly affected by the delay in harvest.

The harvest in the rainy season made an impact on the percentage of seed white center. The timing of harvest for the varieties under study is between 40 and 50 days after flowering. The delay in the time of harvest significantly reduced performance in the milled whole grains, viability and vigor of seeds, irrespective of varieties.

The time of harvest (days after flowering) is one of the factors of great influence on the physiological and industrial quality rice seeds. Varieties SFL-09 and F-21 were influenced in the performance of whole grains with the delayed harvest and the dry season offers better weather conditions to produce high quality seeds.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Portada.....	i
Aprobación.....	ii
Certificación.....	iii
Responsabilidad.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Índice General.....	xi
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Cuadros.....	xviii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
A. Problematización .....	2
B. Justificación .....	3
C. Objetivos.....	5
D. Hipótesis .....	6
E. Variables e Indicadores .....	7
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
A. Morfología del Grano .....	8
B. Calidad Nutricional .....	9
1. Carbohidratos .....	10
2. Proteínas .....	11

3. Lípidos.....	11
4. Minerales .....	12
C. Efectos del Momento de Cosecha.....	13
D. Calidad Industrial del Grano .....	18
E. Beneficio Industrial .....	23
F. Agroindustria del arroz.....	26
G. Calidad Fisiológica de las Semillas .....	27
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
A. Materiales.....	30
1. Material Genético .....	30
2. Equipos de Laboratorio .....	30
3. Herramientas .....	30
4. Otros .....	30
B. Métodos .....	31
1. Ubicación .....	31
2. Factores en Estudio .....	32
3. Tratamiento .....	32
4. Diseño Experimental .....	34
5. Características del Experimento .....	34
6. Unidad Experimento .....	34
7. Análisis Estadístico .....	35
C. Variables y Métodos de Evaluación .....	35
D. Manejo del Experimento .....	38
1. Cosecha .....	38
2. Pos-Cosecha .....	39

<b>IV. RESULTADOS</b> .....	41
1. Calidad Industrial del Grano .....	41
A. Humedad del Grano.....	41
B. Peso Hectolítrico .....	44
C. Rendimiento de Molino .....	45
D. Rendimiento de Granos Enteros .....	47
E. Porcentaje de Granos con Centro Blanco.....	51
F. Largo del Grano .....	52
G. Ancho del Grano .....	53
H. Relación Largo/Ancho de Grano .....	54
2. Calidad Fisiológica de las Semillas.....	55
A. Germinación .....	55
B. Prueba de Frio .....	58
C. Conductividad Eléctrica .....	60
D. Emergencia a Campo.....	63
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	67
<b>VI. CONCLUSIÓN</b> .....	75
<b>VII. RECOMENDACIÓN</b> .....	76
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	77
<b>APÉNDICE</b> .....	83
<b>ANEXOS</b> .....	96

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla N° 1</b>	
Lugares de Ejecución del Experimento.....	31
<b>Tabla N° 2</b>	
Características de los Sitios Experimentales.....	31
<b>Tabla N° 3</b>	
Factores de Estudio, Simbología y Descripción.....	32
<b>Tabla N° 4</b>	
Tratamientos en Estudio, Simbología y Descripción.....	33
<b>Tabla N° 5</b>	
Característica del Experimento.....	34
<b>Tabla N° 6</b>	
Esquema de Análisis de Varianza.....	35

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 0</b>	
Estructura del grano de arroz.....	8
<b>Figura N° 1</b>	
Valores medios del contenido de humedad de semillas de arroz cosechados en diferentes épocas .....	42
<b>Figura N° 2</b>	
Contenido de humedad de semillas de arroz, en función de las épocas y momentos de cosecha después de la floración.....	43
<b>Figura N° 3</b>	
Contenido de humedad de semillas de arroz de las variedades SFL-09 y F-21, en función de los momentos de cosecha después de la floración .....	44
<b>Figura N° 4</b>	
Valores medios del peso hectolítrico de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas .....	45
<b>Figura N° 5</b>	
Valores medios del rendimiento de molino de semillas de arroz, cosechados en diferentes épocas.....	46
<b>Figura N° 6</b>	
Valores medios del rendimiento de granos enteros de semillas de arroz, cosechados en diferentes épocas.....	48
<b>Figura N° 7</b>	
Interacción variedades x épocas de cosecha, para rendimiento de granos enteros.....	49

**Figura N° 8**

Rendimiento de granos enteros de las variedades SFL-09 y F-21, en función de los momentos de cosecha..... 50

**Figura N° 9**

Relación entre contenidos de humedad de las semillas de arroz y rendimiento de granos enteros en el molino, en función de los momentos de cosecha..... 51

**Figura N° 10**

Valores medios de centro blanco de semillas de arroz cosechados en diferentes épocas..... 52

**Figura N° 11**

Valores medios del largo de granos de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas..... 53

**Figura N° 12**

Valores medios del ancho de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas ..... 54

**Figura N° 13**

Valores medios de germinación de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas..... 56

**Figura N° 14**

Interacción variedades x épocas de cosecha, para la variable germinación..... 57

**Figura N° 15**

Relación de la variable germinación, en función de las épocas y momentos de cosecha ..... 58

**Figura N° 16**

Valores medios de germinación a frio de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas..... 59

**Figura N° 17**

Interacción variedades x épocas de cosecha, para el vigor de las semillas..... 60

**Figura N° 18**

Valores medios de conductividad eléctrica de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas..... 61

**Figura N° 19**

Interacción variedades x épocas de cosecha, para el vigor de las semillas de arroz (conductividad eléctrica)..... 62

**Figura N° 20**

Valores medios de emergencia a campo de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas..... 64

**Figura N° 21**

Interacción épocas de cosecha x momentos de cosecha, para emergencia a campo de semillas de arroz..... 65

**Figura N° 22**

Interacción variedades x momentos de cosecha, para emergencia a campo de las semillas de arroz..... 66

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 1</b>	
Promedios de Humedad del grano de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	84
<b>Cuadro N° 2</b>	
Promedios de Peso hectolítrico de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	85
<b>Cuadro N° 3</b>	
Promedios de Rendimiento de Molino de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	86
<b>Cuadro N° 4</b>	
Promedios de Granos Enteros de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	87
<b>Cuadro N° 5</b>	
Promedios de Porcentaje de granos con centro blanco de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	88
<b>Cuadro N° 6</b>	
Promedios de Largo del grano de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	89
<b>Cuadro N° 7</b>	
Promedios de Ancho del grano de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	90
<b>Cuadro N° 8</b>	
Promedios de Relacion Largo/Ancho del grano de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.....	91

**Cuadro N° 9**

Promedios de Germinación de Molino de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración..... 92

**Cuadro N° 10**

Promedios de Germinación en la prueba de frío de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración..... 93

**Cuadro N° 11**

Promedios de Conductividad Eléctrica de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración..... 94

**Cuadro N° 12**

Promedios de Emergencia a campo de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración..... 95

## 1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los rubros de mayor importancia socioeconómica del sector agrícola de Ecuador, por su injerencia con la seguridad y soberanía alimentaria. Por la superficie cultivada, es el alimento principal en la dieta de los ecuatorianos; el consumo per cápita de arroz en el país para el 2007 fue de 48,50 kg/persona/año.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2008), el rendimiento promedio de arroz en cáscara en el país para el año 2007 fue de 4,36 t/ha, rendimiento ligeramente inferior al promedio de Sudamérica que se encontraba en 4,39 t/ha. En el año 2008 se sembraron 382.880 hectáreas de arroz, de las cuales 376.391 correspondieron a la región Costa, y el resto 6.488 ha a las regiones de la Sierra y del Oriente. Las provincias de Guayas y Los Ríos ocuparon el 58,06 y 35,92 %, respectivamente. Se estima que el 60% del total del área sembrada corresponde al sistema de secano (cultivo que depende de lluvias) con promedios de rendimiento entre 2.5 y 4.0 t/ha. y el 40% es sembrado bajo condiciones de riego, con niveles de producción entre 5.0 y 6.5 t/ha (Mendoza et al. 2011). El arroz producido bajo el sistema de secano, por estar más sujeto a stress ambientales presenta generalmente inferior calidad comercial del grano en comparación al producido bajo condiciones de riego.

El cultivo de arroz utiliza la mano de obra de numerosas familias de los estratos socioeconómicos rurales medios y bajos, también genera ingresos a otros sectores que intervienen en el proceso (industriales, comerciantes, mayoristas, minoristas y transportistas). Se estima que el 11% de la población económicamente activa del sector agrícola trabaja en este rubro. Los subproductos de la fase de campo e industrial (arrocillo y polvillo) se utilizan en actividades relacionadas a producción bovina, porcina y avícola (MENDOZA, et al 2010).

## **A. PROBLEMATIZACIÓN**

Como el arroz es un cereal consumido, básicamente, en forma de granos enteros, su beneficio comprende un conjunto de operaciones, que dependen del proceso industrial al cual el producto es sometido para la obtención de arroz integral, pulido o parbolizado. Sin embargo, la calidad final del producto depende de los cuidados recibidos por el cultivo, principalmente en el momento adecuado de cosecha. Cuando el material permanece en el campo o expuesto a condiciones ambientales adversas, ocurren pérdidas por desgrane natural y fisuras de granos, que se reflejan en el bajo rendimiento de granos enteros en el pilado. Lo mismo sucede cuando la cosecha es realizada con alta humedad en los granos, o con granos todavía inmaduros, ocasionando granos malformados y yesosos (FERREIRA y YOKOJAMA 1999).

La cosecha anticipada provoca reducción en la producción y en el desarrollo imperfecto de las semillas, que presentan un alto contenido de humedad y frecuentemente con centro blanco; esto quiere decir, que se produce una formación incompleta de almidón en determinadas partes del endosperma. Además los granos yesosos presentan mala apariencia en el producto terminado, presentando granos débiles que se quiebran con mayor facilidad en las operaciones de pilado. Por otro lado, si la cosecha es realizada tardíamente, los granos presentan una humedad muy baja, produciendo pérdidas por: desgrane natural, por acame, ataque de insectos, pájaros y roedores. Pero, principalmente el mayor perjuicio por disminución de humedad es la reducción en el rendimiento de granos enteros durante el pilado, disminuyendo drásticamente su valor comercial y por ende aumentando los costos de operación. .

Las condiciones climáticas típicas de la época de cultivo y la exigencia cada vez mayor de productos de calidad para atender las necesidades de la población nacional y exportar los excedentes, son aspectos importantes para que los agricultores y la agroindustria arroceras sigan las recomendaciones técnicas y operacionales obtenidas por la investigación.

El precio que se paga al productor depende de la calidad física del grano verificada después del beneficio, y el porcentaje de granos enteros es uno de los más importantes ítems para determinar el valor comercial. El rendimiento total (enteros más quebrados) varía de acuerdo con el cultivar, con el contenido de humedad, con la forma y tamaño de los granos, el método de cosecha y de secado, y con las condiciones climáticas después de la floración. La calidad física del arroz después del beneficio depende de los efectos del ambiente, durante el periodo de formación de los granos, genotipos, de las prácticas de manejo utilizadas durante el desarrollo del cultivo, de la cosecha, del secado y el proceso de remoción de la cáscara y pulido del grano. Además de estos factores, la presencia de granos de arroz rojo junto a los granos de los cultivares, contribuye para disminuir la calidad física del arroz.

## **B. JUSTIFICACIÓN**

El arroz después de alcanzar la madurez fisiológica, que ocurre en torno de 28 a 30% de humedad, permanece en el campo aguardando la reducción natural de humedad para ser cosechado. Para la mayoría de las variedades hay un consenso de que la cosecha debe ser realizada cuando los granos presentan entre 20% a 22% de humedad.

Si bien la humedad óptima de cosecha, está íntimamente relacionada al genotipo (variedad), existe un valor de humedad para cada uno de ellos, debajo del cual se generan numerosas fracturas en el grano y consecuentemente, el porcentaje de granos enteros es significativamente disminuido. Es así que, en algunos cultivares, la humedad de cosecha no debe ser menor del 18% y otros en que este valor puede ser tan bajo como 14%, sin afectar su rendimiento industrial. Dada la importancia de esta característica ligada al genotipo, cada nuevo cultivo debe ir acompañado del correspondiente dato de humedad de cosecha de modo a preservar la calidad del grano y el perjuicio económico del productor.

Las variaciones en el rendimiento de granos enteros durante el proceso de pilado son más frecuentes en arroz sembrado en condiciones de secano (cultivo que depende de

lluvias) que en arroz de riego, ya que el cultivo está más sujeto a los efectos de las alteraciones climáticas, sobre todo stress hídrico. El grano de arroz se quiebra debido a varias causas y la principal de ella se debe al hecho de que los granos ya salen del campo con fisuras ocasionadas por la rehidratación debido a lluvias, rocío y/o humedad relativa del aire elevada y por deshidratación en las horas más calientes del día.

También hay evidencias de que el tiempo de almacenamiento contribuye para aumentar el porcentaje de granos enteros durante el pilado. Una de las probables causas sería la menor adherencia de la cáscara al endosperma, permitiendo su fácil remoción durante el descascarado, disminuyendo de esta manera el índice de quiebra.

El estado de maduración también influye en la viabilidad y el vigor de las semillas de arroz para fines de siembra. El punto de completa maduración de la semilla es generalmente considerado como el momento en que ella alcanza el máximo contenido de materia seca durante la fase de desarrollo y maduración en el campo.

En determinadas situaciones de cultivo es común el atraso en la cosecha, como consecuencia de eso hay demandas por informaciones sobre estrategias que pueden ser adoptadas para mantener la calidad del producto, en razón del tiempo de permanencia en el campo. Ese atraso puede afectar directamente la calidad fisiológica de las semillas y la calidad física de los granos. Debido a la escasez de información de carácter regional de la influencia del momento óptimo de cosecha, sobre la productividad, rendimiento de granos enteros en el pilado y calidad fisiológicas de las semillas, la presente investigación pretende determinar la mejor época de cosecha para mantener altos rendimientos de arroz y un producto final de alta calidad fisiológica e industrial con adecuada aceptación comercial.

## **C. OBJETIVOS**

### **General**

- Determinar la influencia del momento de cosecha sobre el rendimiento de granos enteros en el pilado y la calidad fisiológica de las semillas de arroz.

### **Específicos**

- Determinar el rendimiento de granos enteros en las variedades: Fedearroz 21 y SFL- 09.
- Establecer la época de cosecha más adecuada para la obtención de semillas de calidad de las variedades Fedearroz 21 y SFL- 09, en función del tiempo de floración.
- Evaluar la calidad industrial del grano, en función de las épocas de cosecha.

## **D. HIPOTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA**

**Ho 1:** La época de cosecha no influye en el rendimiento de granos enteros de las variedades de arroz Fedearroz 21 y SFL- 09.

**Ho 2:** El momento de cosecha no influye en la obtención de semillas de calidad de las variedades Fedearroz 21 y SFL-09, en función de la época de cosecha y del tiempo de floración.

**Ho 3:** La época de cosecha no influye en la calidad industrial del grano de arroz.

### **HIPOTESIS ALTERNATIVA**

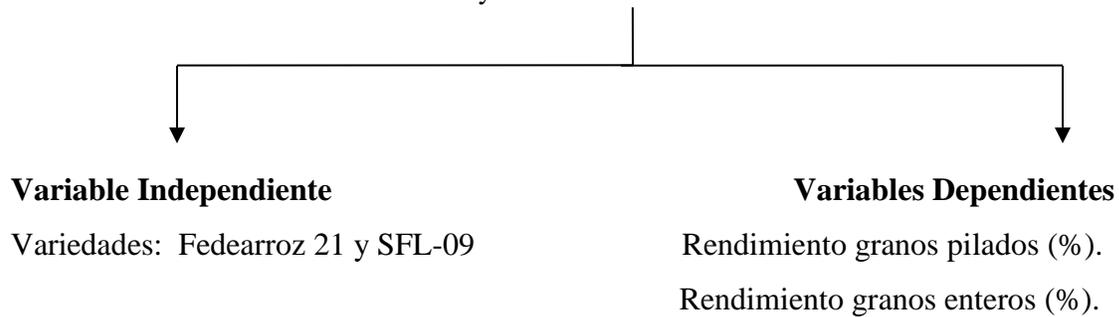
**Ho 1:** La época de cosecha influye en el rendimiento de granos enteros de las variedades de arroz Fedearroz 21 y SFL- 09.

**Ho 2:** El momento de cosecha influye en la obtención de semillas de calidad de las variedades Fedearroz 21 y SFL-09, en función de la época de cosecha y del tiempo de floración.

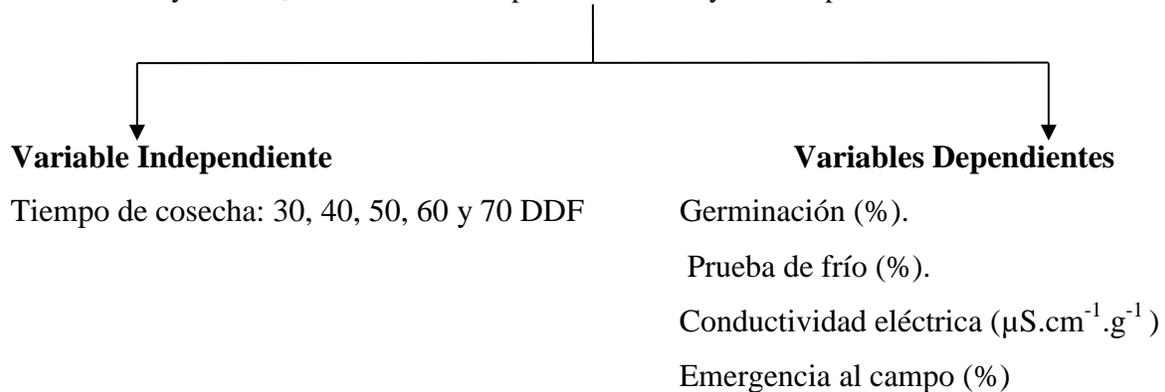
**Ho 3:** La época de cosecha influye en la calidad industrial del grano de arroz.

## E. VARIABLES E INDICADORES

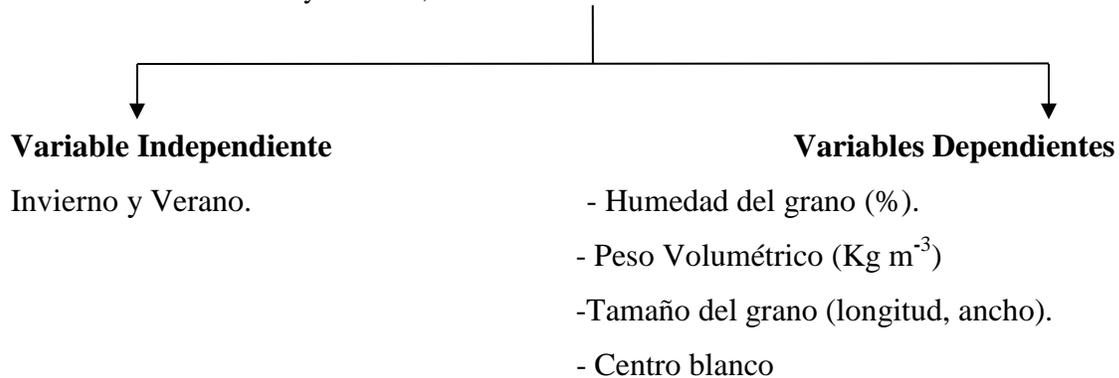
**Ho 1:** La época de cosecha no influye en el rendimiento de granos enteros y quebrados de las variedades de arroz Fedearroz 21 y SFL- 09.



**Ho 2:** El momento de cosecha no influye en la obtención de semillas de calidad de las variedades Fedearroz 21 y SFL-09, en función de la época de cosecha y del tiempo de floración.

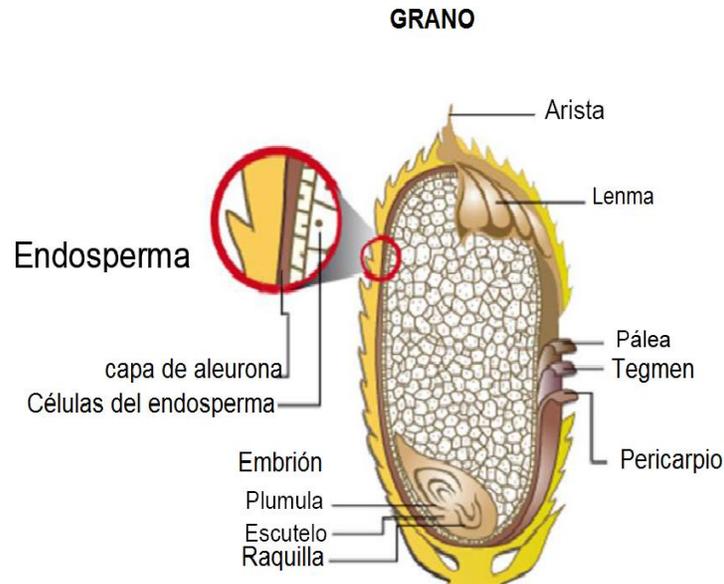


**Ho 3:** La época de cosecha no influye en la dinámica del contenido de humedad del grano de las variedades Fedearroz 21 y SFL- 09, en función de los momentos de cosecha.



## II. MARCO TEORICO

### A.- Morfología del grano



**Figura 0. Estructura del grano de arroz.**

Morfológicamente, el fruto de las gramíneas, familia Poaceae, es un fruto-semilla conocido como cariopsis o grano cuyo tegumento testa que envuelve a la semilla, se encuentra directamente ligado al pericarpio, membrana que envuelve al fruto (Figura 1). En el caso del arroz, toda esa estructura se encuentra cubierta por las glumas, lenma y pálea que constituye la cáscara y son removidas durante el beneficio del producto para consumo. El arroz es un cereal consumido principalmente como grano entero, constituido de diferentes tejidos, con estructura, composición y funciones bastante diferenciadas (PASCUAL, 2010).

La cáscara proporciona una protección exterior al endosperma y constituye en media un 20% del peso bruto del arroz, pero los valores pueden variar de 16% a 28%. La distribución del peso del arroz integral es: pericarpio 1 a 2%, sumada la aleurona 4 a 6%, embrión 1%, y endosperma 90 a 91%. El endosperma consiste en la capa de aleurona e incluye el embrión. Este, se localiza en la parte ventral del grano, en su

porción basal y contiene las estructuras esenciales para la formación de una nueva planta y perpetuación de la especie.

## **B. Calidad Nutricional**

El arroz es una excelente fuente de energía, debido a la alta concentración de almidón, proporcionando también proteínas, vitaminas y minerales, posee bajo contenidos de lípidos. Por tanto, debido a la importancia del arroz en la dieta de gran parte de la población mundial, su calidad nutricional afecta directamente a la salud humana (WALTER et al, 2008).

Este cereal es constituido principalmente por almidón, presentando cantidades menores de proteínas, lípidos, fibras y cenizas. Entre tanto, la composición del grano y de sus fracciones está sujeta a diferencias varietales, variaciones ambientales, de manejo, de procesamiento y de almacenamiento, produciendo granos con características nutricionales diferentes (KENNEDY et al, 2002).

Además, los nutrientes no están uniformemente distribuidos en las diferentes fracciones del grano. Las capas externas presentan mayores concentraciones de proteínas, lípidos, fibra, minerales y vitaminas, mientras que el centro es rico en almidón. De esta forma el pulido resulta en reducción del contenido de nutrientes, excepto de almidón, originando diferencias en la composición entre el arroz integral y el pulido (ZHOU, 2002).

Las variaciones en la composición del arroz, tanto debido al genotipo como al procesamiento, son interesantes para la alimentación, debido a la diferencia en las características nutricionales, pudiendo utilizarse el arroz con diferentes fines en la dieta. Se debe enfatizar que la principal forma de consumo del grano, el arroz blanco pulido, presenta reducción en la concentración de la mayoría de los nutrientes, afectando significativamente las características nutricionales (MARCHEZAN, 2008). El arroz parbolizado contiene más proteína, lípidos, cenizas, fibra bruta, azúcares reductores y

amilose, siendo por lo tanto, más nutritivo que el arroz blanco pulido (WALTER et al, 2008).

## **1. Carbohidratos**

Los carbohidratos son los principales constituyentes del arroz. Además del almidón, que corresponde aproximadamente el 90% de materia seca del arroz pulido, también está presente azúcares libres y fibra. El endosperma está compuesto principalmente por almidón. El salvado y el germen presentan principalmente fibra, conteniendo pequeñas cantidades de otros carbohidratos (JULIANO, 1993). Los azúcares libres están localizados principalmente en las capas externas del grano, siendo su concentración afectada por la variedad, grado de pulido y procesamiento (MARCHEZAN, 2008). La concentración de almidón en el arroz puede variar debido a factores genéticos y ambientales. El procesamiento también influye en el porcentaje de almidón, siendo este mayor en arroz blanco pulido (87,58%) y en parbolizado pulido (85,08%) en comparación con integral (74,126), debido a la remoción de salvado.

Los polisacáridos no digeridos por las enzimas en el aparato gastrointestinal, como celulosa, hemicelulosa, almidón resistente y pectinas, forman parte de la fracción de fibra. Su concentración es mayor en las capas externas del grano y disminuye en dirección del centro, resultando en baja concentración de estos componentes en los granos sometidos al pulido. Además de las diferencias en los contenidos de fibra total debido a las características genotípicas y de procesamiento, se ha observado diferencias en las proporciones de los componentes de fibra entre arroz ceroso (alto contenido de amilopectina) y el no ceroso (bajo contenido de amilopectina). El arroz ceroso presenta mayor proporción de hemicelulosa (41,1%), con menor concentración de sustancias pécticas (31,9%) y celulosa (26,9%). El no ceroso, presenta mayor cantidad de sustancias pécticas (43,7%) y menor de celulos (32,7%) y hemicelulosa (23,7%).

El mayor consumo de fibra en la dieta ha sido asociado a la reducción de la presión arterial, en la concentración de colesterol total, de lipoproteínas de baja densidad (colesterol LDL) y triglicéridos, y al control de glicose sanguínea (BEHALL; SCHOLFIELD, HALLFRISCH, 2006), auxiliando en la prevención y control de algunas enfermedades crónicas, como diabetes y enfermedades cardiovasculares. Entre tanto, en algunos casos, la fibra puede perjudicar la absorción de minerales debido a su capacidad de fijación y/o secuestro de estos (MARCHEZAN, 2008).

## **2. Proteína**

La calidad de una proteína está relacionada a su capacidad de suplir las exigencias del organismo. Está basada en la cantidad de aminoácidos esenciales y depende de la digestibilidad del organismo (CINTRA et al., 2007).

El arroz generalmente es considerado como uno de los de menor contenidos de proteínas dentro de los cereales (ZHOU et al., 2002), siendo ese grano uno de los más consumidos en el mundo, por lo que es importante que sean investigados formas para aumentar el contenido y la disponibilidad de proteína en este cereal (JULIANO, 1993). El contenido de proteínas no presenta diferencias entre los procesamientos; el arroz integral (10,5%) tiene valores un poco más elevados que el parbolizado (9,4%), y este un poco más que el blanco (8,93%).

## **3. Lípidos**

La mayor concentración de lípidos ocurre en el germen (1/3 de contenido total) y en la capa de aleurona. De esta forma, la concentración de lípidos es mayor en arroz integral, siendo reducida con el pulido, observándose generalmente concentraciones inferiores a 1% en arroz pulido (MARCHEZAN, 2008). Entre los tipos de arroz integral y el parbolizado integral no hay diferencias significativas en el contenido de lípidos. Se han encontrado valores medios de 2,69% y 2,65%, respectivamente, semejantes a los relatados en algunos cuadros de composición de los alimentos.

#### 4. Minerales

El contenido mineral es muy influenciado por las condiciones de cultivo, incluida la fertilización y condiciones del suelo, y el procesamiento. De manera general, los minerales se presentan en mayores concentraciones en las capas externas del grano, con aproximadamente 72% de salvado y 28% en el grano pulido. Entre tanto, algunos minerales presentan distribución más uniforme, como sodio y calcio, permaneciendo en el arroz blanco pulido 63% de sodio y 74% de calcio en arroz integral (ITANI, 2002). Aunque el arroz integral tiene mayor cantidades de minerales en comparación con el pulido, esto no significa necesariamente mayor cantidad de minerales absorbidos por el organismo, ya que la biodisponibilidad puede ser afectada por la presencia de mayores contenidos de fibra y ácido fólico en el arroz integral (JULIANO, 1993).

Con la parbolización, se observa el aumento en el contenido mineral comparado con el arroz blanco pulido, relacionado a la migración de minerales de las capas externas para el endosperma durante el proceso (JULIANO, 1993). La parbolización resulta en un aumento de 18% de cenizas en relación al blanco pulido.

Por otra parte, el arroz parbolizado pulido presenta mayor contenido mineral comparado con el arroz blanco pulido, aunque este efecto no es uniforme para cada elemento. El contenido de potasio y fósforo son semejantes para arroz parbolizado integral; al contrario, los contenidos de magnesio, hierro, sodio y selenio fueron perdidos con el mismo grado de pulimiento entre el arroz parbolizado. Otros elementos, como manganeso, calcio y zinc presentaron una pérdida significativa en arroz parbolizado, debido al tratamiento. La mayor pérdida de estos minerales en arroz parbolizado, en comparación con arroz pulido no era esperada y puede indicar que esos minerales fueron para las capas externas de los granos durante la parbolización, y posteriormente, fueron removidos por el pulido.

### **C. - Efectos del momento de cosecha**

La cosecha es una de las etapas más importantes en el proceso de producción de arroz y, cuando es mal conducida, acarrea pérdidas de granos y un producto de bajo valor industrial, tanto cosechas anticipadas como tardías afectan la producción de granos y la calidad del producto. El punto óptimo de cosecha corresponde a la fase de madurez fisiológica del arroz en que se obtienen mayor rendimiento de granos enteros en el beneficio y menor pérdida de granos en el campo. La combinación de baja humedad de las semillas y alta rotación del cilindro trillador, así como elevada humedad, resulta en mayor daño mecánico en las semillas (HAMER e PESKE, 1997). La calidad física y fisiológica de la semilla de arroz depende de la variedad, estado de maduración, contenido de humedad y daños mecánicos que pueden ocurrir durante la cosecha, secado, beneficio y almacenamiento.

De acuerdo con FONSECA y SILVA (1997), cuando el arroz permanece en el campo por mucho tiempo queda sujeto a rehumedecimiento de los granos, y cuando la humedad cae debajo del límite crítico (16%), los granos se pueden agrietar, resultando la aparición de granos quebrados en el beneficio. Esto puede ocurrir debido al rocío, alta humedad relativa del aire y principalmente debido a la lluvia. Sin embargo los problemas pueden ocurrir si la cosecha es realizada con alto contenido de humedad, pues productos con elevada humedad son más difíciles de cosechar, razón por la cual la capacidad de cosecha de una maquina es sensiblemente reducida.

El arroz alcanza el punto de madurez adecuada cuando dos tercios de los granos de la panícula están maduros. Por lo que cosechar en la época adecuada es de fundamental importancia para obtener un producto de mejor calidad y con mayor rendimiento de granos enteros. Cuando el arroz es cosechado con un contenido de humedad del grano muy alto, la producción es perjudicada por la elevada presencia de granos verdes, yesosos y malformados, que no completarán su desarrollo. Además, los granos más leves y menos resistentes a la fricción se quiebran fácilmente durante su beneficio (descascarado y pulido), perjudicando la calidad del producto final. Si la cosecha es realizada tardíamente, con los granos presentando humedad muy baja, ocurren pérdidas

por desgrane natural, acame de las plantas y la calidad industrial del producto es afectada por la reducción del rendimiento de granos enteros, después del pilado. Este efecto se torna más drástico cuando ocurren periodos alternados de lluvia y sol intenso; pues, en este caso los granos ya van agrietados para las máquinas de beneficio (GUIMARAES, 1996).

A medida que avanza el proceso de maduración de los granos, disminuye su resistencia al ataque de las plagas y microorganismos. La cosecha debe ser realizada en el momento oportuno y de forma adecuada, ya que el retraso y los daños mecánicos pueden determinar que sean cosechados granos con calidad comprometida o con predisposición para grandes pérdidas durante el almacenamiento y/o su industrialización. El arroz que madura en condiciones de clima caliente y seco tiende a ser opaco, mientras que el que madura en condiciones de temperatura baja tiende a ser translucido y más resistente a la quiebra. Por otra parte, temperaturas bajas al inicio de la maduración en la fase del llenado de granos pueden ser perjudiciales, provocando un aumento de granos yesosos. La cosecha realizada en el momento adecuado, posibilita la obtención de mayor productividad, mejor calidad, mayor rendimiento industrial y menor incidencia de defectos en los granos. Si el grano de arroz se seca en la planta, al ser cosechado podrá estar en avanzado estado de deterioración y quedar impropio para la comercialización. Atrasos en la cosecha puede provocar desgrane, aumento de la contaminación por microorganismos, ataque de insectos y cantidad de granos agrietados, con consecuentes reducción de rendimiento de granos enteros. Retrasos en la cosecha significa exponer a los granos a grandes gradientes de humedad, que aumentan la cantidad de fisuras, las cuales, además de reducir el rendimiento de granos enteros, los predisponen a la deterioración en el almacenamiento (ELIAS, 2007).

La humedad más adecuada para la cosecha depende de diversos factores, en especial de la variedad sembrada y del método de cosecha al ser empleado, a partir de ahí frecuentemente se asocia el número de días pos-floración, a la calidad fisiológica y a las características físicas de las semillas. Por tanto, para determinar el punto de cosecha es preciso observar la fase de maduración en que se encuentra el tercio inferior de las

panículas con humedad arriba de 25% aumentan las posibilidades de que los granos no se suelten de las panículas, durante la trilla. Debajo de 18%, aumentan las pérdidas en la plataforma de corte y aumenta también los porcentajes de granos agrietados y la incidencia de defectos, principalmente de origen biológico, como manchados, picados y quemados. De ahí la importancia de realizar la cosecha cuando existen condiciones adecuadas, pues mientras más tiempo los granos permanecen expuestos a intemperies en el campo, mayores son las pérdidas por ataque de pájaros, roedores, hongos, insectos. La anticipación o retraso de la cosecha de arroz, produce granos con menores rendimientos de enteros y mayores incidencias de algunos defectos de clasificación, lo que reduce su conservabilidad y su valor en el mercado. (ELIAS, 2007).

Por otra parte, la planta de arroz presenta gran amplitud de humedad entre los granos de la base y el ápice de la panícula, en algunos casos esa diferencia puede ser superior a 10% de humedad, por lo que aquellas variedades que presentan rendimiento de pilado superior, presentan menor amplitud de humedad entre los granos de una misma panícula (MARCHEZAN, 1991).

La apariencia del endosperma es otra característica relevante, es determinada por el nivel de opacidad causado por el arreglo de los gránulos de almidón y proteína. Zonas opacas o yesosas son áreas donde el arreglo se produce en forma no compacta, formando espacios de aire entre sí. Esas áreas se pueden localizar en la región ventral, dorsal o central de los granos a lo que se conoce como centro blanco. El mercado consumidor es bastante exigente en cuanto a la translucidez del endosperma que puede estar influenciada por la cosecha de los granos todavía inmaduros, así como altas temperaturas nocturnas durante la fase de maduración del arroz. La amilosa es una de las dos fracciones que componen el almidón (la otra es la amilopectina), siendo el principal determinante de las características culinarias del arroz y puede variar de 1% a 37%. Las variedades se clasifican como de bajo contenido de amilosa (20%), intermedio (20% a 25%) y alto (25%). De esta manera, granos con bajo contenido de amilosa presentan granos acuosos y pegajosos, con contenido intermedio presentan granos sueltos y suaves y con altos contenidos de amilosa los granos son sueltos, secos y duros después de la cocción (JENNINGS et al, 1981).

En la mayoría de las variedades de arroz, los granos deben ser cosechados cuando el contenido de humedad fluctúe entre 18 a 23%. Al respecto, CANELLAS et al. (1997) estudiando el efecto de las prácticas de manejo sobre el rendimiento de granos y la calidad industrial de granos de arroz sembrado en condiciones de riego, evidenciaron que cosechas realizadas cuando los granos presentaban contenidos de humedad entre 17,5 y 22%, proporcionaron mayor cantidad de granos enteros.

En el proceso de la producción de semillas, la cosecha es una etapa importante, debiendo ser realizada lo más rápido posible, a partir que las semillas alcancen alto nivel de calidad. Para la mayoría de las especies, la cosecha debe ser realizada cuando las semillas alcancen el máximo peso seco, en su llamado punto de madurez fisiológica, el cual puede coincidir o no con el máximo vigor y germinación (MARCOS FILHO, 2005).

Por otra parte, las semillas de arroz son conocidas por presentar el ‘problema de fisuras ocasionadas principalmente por altos gradientes de humedad. El rocío originado durante la noche causa elevación de la humedad de las semillas en algunos puntos porcentuales y durante el día con el sol y el viento, las semillas secan, ocurriendo así absorción y pérdida de agua por las semillas, después de algunos ciclos, ocasionan fisuras, las cuales no afectan la calidad fisiológica, a pesar de reducir el rendimiento de molino. Sin embargo, varias fisuras cerca del embrión en una misma semilla afectaran su calidad (PESKE y BARROS, 2002).

Según PESKE (2001), existe una variación bastante perceptible en el estado de madurez de las plantas y entre las semillas de una misma planta, haciendo que la humedad varíe bastante. De esta forma, la cosecha de semillas se realiza cuando la humedad está más baja, para que la variación no sea tan evidente y todas las semillas estén maduras, permitiendo su desgrane. Por lo tanto, la cosecha en el punto de maduración fisiológica evita la deterioración de las semillas.

Para ANDRADE et al (2007), el periodo de floración a maduración del grano de arroz en el trópico está entre 30 y 35 días. El arroz debe cosecharse cuando el grano está maduro, para lo cual el mejor indicador es su contenido de humedad y el color del mismo. Si se cosechan con una humedad superior al 27% se obtendrá menor rendimiento, si se lo hace por debajo del 18% habrá pérdida de granos y calidad.

El arroz después de alcanzar la madurez fisiológica, que ocurre en torno de 28 a 30 % de humedad, permanece en el campo aguardando la reducción de humedad para ser cosechado (SOARES, 2001). Para la mayoría de las variedades, hay un consenso de que la cosecha debe ser realizada cuando los granos presentan de 20 a 22% de humedad (HESSE 1983; FERNANDEZ y AMORIN NETO, 1987).

La cosecha anticipada provoca reducción en la producción y en el desarrollo imperfecto de las semillas que se presentan con alto contenido de humedad y frecuentemente con centro blanco. Es decir, con formación incompleta de almidón en determinadas partes del endosperma. Granos yesosos además de presentar una deficiente apariencia del producto terminado, son más débiles y se quiebran más fácilmente en las operaciones de pilado (JULIANO, 1993).

El estado de maduración también influye en la viabilidad y el vigor de las semillas de arroz para fines de siembra. El punto de completa maduración de la semilla es generalmente considerado como el momento en que ella alcanza el máximo contenido de materia seca durante la fase de desarrollo y maduración en el campo (RAJANNA y ANDREWS, 1970).

GONÇALO y MACIEL (1975), verificaron que semillas de variedad EEA- 404 alcanzaron el punto de madurez fisiológica, es decir la máxima germinación, vigor y materia seca a los 32 días después de la antesis. LAGO et al (1997), observaron que el mejor intervalo de cosecha de la variedad de arroz IAC-4440 fue de 36 a 40 días después de la floración, destacando que las semillas cosechadas antes de la completa maduración son

más leves, mal formadas y menos vigorosas, con efectos negativos en la viabilidad y potencial de almacenamiento.

Por su parte, SMIDERLE et al (2008), manifiestan que cosechas realizadas a los 15 y 22 días después de la floración no son la más adecuada, pues reducen la calidad fisiológica de las semillas. Por lo tanto recomiendan que para la variedad BRS Paraima, la cosecha adecuada está comprendida entre 29 y 43 días después de la floración, cuando sus semillas presentan mayor productividad, masa seca, rendimiento de granos enteros, calidad fisiológica y potencial de almacenamiento.

FERNANDEZ y AMORIN NETO (1987) evaluando siete épocas de cosecha; 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 días después de la floración sobre la calidad de granos en seis cultivares de arroz, verificaron que los más elevados porcentajes de granos enteros fueron obtenidos con cosechas realizadas en torno de los 40 días después de la floración. En trabajos de investigación realizados por EPAMIG, citado por RIBEIRO et al. (2004) utilizando cuatro variedades de arroz de riego y ocho épocas de cosecha( 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 y 65 días después de la floración) fue constatado que para todas las variedades, el mayor porcentaje de granos enteros se obtuvo cuando la cosecha fue realizada a los 30 días después de la floración.

#### **D.- Calidad Industrial del Grano**

La calidad industrial del arroz es determinante para su aceptación y comercialización. Se define como el porcentaje de grano entero que se obtiene después de la operación del pilado. Se considera como grano entero, el grano descascarado o pulido que presenta un largo superior o igual a las tres cuartas partes del largo mínimo del tipo al que pertenece. Depende de muchos factores, entre ellos la variedad, las condiciones climáticas entre la madurez y la cosecha, el sistema de cosecha, secado, almacenamiento y condiciones de molinería, día de cosecha, altura de corte, estado de madurez y la regulación de la combinada automotriz (cosechadora), ya que si la regulación no es la correcta se puede producir daño mecánico en el grano (ALVARADO, et al. 2005). Tiene influencia directa en

la formación del valor de mercado alcanzado por el arroz en el momento de la comercialización; producto con mayor cantidad de granos enteros y sin defectos obtienen las mejores cotizaciones.

La calidad del grano de arroz es influenciada por el rendimiento de granos enteros y por el porcentaje de granos translúcidos, factores que determinan la aceptación de un cultivar tanto por el propietario de la piladora como por el mercado consumidor. A pesar de ser fuertemente afectada por factores intrínsecos de la variedad, la calidad de granos puede variar, dependiendo de las prácticas agronómicas realizadas y de condiciones climáticas verificadas durante el desarrollo del cultivo (ANDRADE et al., 1995). El peso hectolítrico, es otro factor estrechamente ligado al grado de humedad de los granos, grado de maduración, cultivar o variedades, condiciones de clima y suelo, fertilización, sistemas de producción (riego y seco), incidencia de plagas y enfermedades y en el beneficio de semillas. Para un mismo grado de humedad de granos, semillas o granos con mayor peso hectolítrico son considerados de mejor calidad.

Una de las causas que provocan quiebra de granos durante el proceso de pilado es la desuniformidad del contenido de agua en los granos al momento de la cosecha. El origen de esa diferencia está relacionado a varios factores, entre los que se destaca la característica de macollamiento y la duración de la floración del cultivar, obteniéndose granos que maduran en momentos diferentes. Esta variación del contenido de agua puede conducir a la formación de fisuras y la quiebra de granos, y se eleva a medida que el contenido de agua aumenta (MARCHEZAN et al. 1993). Los mismos autores, evaluando la relación entre las épocas de siembra, de cosecha y el rendimiento de granos enteros de variedades de arroz de riego, reportan que la época de cosecha que proporcionó mayor porcentaje de granos enteros es la de 30 a 40 días después de la floración plena, cuando la mayoría de los granos alcanzó un contenido de humedad de 18 a 25%.

Variaciones en el rendimiento de granos enteros después del proceso de pilado son más frecuentes en arroz de seco que en arroz sembrado en condiciones de riego, ya que está más sujeto a cambios en las condiciones climáticas, principalmente stress hídrico. El grano

de arroz se quiebra durante el pilado debido a varias causas, siendo la principal el hecho de que los granos ya salen del campo con rajaduras, ocasionadas por rehidratación debido a lluvias, rocío o humedad relativa del aire muy elevada o por contracción debido a la deshidratación en las horas más calientes del día (SOARES, 2001). De acuerdo con FONSECA et al, (2004) la principal causa de quiebra de los granos está relacionada a la absorción de agua, específicamente cuando la humedad está en torno de 16%. Cuando hay presencia de lluvias ellos se rehidratan bruscamente, lo que causa el agrietamiento y posterior quiebra durante el pilado.

SRINIVAS & BHASYAM (1985), MARCHEZAN (1993) relataron diferencias en el contenido de humedad entre los granos que componen la muestra al momento de la cosecha, y explican que esas diferencias pueden ser influenciadas por el proceso de macollamiento, dependiendo de la población de plantas, de la fertilidad el suelo, del clima y del cultivar, entre otros factores.

De acuerdo con KUNZE (1986), los granos de arroz presentan alta higroscopicidad, que se torna más acentuada a partir del momento en que alcanzan la maduración. Cuando el contenido de agua se encuentra a un nivel del 20%, ellos entran en equilibrio con las condiciones del ambiente. De esta manera, los granos pueden secar bastante en el día y sufrir fisuras por efectos de reabsorción de agua durante la tarde y la noche. El autor resalta que el proceso diario de pérdida de agua es determinante en la formación de fisuras en los granos y su quiebra durante el pilado. Una noche húmeda, después un día seco puede tener más influencia en el porcentaje de granos quebrados que todas las prácticas de cultivo empleadas. Por lo tanto, la cosecha realizada en el momento adecuado es de extrema importancia para poder obtener una buena calidad del producto.

CHAU & KUNZE (1982) en trabajo realizado para determinar la amplitud de variación del grado de humedad entre los granos del ápice y de la base de una panícula, concluyeron que esta depende del grado de maduración de la panícula, que estuvo alrededor de 10%. Por ende, al comparar el contenido de agua de los granos de las panículas más maduras y de las panículas maduras de un cultivo, en el momento adecuado de cosecha, verificaron

diferencias de hasta 46%. Características del grano, como composición química, velocidad de absorción de agua, dureza, largo, ancho, espesor, centro blanco del grano u otras, son referidas como influyentes para obtención de granos enteros.

Observaciones realizadas por SANTANA (1989) indican que el arroz, cultivado en sistema de secano presenta de modo general, además de baja productividad, calidad de grano inferior cuando comparado con material producido en condiciones de riego. La mayor causa de ese problema, además de los atribuidos a factores genéticos, está relacionada con los periodos de deficiencia hídrica que la planta sufre durante el ciclo. El autor resalta que el porcentaje de granos vanos y yesosos aumenta considerablemente durante las fases de emisión de panícula e llenado de granos.

De acuerdo con FONSECA et al., (2004) la principal causa de quiebra de granos esta relacionada con la absorción de agua, mas específicamente cuando la humead de los granos está en torno de 16%. En presencia de lluvia los granos se rehidratan bruscamente, lo que causa fisuras y posterior quiebra en el beneficio. Según esos autores, los cultivares se diferencian mucho en cuando a la capacidad de soportar ese rehumedecimiento; por tanto, el punto ideal de cosecha difiere entre ellos. Por lo que surgieren, que para la obtención de mejores rendimientos de granos enteros, la cosecha sea efectuada entre 30 y 40 días después de la floración, recomendando monitorear la humedad de los granos, pues este tiempo puede variar de un año para otro.

El rendimiento de granos enteros significa la cantidad de granos enteros obtenidos después del beneficio industrial y es uno de los parámetros más importantes para determinar el valor de comercialización de arroz. La presencia de granos quebrados en un lote de arroz es una característica indeseable, pues disminuye la calidad y el valor comercial del producto. Además la reducción del valor económico, puede ocurrir también, la disminución de la cantidad total de granos descascarados, o sea, el rendimiento de beneficio, pues la fracción de granos puede ser eliminada junto con las cáscaras. A medida en que avanza el proceso de maduración de granos, disminuye su resistencia al ataque de plagas y de microorganismos. La cosecha debe ser realizada en el momento oportuno y de

forma adecuada, pues el retraso y los daños mecánicos pueden determinar que sean cosechados granos con calidad ya comprometida o con pre-disposición para grandes pérdidas durante el almacenamiento y/o industrialización (MENEZES et al., 1997).

La humedad de cosecha está directamente asociada con la calidad y con el rendimiento industrial de granos. Cosecha con humedades inadecuadas puede perjudicar esa calidad, por la reducción en la conservabilidad y el rendimiento del producto, así como promover una mayor presencia de defectos, los cuales se intensifican durante el almacenamiento, perjudicando la tipificación en la clasificación comercial de granos, reduciéndoles calidad y valor. Si bien la humedad óptima de cosecha está íntimamente relacionada al genotipo, existe un valor de humedad para cada uno de ellos, debajo del cual se generan numerosas fracturas en el grano y consecuentemente, su porcentaje de granos enteros es sensiblemente disminuido. Es así que en algunos cultivares, la humedad de cosecha no debe ser menor de 18% y otros en que este valor puede ser tan bajo como 14%, sin afectar su rendimiento industrial (LIVORE, 2002).

El rendimiento de granos enteros y la frecuencia de apareamiento de defectos de clasificación son influenciados por la variedad, por la humedad de cosecha y por los métodos de beneficio del arroz. Para la mayoría de variedades, los granos deben ser cosechados cuando su humedad fluctúa entre 18 y 23% de humedad. Si, por un lado, la cosecha realizada en la franja de humedad recomendada minimiza las pérdidas, por otro lado requiere uso de secado artificial. Con todo, es importante realizar la cosecha en el momento que exista condiciones apropiadas, pues mientras más tiempo los granos permanecen expuestos a la intemperie en el campo, mayores serán las pérdidas, por el metabolismo de los propios granos y por el embate de pájaros, roedores, insectos y hongos (CRUSCIOL et al, 1999).

## **E.- Beneficio Industrial**

Arroz beneficiado es el producto maduro, que después de sometido al proceso de beneficio, se encuentra desprovisto de su cáscara. Comercialmente, es clasificado en grupos, subgrupos, clases y tipos. La clasificación en grupos está relacionada con la forma de presentación de granos: en cáscara y beneficiado. En subgrupos, con la forma de preparación: en cáscara o natural y beneficio integral, parbolizado, parbolizado integral o pulido. En clases, de acuerdo con las dimensiones de los granos, se clasifican en: largo fino, largo, medio, corto o mezclado. Los tipos, expresados con número de uno a cinco, están relacionados con los porcentajes de granos quebrados y de defectos, caracterizados como defectos graves y generales agregados.

Las operaciones industriales o de beneficio, al ser realizadas en los granos de arroz dependen de características intrínsecas del producto y de la forma de preparación industrial para cada subgrupo. Para la industrialización de arroz blanco pulido, por ejemplo, los granos son sometidos a operaciones de limpieza, descascarado, pulido y clasificación. Humedad de beneficio entre 13 y 14 % en el proceso convencional de obtención de arroz blanco pulido permiten la obtención de mayores rendimientos de granos enteros (ROMBALDI, 1988; NORA, 1992; ELIAS, 1998). El beneficio del arroz puede ser hecho por procesos como pulverización, maceración o convencional. El benéfico convencional es el más aplicado, siendo que el 80% de arroz consumido es blanco pulido. Sin embargo, el consumo de parbolizado crece de 4 a 5 % para cerca de 20% en las últimas dos décadas (ELIAS et al., 1998).

De acuerdo con el subgrupo blanco pulido de arroz beneficiado, los defectos generales son constituidos por el total de averiados, manchados, picados, amarillos, con hendiduras y yesosos, en cuanto a los graves son representados por materias extrañas, impurezas, granos con hongos y amarillos.

En el beneficio convencional, después de la limpieza, los granos son desprovistos de las glumelas, una operación denominada de descascaramiento, realizada por máquinas con

rodillos que giran en sentido contrario y con velocidades diferentes. Los granos descascarados, pueden ser comercializados como arroz integral. Con todo, su periodo de validez para el consumo es reducido en relación al arroz pulido debido a la mayor degradación de sus componentes lipídicos (ELIAS et al., 1998).

El pulido es realizado por equipos constituidos de dos partes principales. Una externa, que por ser una pared perforada con columnas de caucho, espaciadas entre sí, formando una camisa sobre la parte interna, está constituida por un cono de piedra giratorio. El paso de granos por el interior del pulidor, promueve una fricción en su superficie, removiendo las capas periféricas de la cariopsis (pericarpio, película de semilla, nucela, aleurona y parte del endosperma amiláceo), las cuales originan la harina. El pulido se realiza por el paso sucesivo de los granos de arroz por una serie de conos pulidores, hasta ser alcanzado el grado deseado, disminuyendo así las quiebras durante la operación (ELIAS et al., 1998)

La etapa final y la clasificación, siendo ejecutada por varios equipos como zarandas y cilindros alveolados o "trieurs", que forman la separación de granos por dimensiones. La separación por diferencias de color es realizada por máquinas dotadas de células fotoeléctricas, las cuales causan el paso de los granos de coloración fuera del patrón estipulado, siendo los mismos separados de los demás por un flujo de aire comprimido (ELIAS et al., 1998).

El rendimiento de granos enteros en el beneficio, es uno de los parámetros más importantes para determinarse el valor de comercialización de arroz. El precio pagado al productor depende de la calidad física de los granos, verificada después del beneficio, siendo que, cuanto mayor el porcentaje de granos enteros, mayor es el precio pagado por el arroz. La quiebra ocurre, principalmente, durante los procesos de descascarado y de pulimento. La mayoría de los granos quebrados durante el beneficio presenta fisuras anteriores al proceso (ELIAS et al., 1998).

La operación de cosecha normalmente no coincide con los valores máximos de germinación y de vigor de las semillas, los cuales ocurren en el momento de la madurez

fisiológica. Se resalta que procedimientos adecuados de cosecha deben ser determinados para cada variedad cultivada en una determinada región (AZEVEDO, 1975). Los granos largos y muy finos de ciertas variedades se quiebran con mayor facilidad, mientras que variedades de maduración desuniforme tienden a producir un excesivo número de granos inmaduros (WEBB, 1980). Cuando es mal conducida la cosecha, acarrea pérdidas, comprometiendo los esfuerzos y las inversiones dedicadas al cultivo durante todo el proceso de producción.

En el cultivo de arroz, la cosecha anticipada puede corresponder a la excesiva cantidad de semillas inmaduras, mal formadas y vanas, resultando en disminución del rendimiento, bajo vigor y calidad de las semillas, que se presentan con alto contenido de humedad y frecuentemente yesosos, es decir, con formación incompleta de los granos. Con la cosecha tardía ocurre el agrietamiento de las semillas, el aumento del desgrane natural y el acame de las plantas (FRANCO, 2009). La cosecha tardía también expone al cultivo a riesgos climáticos y al ataque de insectos, enfermedades y pájaros, reduciendo la productividad, así como el aceleramiento del proceso de deterioración de las semillas (GOMES e MAGALHÃES JÚNIOR, 2004), perjudicando la calidad de la semilla, ya que cuando las semillas maduras son fisiológicamente independientes de la planta madre y se encuentra efectivamente almacenadas en el campo (AZEVEDO, 1975).

Para SMIDERLE Y PEREIRA (2008), la calidad física y fisiológica de las semillas de arroz dependen además del cultivar y del estado de maduración, también del contenido de humedad y de los daños mecánicos (impactos, roces y tensiones) que pueden ocurrir durante la cosecha

La presencia de lámina de agua en el cultivo hasta el momento de la cosecha, puede retrasar el proceso de pérdida de agua de la semilla, con la consecuente disminución de la presencia de granos muy secos, contribuyendo para disminuir las pérdidas por daños físicos y fisiológicos. Según ARONI et al. (1987), la mayoría de las variedades presentan reducción en el rendimiento de granos enteros después que alcanzan determinado grado de maduración. Semillas muy secas están sujetas a agrietamientos en el campo, que favorecen

su quiebra en las operaciones de cosecha y posterior beneficio. Altos porcentajes de granos quebrados disminuyen sensiblemente el tipo y el valor comercial de un lote de arroz.

#### **F.- Agroindustria del arroz.**

La agroindustria, sector de industrialización y transformación de productos agrícolas, agrega valores, multiplica ganancias, genera empleos y mueve la economía, por los salarios, lucros, intereses, alquiler e impuestos. De ese modo, por cuestión estratégica, la agroindustria tiende a estar localizada en las regiones productoras o próximas de estas. Esa proximidad incrementa el desenvolvimiento de las regiones, pues crea un mayor y permanente vínculo estructural de la agroindustria con los demás sectores de la región productora.

Además de su función social, la agroindustria es un componente muy importante en la cadena productiva del arroz, porque de ella depende la diversificación y generación de nuevos mercados, formas de presentación de los productos y alternativas de subproductos, permitiendo el acompañamiento y detección de nuevas tendencias de mercado, estructura de distribución de los productos y aumento del número de consumidores. Actualmente, hay dos tipos de industrias de beneficio de arroz, aquellas que hacen algún proceso de industrialización, como por ejemplo, la parbolización, y las que apenas lo benefician. Estas últimas pueden, todavía, dividirse en dos tipos: las de baja y las de alta tecnología. Las de baja tecnología se limitan básicamente a descascarar y empaquetar el producto, en cuanto que las de alta tecnología, además de beneficiar y empaquetar, efectúan la selección electrónica de los granos, retirando aquellos granos yesosos y manchados.

Por otro lado, es muy importante para el agricultor trabajar con una agroindustria desarrollada, pues esa interacción facilita la comercialización de su producto, disminuyendo inclusive la dificultad de negociación, en consecuencia de la fluctuación de precios del producto. La industria, con frecuencia, se aprovecha el periodo en que el productor pasa por

dificultades para comercializar su producción, utilizando así, la ley de oferta y demanda para bajar los precios.

Esta situación ha desmotivado la expansión de la rizicultura profesional y, consecuentemente, la oferta de materia prima para las agroindustrias. La agroindustria acompaña y amplía el mercado del producto, capta con más agilidad nuevas tendencias y exigencias de la cadena productiva, principalmente del mercado consumidor, viabiliza y aumenta la expansión de producción, reduce el volumen del producto, agregando valores y disminuyendo el precio de transporte, diversifica y viabiliza la forma de presentación del producto en el mercado.

En nuestro país hay alrededor de 1541 unidades que se dedican a la industrialización del arroz, en ellas se almacenan los inventarios en época de cosecha, pero también se definen la calidad y precio. En las provincias de Guayas y Los Ríos se encuentra el 94% de las piladoras, el resto están ubicadas en Manabí, Loja, Pichincha y Esmeraldas. Pero solo el 10% son tecnificadas, es decir, cuentan con máquinas especiales para secar, descascarar, pulir y clasificar el arroz, el 15% del arroz que se comercializa corresponde a este nicho de mercado. La poca capacidad de industrialización se debe a la falta de tecnificación, por lo que con un sistema rudimentario no se logra una homogeneidad del grano disminuyendo su calidad (CORPCOM, 2008).

### **G.- Calidad fisiológica de las semillas**

La semilla es el vehículo que lleva al agricultor todo el potencial genético de un nuevo y superior cultivar. Desde el punto de vista agronómico, es el insumo que da origen a un nuevo cultivo y de la cual, en función de sus características y de la manera como es utilizada, dependen los resultados de la nueva zafra. La calidad de la semilla es imprescindible para el establecimiento adecuado de la población de plantas en el campo, su pleno desarrollo y producción, siendo un insumo básico en cualquier sistema de producción agrícola. Propicia la maximización de la acción de los demás insumos (fertilizantes, correctivos) y factores de producción empleados en el cultivo, a fin de

alcanzar altas productividades de granos. La alta calidad de la semilla reduce los prejuicios causados por la competición con malezas, por garantizar adecuada población de plantas de arroz y por evitar la dispersión de semillas de malezas y enfermedades (NUNES, 2011).

Según DELOUCHE (2005), la calidad fisiológica de las semillas se refiere a su capacidad de realizar su función primaria de propagación, la cual puede ir de cero a un total de perfecta capacidad, comúnmente descrita o caracterizada en términos de porcentaje de germinación y, más recientemente de vigor.

Se considera una semilla de alta calidad aquella de especies y cultivares libres de semillas de malezas y otras especies, con elevada capacidad germinativa y vigor, adecuadamente tratadas, con grado de humedad adecuado y de buena apariencia general, para que se pueda obtener homogeneidad de población, ausencia de enfermedades transmitidas por semillas, elevado vigor de las plantas y, consecuentemente, mayor cantidad y calidad de producción (AOSA, 1983).

El potencial máximo de productividad de un determinado cultivo es definido por la carga genética contenida en las semillas, haciendo con que todos los procesos y prácticas de cultivo sean planificados y conducidos en función de las mismas. En otras palabras, producción con alta calidad y cantidad, solamente es obtenida con semillas de elevada calidad genética, asociada a técnicas y prácticas agrícolas que propicien las mejores condiciones para un adecuado desarrollo del material genético. Sin embargo, en todos los cultivos después de la madurez fisiológica de las plantas, las semillas van perdiendo el contenido de agua y con eso va ocurriendo deterioración que es inexorable, irreversible y progresiva (DELOUCHE, 2005).

FRANCA NETO (1984), considera que las mayores pérdidas ocurren cuando las semillas secas quedan expuestas al agua de lluvia o al rocío. Temperaturas altas y lluvias frecuentes en el período de cosecha y alta humedad durante el almacenamiento pueden resultar en una rápida y extensiva deterioración, causando baja germinación, en el vigor y

en la sanidad de las semillas. Otros factores interactúan para acelerar los procesos deteriorativos, tales como inmadurez de la semilla, daños mecánicos e insectos.

DELOUCHE (2005) refuerza diciendo que la duración del proceso de deterioración es determinado principalmente por la interacción entre herencia genética, el grado de hidratación de la semilla y temperatura, y que la velocidad de la deterioración varía entre semillas individuales dentro de un lote, como resultado de las diferentes condiciones y traumas a los que ellas fueron expuestas.

Para evaluar la calidad fisiológica y acompañar todo el procesamiento de las semillas son necesarios métodos rápidos que puedan ser estandarizados y reproducibles. Estos resultados son de gran valor para el beneficio, conservación, comercialización y siembra de semillas. Es de suma importancia que las pruebas de germinación, de vigor, así como de pureza, sanidad sean realizadas para evaluar la calidad de las semillas en el comercio. La prueba de germinación es un parámetro utilizado para medir la viabilidad y predecir la emergencia a campo cuando la siembra es realizada en condiciones ideales de suelo. Conjuntamente con la germinación, el factor que determina un rápido y uniforme establecimiento de la población de plántulas en el campo es el vigor, siendo considerado el atributo de calidad que mejor expresa el desempeño de la semilla. La prueba de vigor tiene por objetivo distinguir los niveles de calidad fisiológica de las semillas, que no es posible detectar por la prueba de germinación (KRYZANOWSKY e FRANÇA NETO, 1999).

La buena semilla tiene origen en el buen manejo productivo que comprende la fase de campo, pós-cosecha y almacenamiento. Semillas certificadas son la garantía de que estos procesos fueron realizados, lo que da al productor mayor seguridad en adquirir un lote de semillas de calidad. Lo interesante es conocer el campo de producción de semillas, próximo a la fase de cosecha, y la forma de almacenamiento (NUNES, 2011).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **A. MATERIALES**

##### **1. MATERIAL GENÉTICO**

Las semillas de arroz que se utilizaron en la ejecución de la presente investigación corresponden a las variedades SFL- 09 y F-21 producidas y distribuidas por la Empresa PRONACA.

##### **2. EQUIPOS DE LABORATORIO**

- Balanza electrónica
- Balanza Lb/Kg
- Determinador de Humedad
- Molino de prueba
- Cilindro clasificador
- Venteadora de granos
- Germinador de semillas
- Balanza Hectolítrica
- Conductivímetro

##### **3. HERRAMIENTAS**

- Hoz
- Sacos plásticos
- Lonas
- Latillas
- Tarjetas de identificación
- Fundas plásticas
- Papel toalla para germinación
- Pinzas

##### **4. OTROS**

- Cámara fotográfica
- Materiales de oficina
- Computadora

## B. MÉTODOS

### 1. UBICACIÓN

El experimento fue conducido en el Laboratorio de Control de Calidad del Programa Nacional del Arroz de la Estación Experimental del Litoral Sur “DR. Enrique Ampuero Pareja” y en el Laboratorio de Análisis de semillas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

**Tabla. 1. Lugares de Ejecución del Experimento**

	UBICACIÓN GEOGRAFICA	
Estaciones	EEL-SUR	EET-PICHILINGUE
Provincia	Guayas	Los Ríos
Cantón	Yaguachi	Quevedo
Lugar	Virgen de Fátima Km 26	Quevedo

**Tabla. 2. Características de los sitios experimentales**

UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS CLIMATICAS		
Estaciones	EEL-SUR	EET-PICHILINGUE
Altitud (m.s.m)	17	120
Latitud	2,2°	1,6°
Longitud	79,8°	79,2°
Temperatura promedio anual (°C)	24,6	24,3
Precipitación anual (mm)	1,398	2252.2
Humedad relativa (%)	83	87

## 2. FACTORES EN ESTUDIO

A continuación en la tabla 3, se describen los factores en estudio para la presente investigación.

**Tabla N° 3. Factores de estudio, simbología y descripción.**

<b>FACTOR</b>	<b>SIMBOLOGIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Variedades	a <sub>0</sub>	Fedearroz 21.
	a <sub>1</sub>	SFL-09.
Momento de cosecha	b <sub>0</sub>	30 días después de la floración
	b <sub>1</sub>	40 días después de la floración
	b <sub>2</sub>	50 días después de la floración
	b <sub>3</sub>	60 días después de la floración
	b <sub>4</sub>	70 días después de la floración
Época de cosecha	c <sub>0</sub>	Verano
	c <sub>1</sub>	Invierno

## 3. TRATAMIENTOS

Los tratamientos en estudio correspondieron al momento de cosecha (30, 40, 50, 60 y 70 días después de la floración), variedades de arroz (SFL 09 y F-21) y épocas de cosecha (Invierno y Verano), los que combinados sumaron un total de veinte tratamientos.

**Tabla N° 4 Tratamientos en estudio, simbología y descripción.**

<b>N°</b>	<b>SIMBOLOGIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>1</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>0c0</sub></b>	F-21 + 30 días después floración + verano
<b>2</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>1c0</sub></b>	F-21 + 40 días después floración+ verano
<b>3</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>2c0</sub></b>	F-21 + 50 días después floración+ verano
<b>4</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>3c0</sub></b>	F-21 + 60 días después floración+ verano
<b>5</b>	<b>a<sub>0</sub>b<sub>4c0</sub></b>	F-21 + 70 días después floración+ verano
<b>6</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>0c0</sub></b>	SFL- 09 + 30 días después floración+ verano
<b>7</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>1c0</sub></b>	SFL-09 + 40 días después floración + verano
<b>8</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>2c0</sub></b>	SFL-09 + 50 días después floración + verano
<b>9</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>3c0</sub></b>	SFL-09 + 60 días después floración + verano
<b>10</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c0</sub></b>	SFL-09 + 70 días después floración+ verano
<b>11</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	F-21 + 30 días después floración + invierno
<b>12</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	F-21 + 40 días después floración + invierno
<b>13</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	F-21 + 50 días después floración+ invierno
<b>14</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	F-21 + 60 días después floración + invierno
<b>15</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	F-21 + 70 días después floración + invierno
<b>16</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	SFL-09 +30 días después floración + invierno
<b>17</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	SFL-09 + 40 días después floración + invierno
<b>18</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	SFL-09 + 50 días después floración+ invierno
<b>19</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	SFL-09 + 60 días después floración + invierno
<b>20</b>	<b>a<sub>1</sub>b<sub>4c1</sub></b>	SFL-09 + 70 días después floración+ invierno

#### **4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó el Diseño Experimental Completamente al Azar en arreglo factorial 2 x 5 x 2, siendo el Factor A (Variedades), el Factor B (Momento de cosecha) y el Factor C (Épocas de cosecha), formando un total de veinte tratamientos con tres repeticiones. Para la

comparación de las medias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Tuckey al 95% de probabilidades. El Análisis de regresión se realizó para verificar el comportamiento del rendimiento de granos enteros de arroz y la calidad fisiológica de las semillas, en función de los momentos de cosecha.

## **5. . CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

Para llevar a cabo esta investigación, en la tabla 5, se describen algunas características.

**Tabla 5. Características del experimento**

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Número de repeticiones	3
Numero de tratamientos	20
Unidades experimentales	60

## **6. UNIDAD EXPERIMENTAL**

La unidad experimental estuvo constituida por 105 gramos de arroz en cáscara, para las pruebas de calidad industrial del grano y de 2 Kg. para las pruebas de calidad fisiológica de las semillas.

## 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la tabla 6 se presenta el Esquema del Análisis de Varianza

**Tabla 6. Esquema de Análisis de Varianza.**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>G.L.</b>
Variedades (A) (a-1)	1
Momento de cosecha (B) (b-1)	4
Época de cosecha (C) (c-1)	1
A x B (a-1) (b-1)	4
A x C (a-1) (c-1)	1
B x C (b-1) (c-1)	4
A x B x C (a-1) (b-1) (c-1)	4
Error abc (r-1)	40
Total (abcr-1)	59

### C. VARIABLES Y METODOS DE EVALUACION

- **Humedad del grano (%)**

Se determinó inmediatamente después de cada cosecha, empleando un determinador de humedad marca STENLITE, modelo SB900. Los datos fueron expresados en porcentaje.

- **Peso Hectolítrico (Kg HI<sup>-1</sup>)**

Para esta evaluación se utilizó una balanza hectolítrica marca OHAUS, con capacidad de un litro. Los datos son expresados en unidad de masa por volumen.

- **Rendimiento de Granos Pilados (%)**

Se determinó a partir de porcentajes de granos enteros y porcentajes de blanco total, a través de la siguiente fórmula, considerando una muestra base de arroz paddy de 100g.

$$\text{Rendimiento de granos pilados} = \frac{\text{Granos enteros} \times \text{Blanco total}}{100}$$

- **Rendimiento de Granos Enteros (%)**

La separación de granos enteros y quebrados se realizó en una clasificadora cilíndrica del equipo (Trieur), durante un minuto. Los granos enteros se pesaron y relacionaron con el peso inicial de la muestra para determinar su porcentaje.

- **Longitud del Grano Descascarado (mm)**

En 20 granos tomados al azar, se midió la longitud de los granos en milímetros, después de descascarar y antes de molinar, para la cual se aplicó la siguiente escala:

1 Extra largo (mayor de 7.50 mm)

2 Largo (6.61 a 7.50 mm)

5 Medio (5.51 a 6.60 mm)

7 Corto (5.50 mm o menos)

- **Forma del grano Descascarado**

Se estimó mediante la relación, largo/ancho, para lo cual se midió el grano después de cosechado, limpiado y descascarado. Se aplicó la siguiente escala:

1 Alargada (relación largo/ancho mayor de 3.0)

5 Media (relación 2.1 a 3.0)

9 Oblonga (relación menor de 2.0)

- **Porcentaje de Granos con Centro Blanco (%)**

Se determinó utilizando una muestra de cien granos de arroz pilado, tomados al azar y se clasificaron aquellos granos que presentaban centro blanco. Los resultados se expresaron en porcentaje.

- **Germinación (%)**

Para su determinación se utilizaron cuatro submuestras de 50 semillas por cada tratamiento, la evaluación se la realizó a los catorce días. Los resultados se expresan en porcentaje, en base al número de plántulas normales germinadas.

- **Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )**

Muestras de 50 semillas de cada tratamiento fueron pesadas en una balanza de precisión (0.01g) y colocadas para embeber en un recipiente (vaso plástico) que contenía 75 ml de agua destilada. Las semillas fueron sumergidas en agua y colocadas en cámara a una temperatura de 24°C por 24 horas. Después de este periodo, se procedió a realizar la lectura de la conductividad eléctrica en la solución de imbibición, a través de un conductímetro. Los resultados fueron expresados en  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ .

- **Prueba de Frío (%)**

El vigor fue evaluado por la prueba de frío, basándose en la metodología sugerida por CÍCERO y VIEIRA (1994), con la utilización de tres repeticiones de cincuenta semillas, distribuidas en rollos de papel “germitest”, siendo humedecido con agua

destilada en proporción equivalente a 2.5 veces su peso. Previamente se distribuyó sobre las semillas y el papel una fina porción de suelo de un lote que había sido cultivado con arroz.

Los rollos conteniendo las semillas fueron colocados en un germinador a 10°C durante siete días; transcurrido ese periodo, se transfirieron a un germinador a 25°C, donde permanecieron durante cinco días hasta la emergencia de las plántulas. Los resultados fueron expresados considerando el número de plántulas normales germinadas.

- **Emergencia a Campo (%)**

Se emplearon 150 semillas por tratamiento en tres repeticiones de 50 semillas. Cada repetición se sembró en un surco de 1m de longitud a una profundidad de 3cm, se realizó el control de insectos plagas del suelo para evitar que interfieran en la evaluación. El conteo de plántulas emergidas se realizó entre los 15 y 18 días después de la siembra.

#### **D. MANEJO DEL EXPERIMENTO.**

##### **1. Cosecha**

La cosecha fue realizada en forma manual, a los 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la floración, conforme a los tratamientos en estudio, cortando con una hoz las plantas y recolectando el grano proveniente del área útil de cada parcela experimental.

##### **2. Pos-cosecha**

Después de la cosecha, la cual se inició a los treinta días después de la floración y posteriormente a intervalos de diez días, hasta completar los 70 días, se procedió al secado de las muestras al sol, hasta que las semillas alcancen un contenido de humedad

de alrededor de 14% (INEN, 1986) y depositadas en fundas de papel, donde permanecieron por lo menos, tres días, tiempo mínimo necesario para la uniformización de la humedad en el interior del grano y reducir el gradientes de tensión y de humedad resultante de la operación. El proceso de separación de las impurezas y cariópsis vacías, fue realizado utilizando una venteadora mecánica. Para completar la pre- limpieza se realizó una limpieza manual.

En todas las operaciones de beneficio a nivel de laboratorio, se intentó reproducir las condiciones y situaciones más próximas posibles de lo que ocurre en la cadena agroindustrial del arroz.

Las muestras fueron beneficiadas por el proceso convencional de arroz blanco pulido, en molino de prueba marca GRAVEL, Modelo CL100, previamente regulado para el cultivo y operado de acuerdo con las recomendaciones prescritas en el Manual de Operación establecido por el fabricante.



Muestras de cien gramos de arroz en cáscara fueron preparadas, en triplicado para cada tratamiento, siendo éstas colocadas en la compuerta de entrada del molino. Con el descascarador totalmente abierto, el equipo fue puesto en funcionamiento y, simultáneamente, abierto gradualmente el embudo, para permitir la operación de pilado en aproximadamente treinta segundos y noventa segundos para el pulido, siguiendo las instrucciones del fabricante.

La separación de los granos enteros y quebrados fue realizada en el Trieur (cilindro alveolado) que acompaña al molino de prueba, de acuerdo con el largo de los granos ( 7 mm de largo y 1.85 mm de espesor) y utilizando cilindro con diámetro mínimo del alveolo de 4.5 mm. El pesado individual de los granos descascarados, pulido y enteros en balanza de precisión de 0.01 g. permitió obtener los respectivos porcentajes. El porcentaje de granos enteros después de pulidos los granos fue obtenido de forma directa.



Para el análisis de la calidad física y fisiológica de las semillas, las muestras de 1 Kg se almacenaron en condiciones controladas a temperatura de 12° C y Humedad Relativa de 70%, hasta que las semillas rompieran en forma natural su dormancia, para proceder a realizar las evaluaciones.

## IV. RESULTADOS

### 1. Calidad industrial del grano.

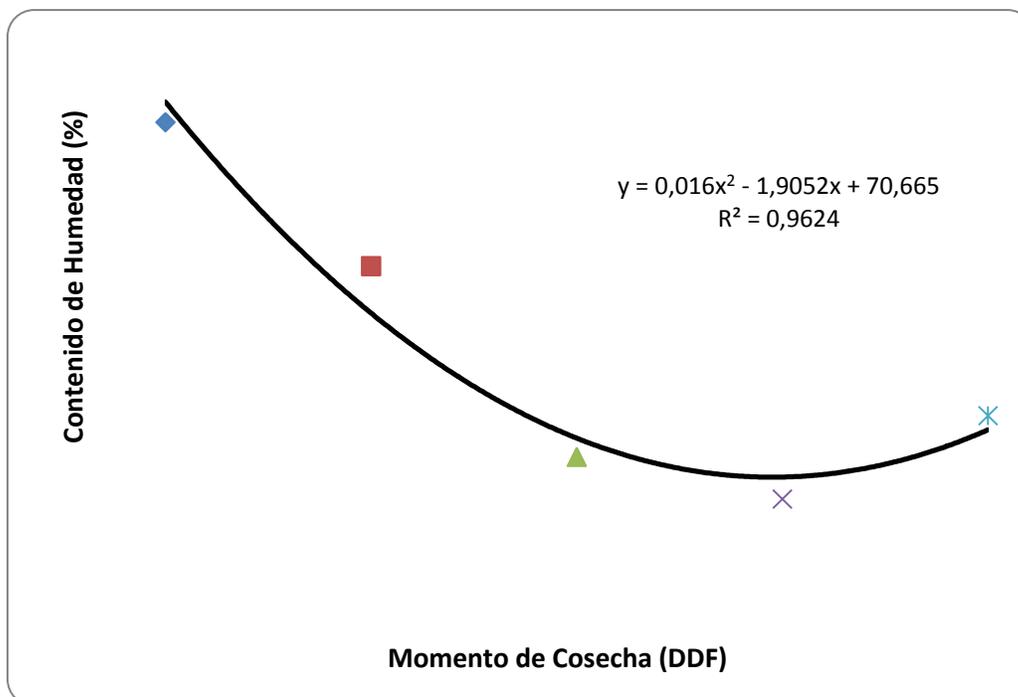
#### A. Humedad del grano (%).

En el Cuadro 1 del Apéndice, se observan los promedios del contenido de humedad, para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha de las semillas de arroz. El coeficiente de variación fue de 9,57%.

El análisis de varianza para las variedades presentó diferencia estadística altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFL-09 presentó el menor contenido de humedad de las semillas con 17,66%, diferente estadísticamente con la variedad F-21 que presentó 19,59%.

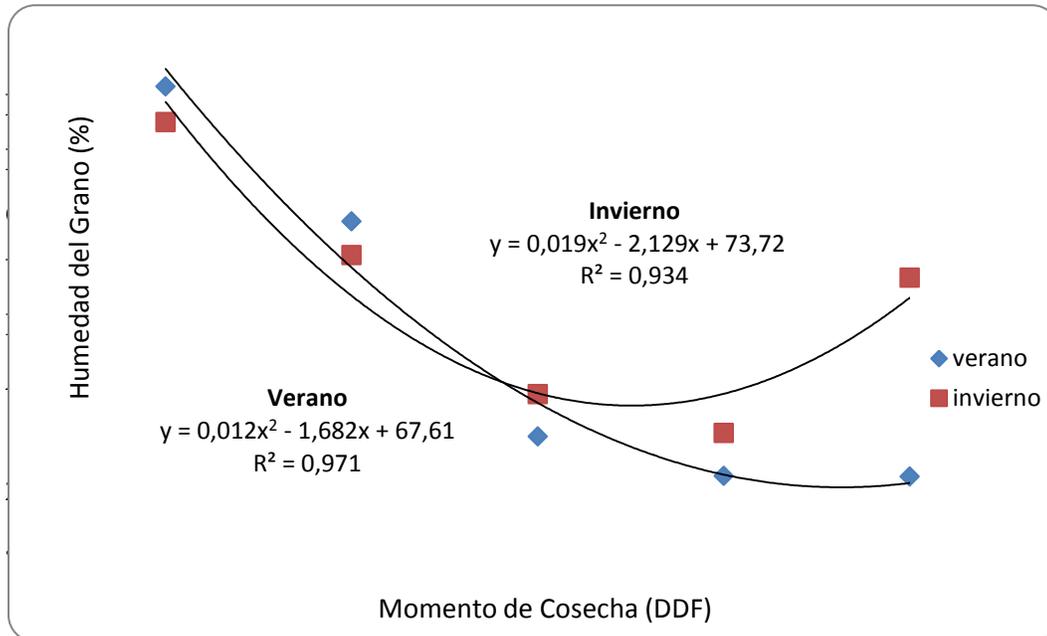
Para las épocas de cosecha, las semillas producidas en la estación lluviosa presentaron el mayor contenido de humedad a la cosecha con 19,48%, diferentes estadísticamente, cuando las semillas fueron producidas y cosechadas en la época seca, que presentaron 17,76% de humedad.

En relación a los momentos de cosecha, en la Figura 1 se observa que las semillas cosechadas a los 30 días después de la floración (DDF), presentaron el mayor contenido de humedad con 27,16%, diferente estadísticamente a los restantes momentos de cosecha que presentaron promedios de humedad de 21,81%, 14,73%, 13,16% y 16,26% para las cosechas realizadas a los 40, 50, 60 y 70 días después de la floración, respectivamente. En el análisis de regresión se evidencia una correlación de tipo polinómica como la mejor curva de ajuste con un coeficiente de determinación de 0,96%, que nos indica que la variación en el contenido de humedad de las semillas es atribuida a los momentos de cosecha después de la floración.



**FIGURA 1. Valores medios del contenido de humedad (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

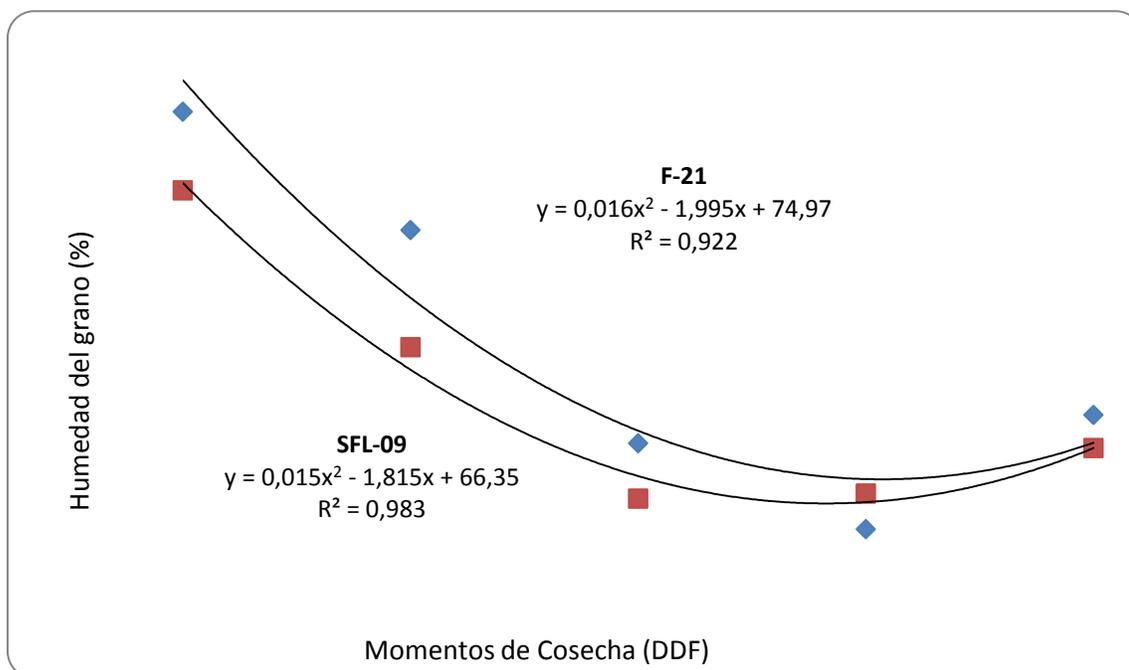
Analizando la interacción épocas de cosecha x momento de cosecha, se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 2, se observa que tanto en la época lluviosa como en la época seca, cuando la cosecha fue realizada a los 30 días DDF, se observó el mayor contenido de humedad de la semilla con 26,45% y 27,87%, respectivamente, decreciendo el porcentaje de humedad en forma natural en la medida en que la cosecha era realizada. En la época lluviosa, la reducción del contenido de humedad fue observada hasta cuando la cosecha fue realizada a los 60 DDF, notándose un incremento en el contenido de humedad de las semillas a los 70 DDF. En la época seca, la reducción de la humedad de las semillas, fue sostenida a través de todos los momentos de cosecha. En términos de grandeza y confiabilidad de los datos, las ecuaciones de regresión de segundo grado presentaron coeficientes de determinación de 0,97% y 0,93% para las épocas lluviosa y seca, respectivamente, lo cual explica la variación de los resultados



C

**Contenidos de humedad (%) de semillas de arroz, en función de las épocas y momentos de cosecha después de la floración.**

Por otra parte, la interacción variedades x momentos de cosecha, (Figura 3), presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), notándose que la variedad F-21 presentó el mayor contenido de humedad en todos los momentos de cosecha, con porcentajes de humedad de las semillas que fluctuaron entre 28,68 % (30 DDF) y 16,9 % (70 DDF), en comparación con la variedad SFL-09, donde la humedad de la semilla fluctuó entre 25,63 % (30 DDF) y 15,62 % (70 DDF), se observa que la ecuación de regresión, presentó un coeficiente de determinación de 0,92% y 0,98% para las variedades F-21 y SFL-09, respectivamente.



**FIGURA 3. Contenidos de humedad (%) de semillas de arroz de las variedades SFL-09 y F21, en función de los momentos de cosecha después de la floración.**

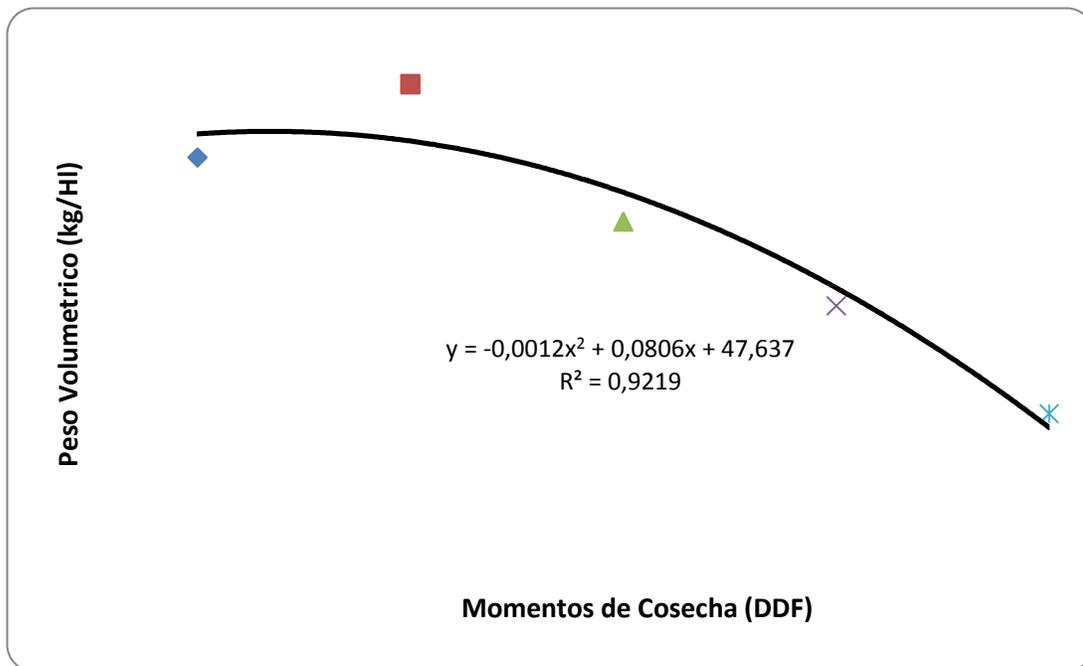
### **B.- Peso Hectolítrico (Kg HI<sup>-1</sup>)**

En el Cuadro 2 del Apéndice, se presentan los promedios de peso hectolítrico para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha. El coeficiente de variación fue de 2.76%.

El análisis de varianza para las variedades no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Se observa que la variedad SFL-09 presentó un peso hectolítrico de 48,25 (Kg HI<sup>-1</sup>), similar estadísticamente a la variedad F-21, que presentó un peso de 48,57 (Kg HI<sup>-1</sup>).

Situación similar se presentó para las épocas de cosecha, donde las semillas producidas durante la estación lluviosa presentaron un peso hectolítrico de 48,35 y las semillas producidas y cosechadas durante la época seca presentaron un peso de 48,47 Kg HI<sup>-1</sup>.

Para los momentos de cosecha (Figura 4), se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), cuando esta fue realizada a los 40 días después de la floración, se observó el mayor peso hectolítrico con 49,24 Kg HI<sup>-1</sup>, similar estadísticamente a las cosechas realizadas a los 30, 50 y 60 DDF, pero con diferencia estadística con la cosecha realizada a los 70 días, que presentó un menor peso hectolítrico con 47,44 Kg HI<sup>-1</sup>



**Figura 4. Valores medios del peso hectolítrico (Kg/HI) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

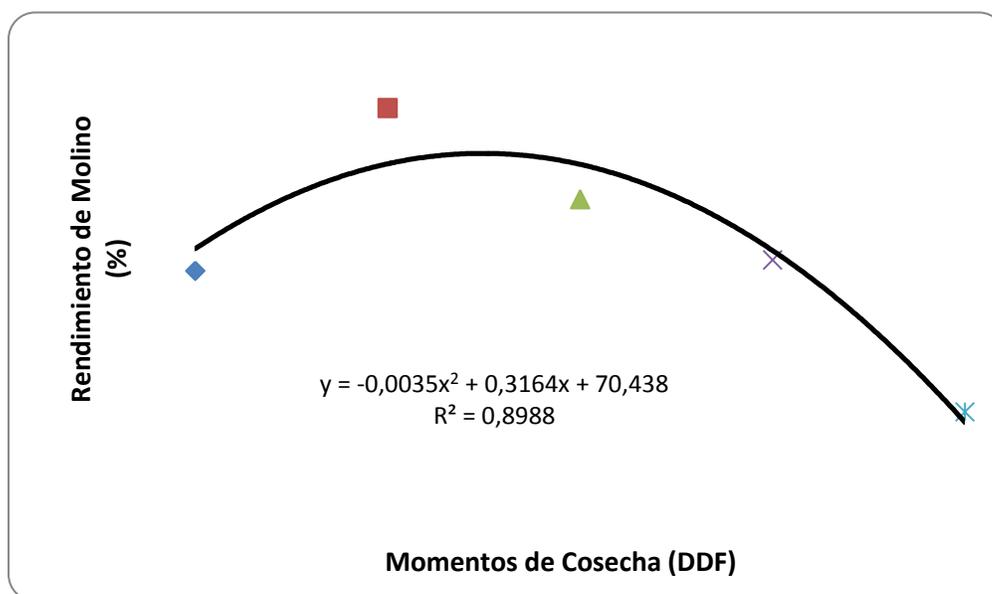
### **C.- Rendimiento de molino (%).**

En el Cuadro 3 del Apéndice, se presentan las medias obtenidas para los efectos simples de las variedades, épocas de cosecha y momento de cosecha, con un coeficiente de variación de 2,41 %.

Para las variedades se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFl-09 presentó el mayor rendimiento de pilado con 77,93 %, en comparación con la variedad F-21 que presentó un rendimiento de molino de 75,97%

En las épocas de cosecha, las semillas producidas y cosechadas en la época lluviosa presentaron diferencias altamente significativas, ( $P \leq 0,01$ ) con un rendimiento de pilado de 75,77%, inferior al rendimiento de pilado obtenido con semillas producidas y cosechadas durante la época seca, que presentaron un rendimiento de 78,13%.

Los momentos de cosecha también presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ), donde la cosecha realizada a los 40 y 50 (DDF) presentaron el mayor rendimiento de pilado con 77,92% y 77,17% respectivamente, diferente estadísticamente a la cosecha realizada a los 30, 60 y 70 DDF, que presentaron un rendimiento de molino de 76,58; 76,67 y 75,42%, en su orden (Figura 5).



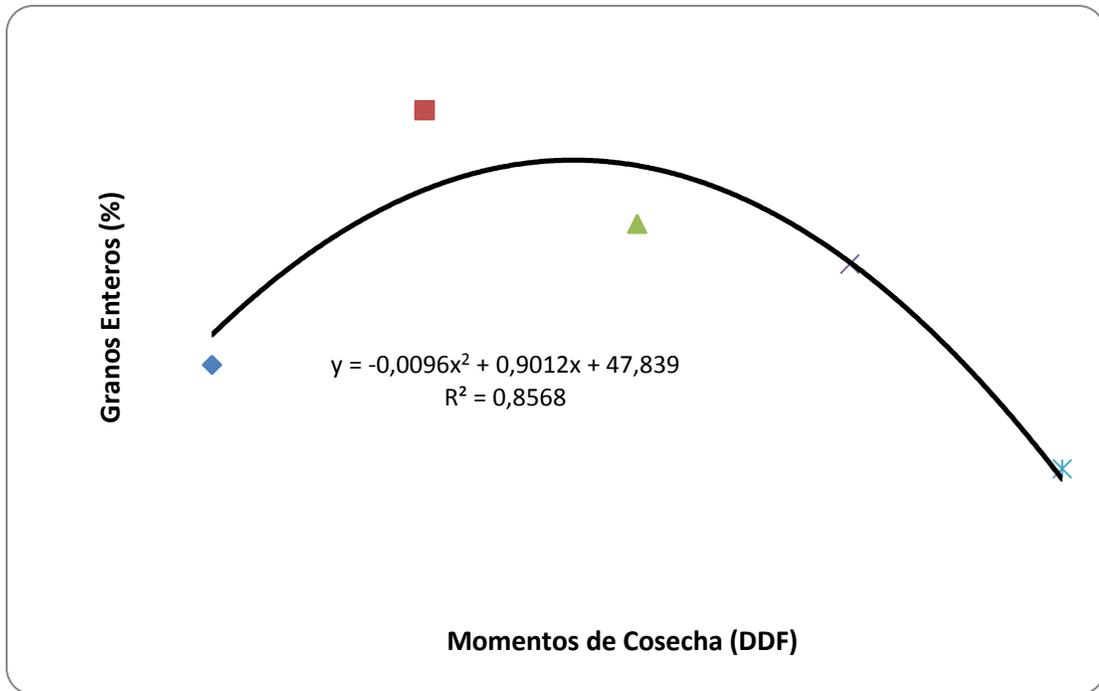
**Figura 5. Valores medios del rendimiento de molino (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

#### **D.- Rendimiento de Granos Enteros (%).**

En el Cuadro 4 del Apéndice, se presentan las medias obtenidas para los efectos simples de variedades, épocas de cosecha y momentos de cosecha, con un coeficiente de variación de 4,07%. Para las variedades se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFL-09, presentó el mayor porcentaje de granos enteros después del proceso del pilado con 70,66% en comparación con F-21, que presentó 65,77% de granos enteros.

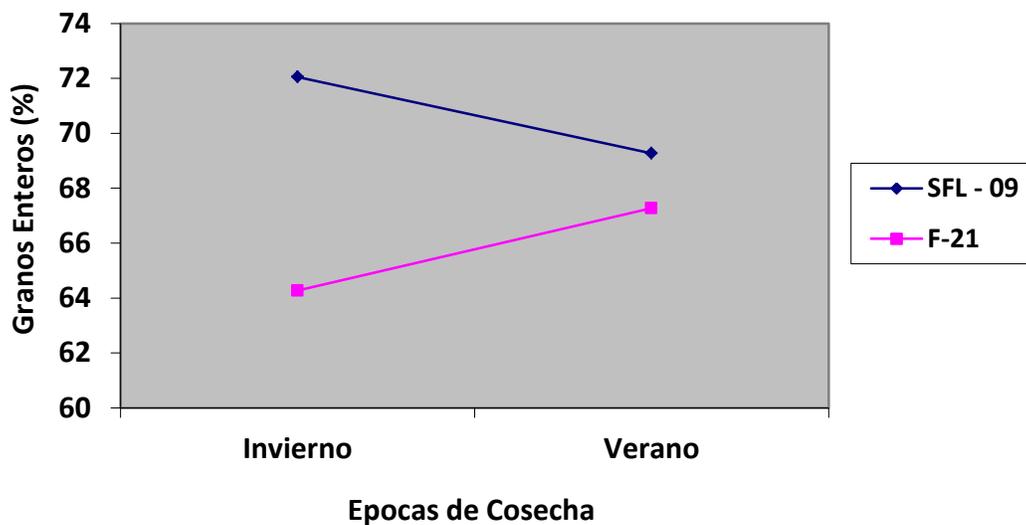
La época de cosecha no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), notándose que las semillas producidas y cosechadas durante la época lluviosa presentaron 68,16% de granos enteros después del pilado y las producidas y cosechadas durante la estación seca presentan un rendimiento de 68,27% de granos enteros.

Los momentos de cosecha, arrojaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), observándose en la Figura 6, que cuando la cosecha fue realizada a los 40 DDF se obtuvo un rendimiento de granos enteros después del pilado de 69,81%, similar estadísticamente a la cosecha realizada a los 50 DDF, con rendimientos de granos enteros de 68,01% , pero diferente estadísticamente a las cosechas realizadas a los 30, 50 y 70 DDF con 65,77%, 67,37% y 64,12% de granos enteros, respectivamente.



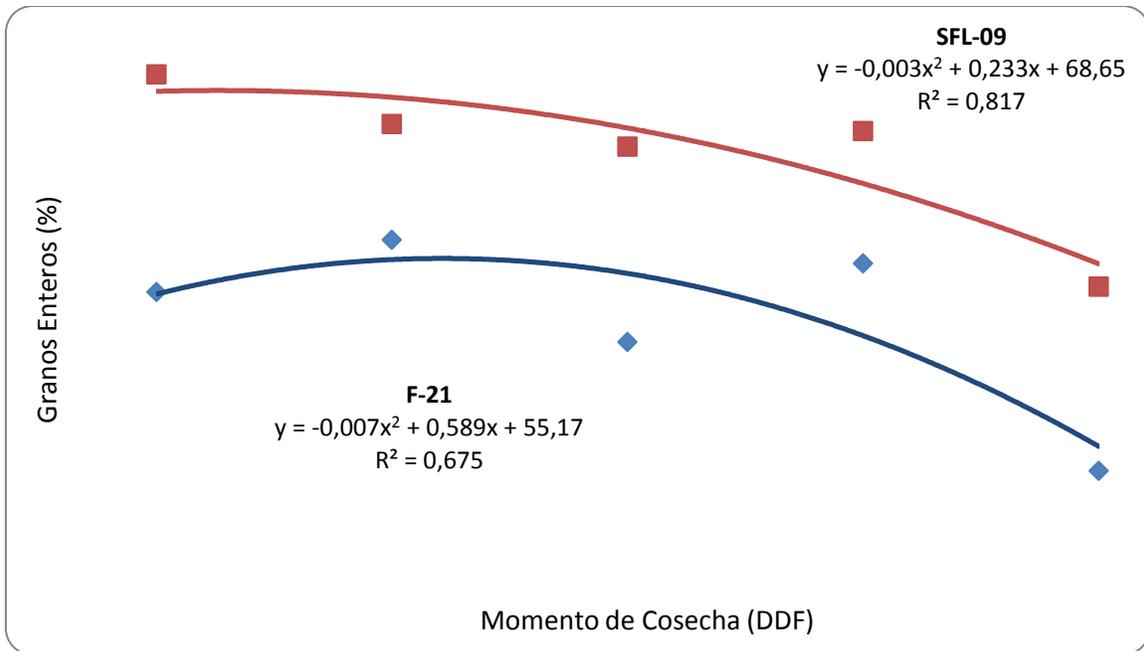
**Figura 6. Valores medios del rendimiento de granos enteros (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

Las interacción variedades x épocas de cosecha, presentó diferencia estadística altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 7, se observa que la variedad SFL-09 presentó el mayor porcentaje de granos enteros después del pilado, en la época lluviosa con 72,05%, disminuyendo dicho valor en la época seca a 69,27%. Por otra parte, la variedad F-21 presentó porcentajes de granos enteros para la época lluviosa de 64,27%, incrementándose en la época seca a 67,27%.



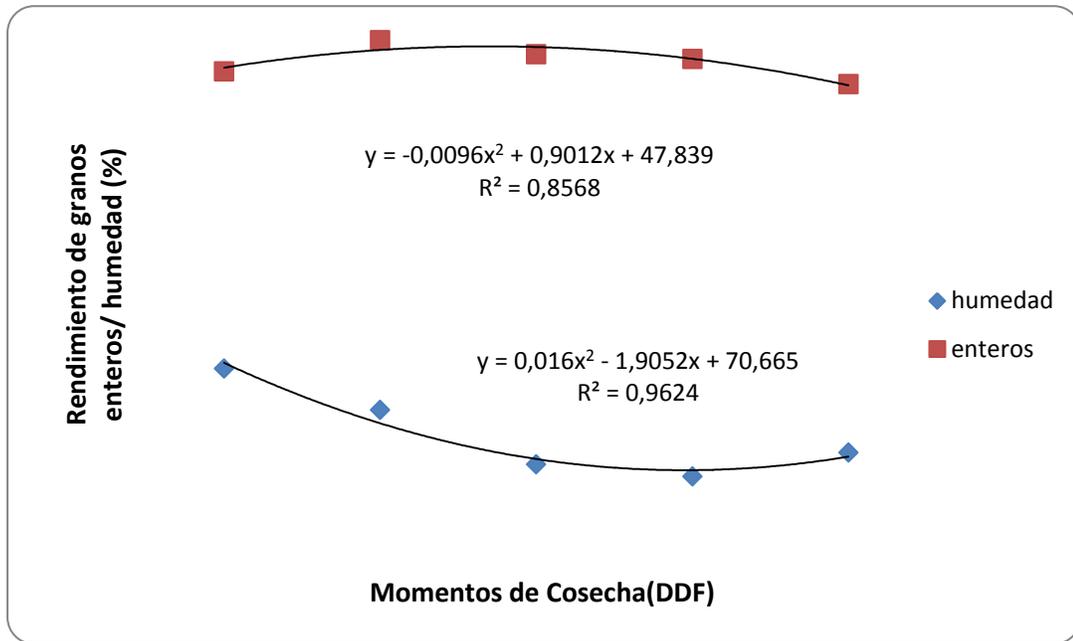
**Figura 7. Interacción Variedades x Épocas de cosecha, para rendimiento de granos enteros.**

En la Figura 8, se evidencia el comportamiento polinomial, ajustado al modelo cuadrático, de los valores medios porcentuales de rendimiento de granos enteros en función de los momentos de cosecha después de la floración, verificado en las ecuaciones generadas para cada una de las variedades. Para la variedad F-21 se observa una tendencia polinomial ascendente desde los 30 DDF hasta cuando la cosecha fue realizada a los 40 DDF, a partir de ahí se observó una reducción en el porcentaje de granos enteros hasta los 70 DDF. Por su parte, la variedad SFL-09 presentó la misma tendencia, aunque con valores superiores de porcentaje de granos enteros.



**Figura 8. Rendimiento de granos enteros (%) de las variedades SFL-09 y F-21, en función de los momentos de cosecha.**

En la Figura 9, se sintetizan los resultados obtenidos al relacionar el contenido de humedad de los granos y el rendimiento de granos enteros en función de los momentos de cosecha. Se observa la curva estimada mediante un modelo de regresión cuadrática, donde el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) presentó un valor de 0,86%, para el rendimiento de granos enteros y 0,96% para el contenido de humedad, lo que indica que las variaciones observadas para el rendimiento de granos enteros fue explicada por las reducciones en el contenido de humedad de los granos en el momento de la cosecha. Se observa también que la cosecha realizada cuando los granos estaban con humedad próxima a los 20-25% proporcionó el mayor rendimiento de granos enteros, con valores alrededor de 70%, evidenciándose una reducción significativa cuando los granos presentaron humedad media de 14-16%.



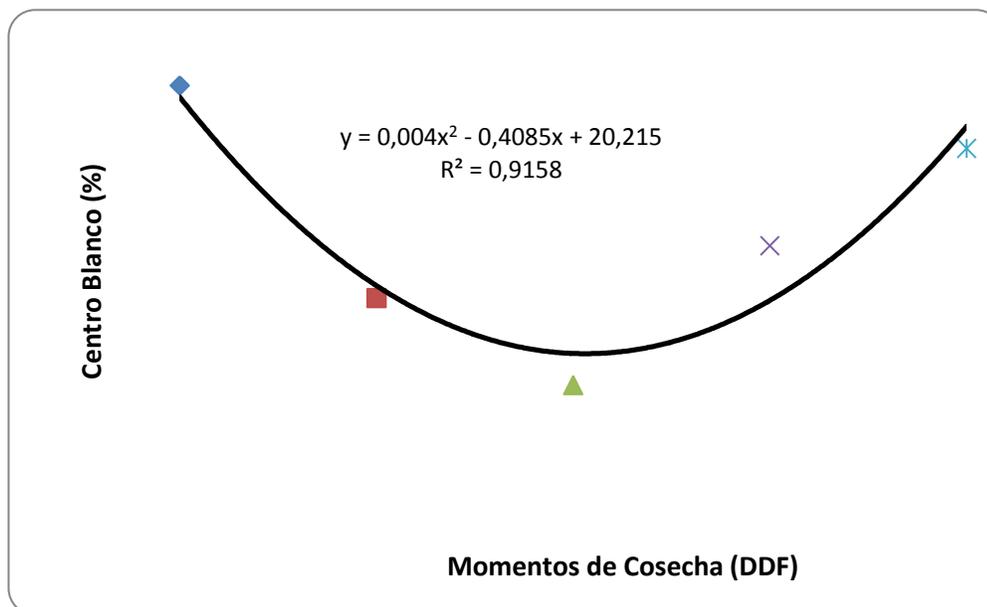
**Figura 9. Relación entre contenidos de humedad (%) de las semillas de arroz y rendimiento de granos enteros (%) en el molino, en función de los momentos de cosecha.**

**E.- Porcentaje de granos con centro blanco (%)**

En el Cuadro 5 del Apéndice, se presentan las medias obtenidas para los efectos simples de variedades, épocas de cosecha y momento de cosecha. El coeficiente de variación obtenido fue de 33,5%. El análisis de variación para las variedades no presentó significancia estadística ( $P > 0,05$ ), La variedad SFL-09 presentó un porcentaje de centro blanco en el grano de 10,07 y la variedad F-21 presentó porcentaje de 11,07.

Las épocas de cosecha, presentaron diferencia estadística altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), notándose que las semillas producidas y cosechadas durante la época lluviosa presentaron altos porcentajes de centro blanco en el grano con 17,63%; entre tanto, cuando las semillas fueron producidas y cosechadas en la estación seca, el porcentaje de centro blanco fue significativamente inferior con 3,50%.

Los momentos de cosecha, no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, en la Figura 10 se observa que el porcentaje de centro blanco fluctuó entre 11,67 % cuando la cosecha se realizó a los 30 días después de la floración y 11,25 % en cosechas realizadas a los 70 días después de la floración.



**Figura 10. Valores medios de centro blanco (%) de semillas de arroz cosechadas en diferentes épocas.**

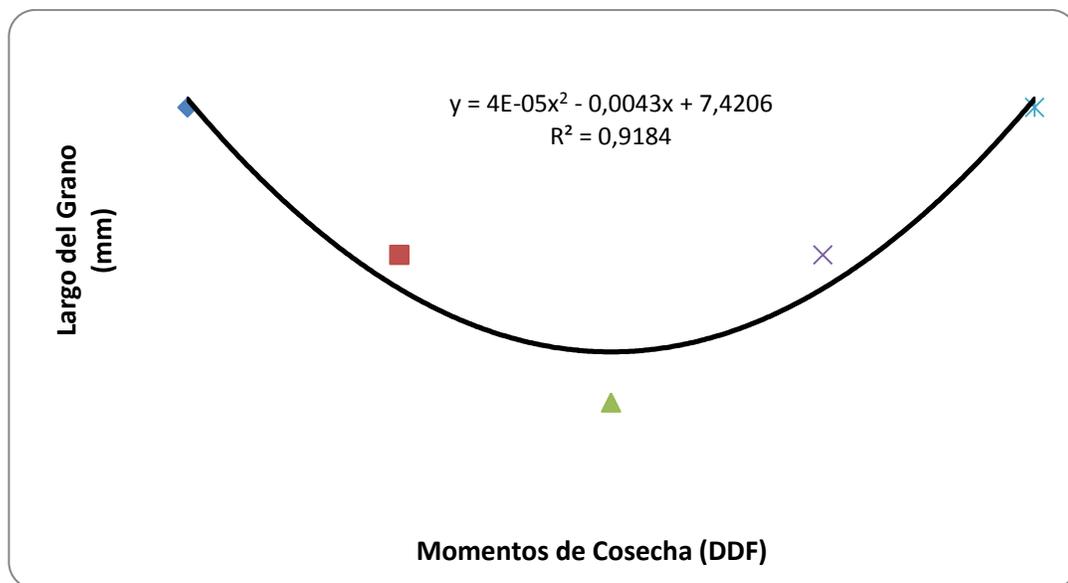
#### **F.- Largo del grano (mm)**

En el Cuadro 6 del Apéndice, se presentan las medias del largo del grano (mm) para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha. El coeficiente de variación es de 2,19%. El análisis de variación para las variedades presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ). La variedad SFL-09 presento la mayor longitud del grano con 7,4 mm, en comparación con F-21 que presento un menor promedio con 7,17 mm.

Las épocas de cosecha no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) notándose que las semillas producidas y cosechadas tanto en la época lluviosa como la época

seca, presentaron promedios de longitud de granos de 7,28 mm y 7,29 mm respectivamente.

Las medias obtenidas para los momentos de cosecha no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), notándose en la Figura 11, una ligera disminución en la longitud del grano, cuando estos permanecieron en el campo esperando ser cosechados. Las cosechas realizadas a los 30, 40, 50, 60 y 70 DDF, presentaron valores que fluctuaron entre 7,38; 7,37; 7,30; 7,32 y 7,33 mm.



**Figura 11. Valores medios del largo de granos (mm) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas**

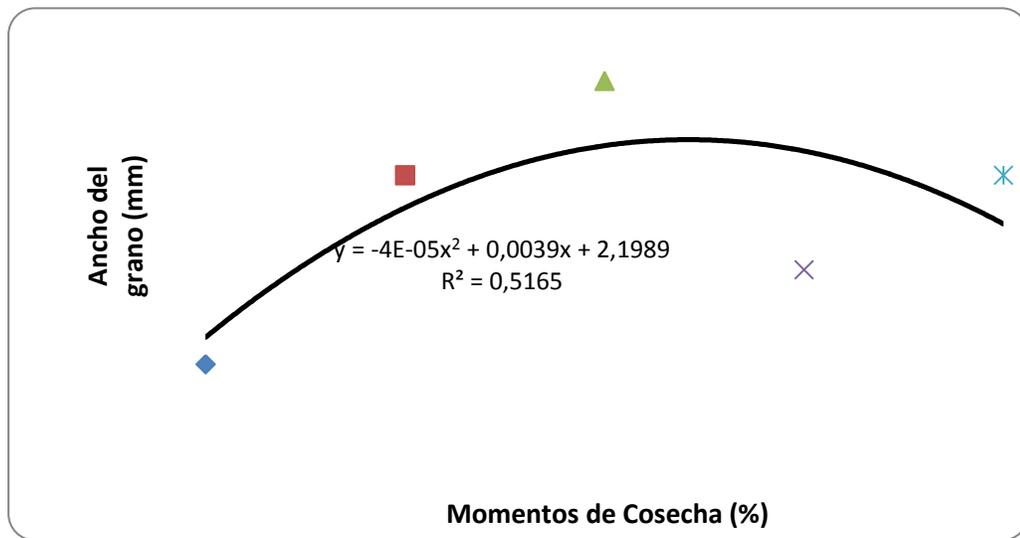
#### **G.- Ancho del Grano (mm).**

En el Cuadro 7 del Apéndice, se muestran los promedios de efectos simples para variedades, época y momento de cosecha, con un coeficiente de variación de 2,69%.

El análisis de variación para variedades no fue significativo ( $P > 0,05$ ), notándose promedios similares tanto para la variedad SFL-09 (2,29 mm) como para F-21 (2,31

mm). Las épocas de cosecha, presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), notándose que cuando las semillas se produjeron y cosecharon en la estación lluviosa el ancho del grano fue de 2,32 mm, ligeramente superior al ancho del grano de las semillas producidas y cosechadas en la época seca, que presentaron valores de 2,28 mm.

En la Figura 12, se observa que los momentos de cosecha, no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), presentando valores de ancho del grano entre 2,28 mm (30DDF) y 2,32 mm (40 DDF).



**Figura 12. Valores medios del ancho (mm) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

#### **H.- Relación Largo/Ancho de Grano (mm).**

En el Cuadro 8 del Apéndice, se presentan los valores obtenidos de la relación largo/ancho para los efectos simples de variedades, época y momentos de cosecha. El coeficiente de variación fue de 4,03%.

El análisis de variación fue significativo ( $P \leq 0,05$ ) para variedades, donde la variedad SFL-09 presentó la mayor relación con 3,25 superior a la variedad F-21 que presentó una relación largo/ancho de 3,09 mm. Para las épocas de cosecha no se observó significancia tanto las semillas producidas y cosechadas en la estación lluviosa y seca, presentaron valores de 3,15 y 3,19 mm respectivamente

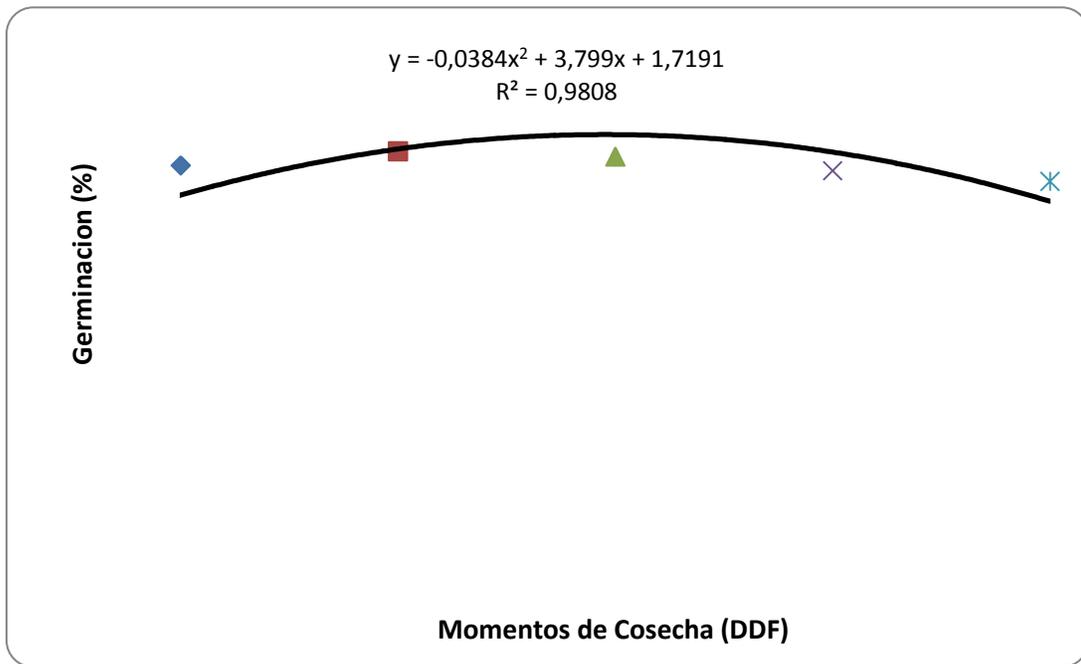
Los momentos de cosecha no influyeron significativamente en esta variable, los valores de la relación largo/ancho fluctuaron entre 3,13 (60 DDF) y 3,23 (30 DDF).

## **2. Calidad Fisiológica de las Semillas.**

### **A. Germinación (%).**

En el Cuadro 9 del Apéndice, se observan las medias de germinación para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha. El coeficiente de variación obtenido es de 3,66%.

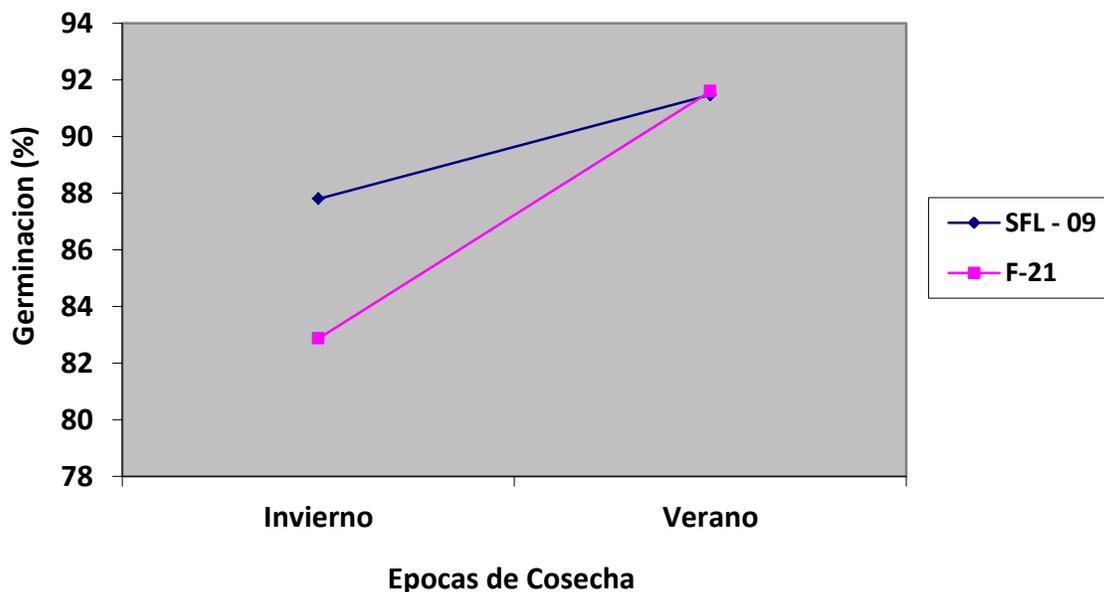
El análisis de variancia para el factor variedades presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFL-09 presentó la mayor germinación con 89,63 %, cuando comparada con la germinación obtenida con la variedad F-21 que presentó 87,23%. Las épocas de cosecha también presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), observándose que las semillas producidas y cosechadas en la época seca, presentaron porcentaje de germinación de 91,53%, diferente estadísticamente a la germinación de las semillas producidas y cosechadas en la época lluviosa con 85,33%. pero diferentes a los resultados obtenidos con las cosechas realizadas a los 60 y 70 DDF, que presentaron promedios de germinación de 87,08% y 84,5%, respectivamente.



**Figura 13. Valores medios de germinación (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

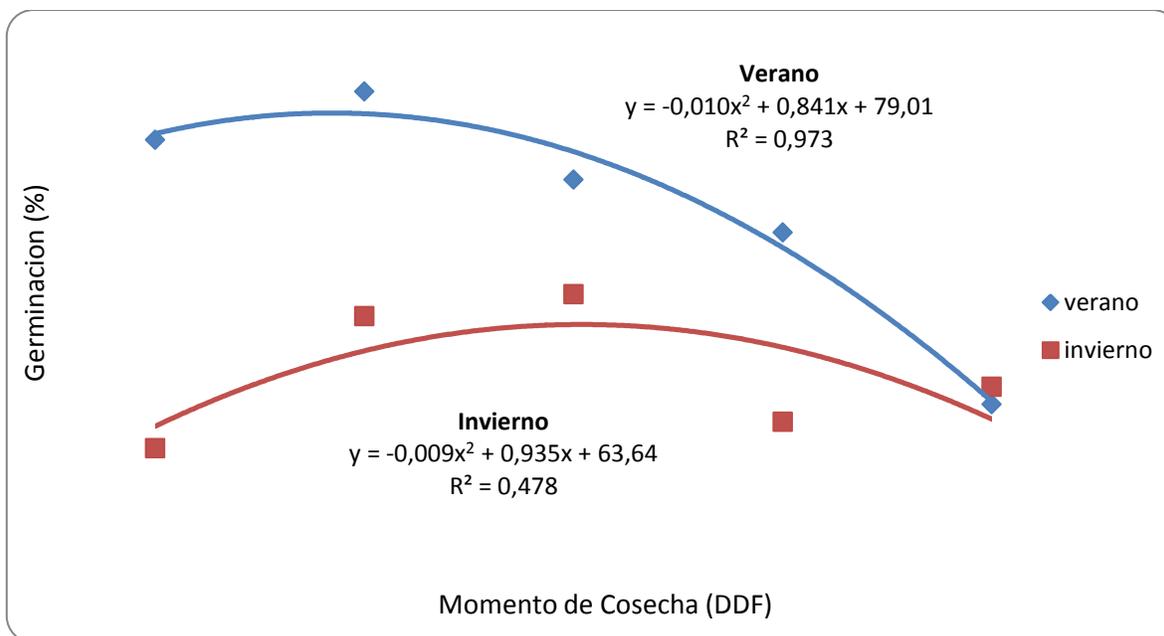
Los momentos de cosecha, presentaron alta significación estadística ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 13, se observa que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo cuando la cosecha fue realizada a los 40 DDF con un valor de 91,75%, similar estadísticamente a los 30 y 50 DDF con porcentaje de germinación de 88,33 y 90,50 respectivamente;

La interacción variedades x época de cosecha, presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 14, se observa que la variedad SFL-09 presentó el mayor potencial de germinación tanto en la época lluviosa como en la época seca, con valores de 87,8% y 91,47% respectivamente. Entre tanto, la variedad F-21, presentó porcentaje de germinación de 91,6% en la época seca, diferente estadísticamente al porcentaje de germinación obtenido en la época lluviosa que fue de 82,87%.



**Figura 14. Interacción variedades x épocas de cosecha, para la variable germinación.**

Para la interacción épocas de cosecha x momentos de cosecha (Figura 15), se observó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), notándose que en la época lluviosa, cuando las semillas fueron cosechadas a los 40 y 50 DDF, presentaron los mayores valores de germinación con 87,5% y 88,3% respectivamente. En la época seca, los mayores porcentajes de germinación de las semillas, se obtuvieron en cosechas realizadas a los 30, 40, 50 y 60 DDF con valores promedios de 94,23%; 96,0%; 92,7% y 90,7% respectivamente, con diferencia estadística a los valores obtenidos cuando la cosecha fue realizada a los 70 DDF, con una germinación de 84,2% (Figura 5). La ecuación de segundo grado, con coeficientes de determinación de 0,97% y 0,48% para la época lluviosa y seca, respectivamente; explica la variación del desempeño fisiológico de las semillas.



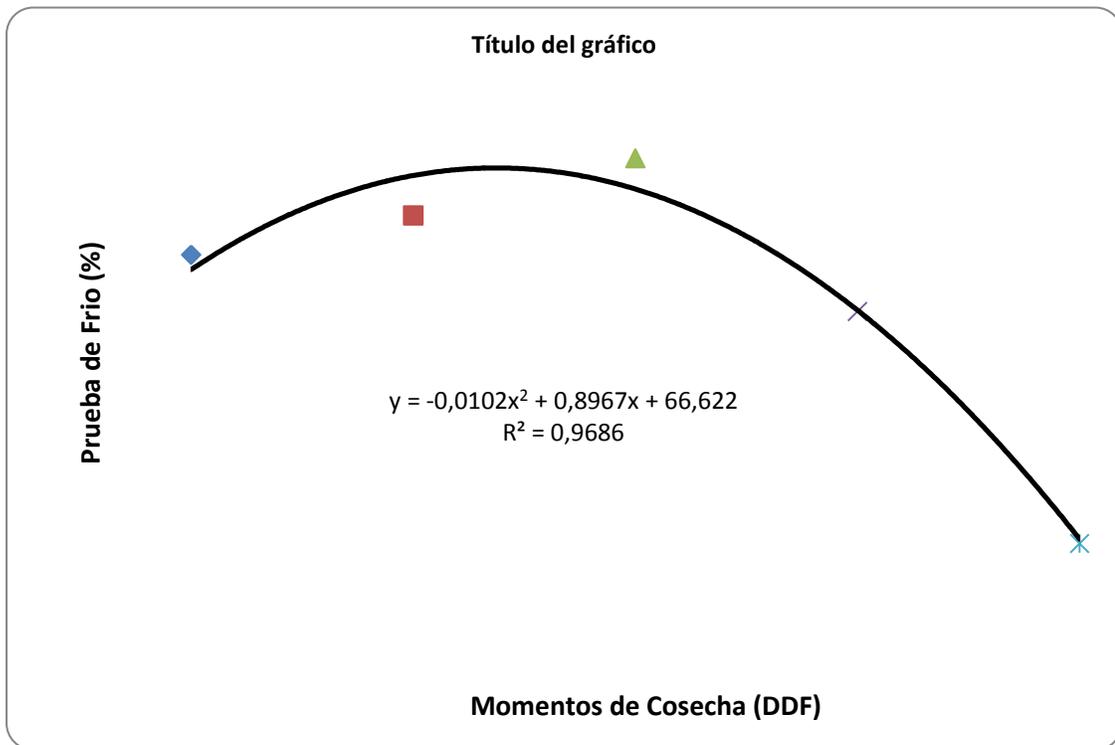
**Figura 15. Relación de la variable germinación, en función de las épocas y momentos de cosecha.**

### **B. Prueba de Frío (%).**

Los promedios de germinación en la prueba de frío para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha se presentan en el Cuadro 10 del Apéndice. El coeficiente de variación fue de 4,84 %.

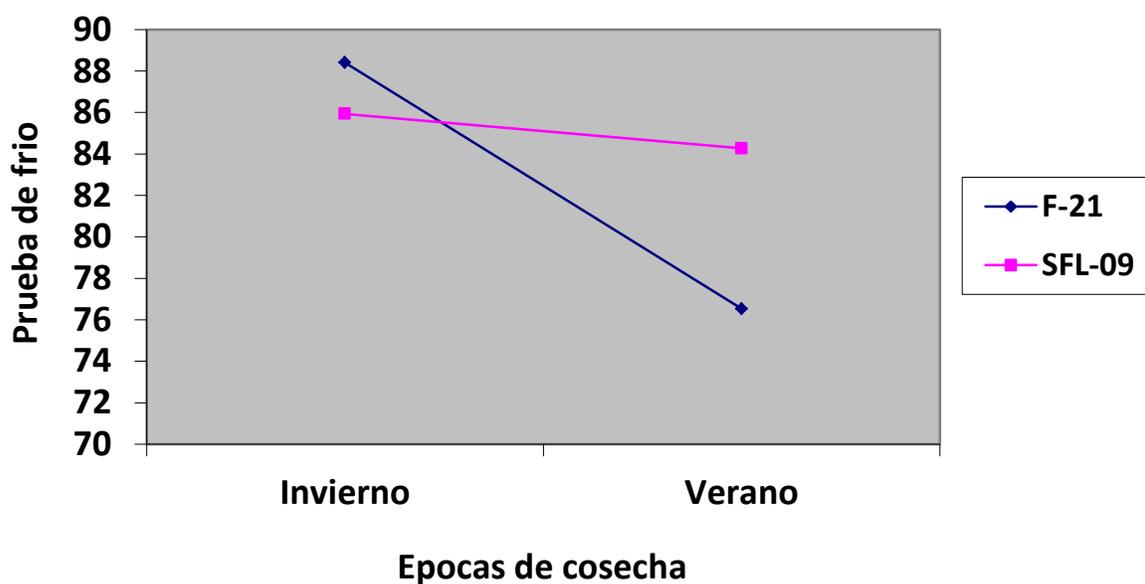
El análisis de variancia para las variedades presentó diferencia estadística altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFL-09 presentó promedios de germinación en la prueba de frío de 85,10 %, diferente estadísticamente al promedio presentado por la variedad F-21 que fue de 82,47%. Las épocas de cosecha, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde los mayores valores de germinación en la prueba de frío se obtuvieron cuando las semillas fueron producidas y cosechadas en la estación seca, con valores de 87,17%, en comparación con los valores obtenidos en la época lluviosa que fue de 80,40 %.

Los momentos de cosecha, también presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), observándose en la Figura 16, que cuando la cosecha fue realizada a los 30, 40, 50 y 60 DDF presentaron valores de germinación de 84,58%, 85,33 %, 86,42% y 83,50%, diferentes estadísticamente al valor obtenido cuando se realizó la cosecha a los 70 DDF que fue de 79%.



**Figura 16. Valores medios de germinación a frío (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

La interacción variedades x épocas de cosecha fue altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 17, se observa que la variedad SFL-09 presentó valores de 84,27% y 85,93%, tanto en la época seca como lluviosa. Por otra parte, la variedad F-21 presentó el mayor promedio de germinación con 88,4% en la época lluviosa, diferente al valor obtenido en la época seca donde el porcentaje de germinación sufrió una drástica reducción, obteniéndose un valor de 76,53%.



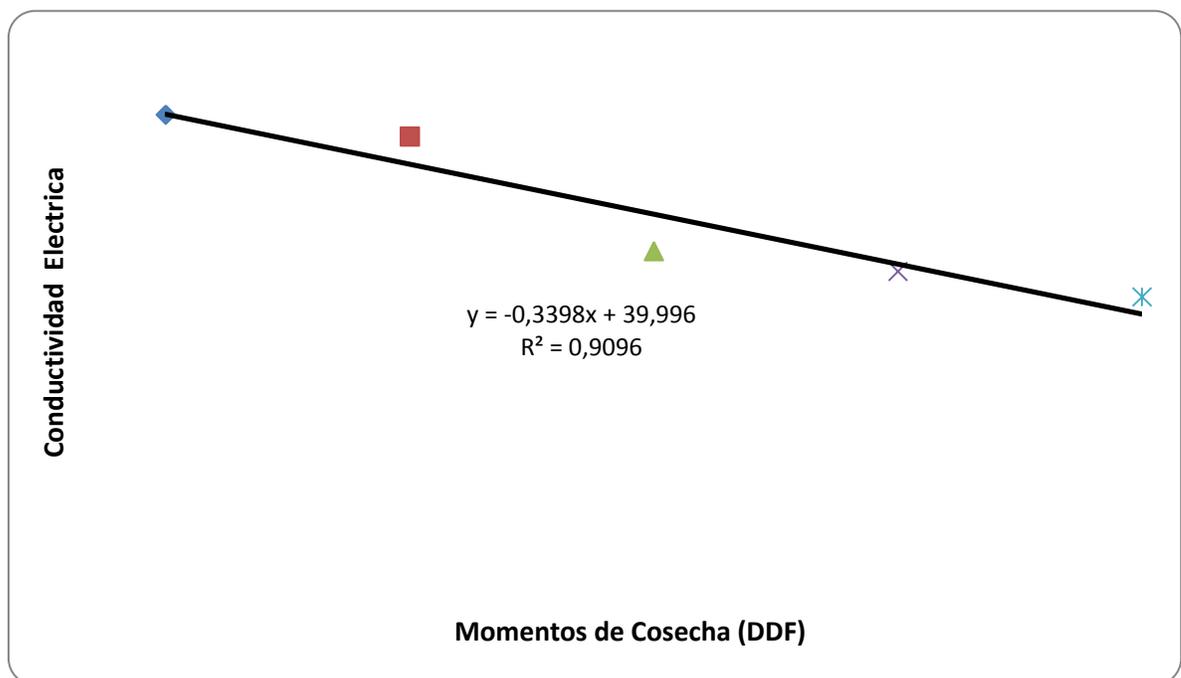
**Figura 17. Interacción variedades x épocas de cosecha, para el vigor de las semillas.**

**C. Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ).**

En el Cuadro 11 del Apéndice, se presentan los promedios de la variable conductividad eléctrica para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha. El coeficiente de variación fue de 8,17%.

El análisis de variancia para las variedades presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), en la variedad F-21 se observó el valor más alto con  $24,53 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , diferente estadísticamente a los lixiviados de la variedad SFL-09 con  $21,48 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Para las épocas de cosecha se observó diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ), donde las semillas producidas y cosechadas en la época seca presentó el mayor valor de conductividad eléctrica con  $23,61 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , con diferencia estadística con las semillas producidas y cosechadas en la estación lluviosa, presentando valor de  $22,40 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ .

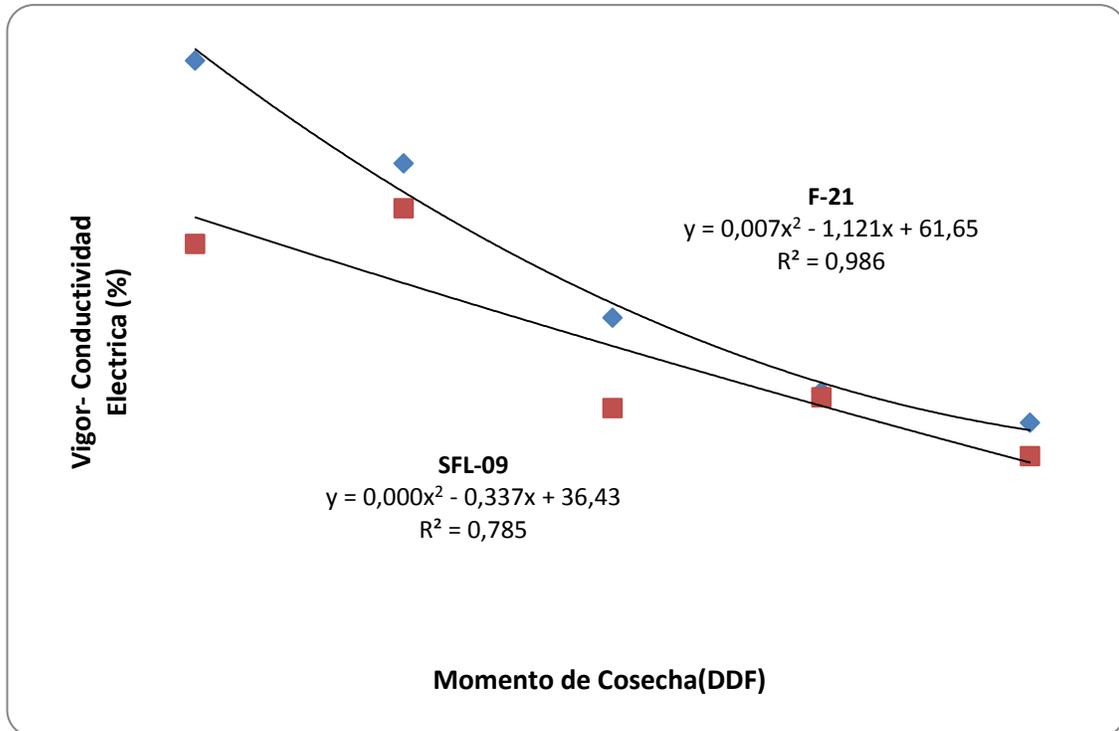
Los momentos de cosecha presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), notándose en la Figura 18, que cuando la cosecha se realizó a los 30 y 40 DDF, los promedios de conductividad eléctrica fueron de 29,77 y 28,29  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , respectivamente, con diferencia estadística cuando la cosecha fue realizada a los 50, 60 y 70 DDF, con promedios de conductividad eléctrica de 20,49; 19,11 y 17,33  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  respectivamente.



**Figura 18. Valores medios de Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

La interacción variedades x momentos de cosecha fue altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ). En la Figura 19, se observa que la variedad F-21 presentó los mayores promedios, notándose que cuando la cosecha fue realizada a los 30 DDF se obtuvo un valor de 33,8  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , disminuyendo significativamente en las cosechas realizadas a los 40, 50, 60 y 70 DDF con valores de conductividad eléctrica de 29,3;

22,5; 19,2 y 17,8  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Por otra parte, para la variedad SFL-09 se observa que la cosecha realizada a los 30 y 40 DDF presentó valores de conductividad eléctrica de 25,7 y 29,3  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , disminuyendo los resultados a partir de los 50, 60 y 70 DDF con valores de 18,5; 18,9 y 16,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . La ecuación de regresión de segundo grado, presentó coeficientes de determinación de 0,78% y 0,99% para las variedades SFL-09 y -21, respectivamente.



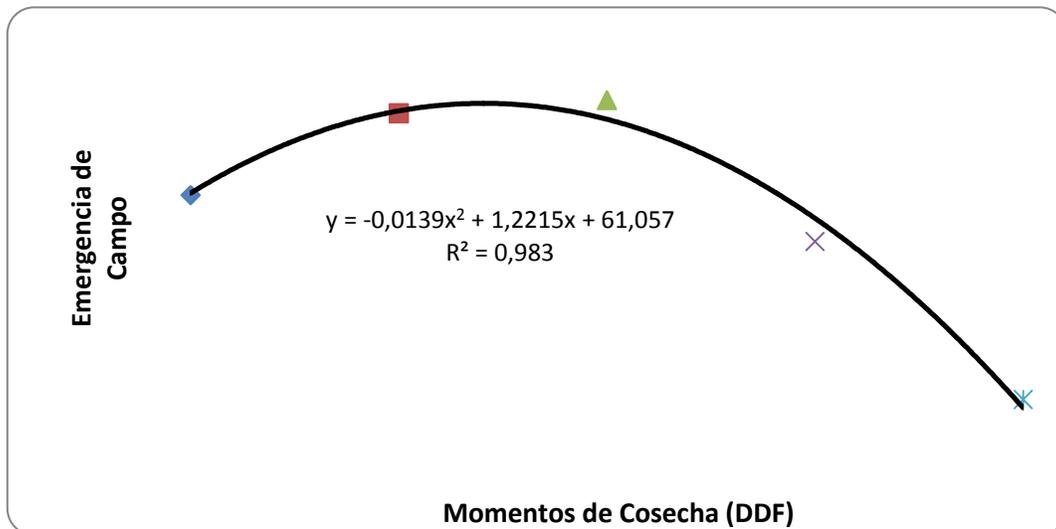
**Figura 19. Interacción variedades x épocas de cosecha, para el vigor de las semillas de arroz (conductividad eléctrica).**

#### **D. Emergencia a Campo (%).**

En el Cuadro 12 del Apéndice, se presentan las medias de emergencia a campo para los efectos simples de variedades, épocas y momentos de cosecha. El coeficiente de variación fue de 1,955%. El análisis de varianza para las variedades presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la variedad SFL-09 presentó el valor más alto de emergencia a campo con 86,33%, diferente al valor obtenido por la variedad F-21 que presentó una emergencia a campo de 83,10%.

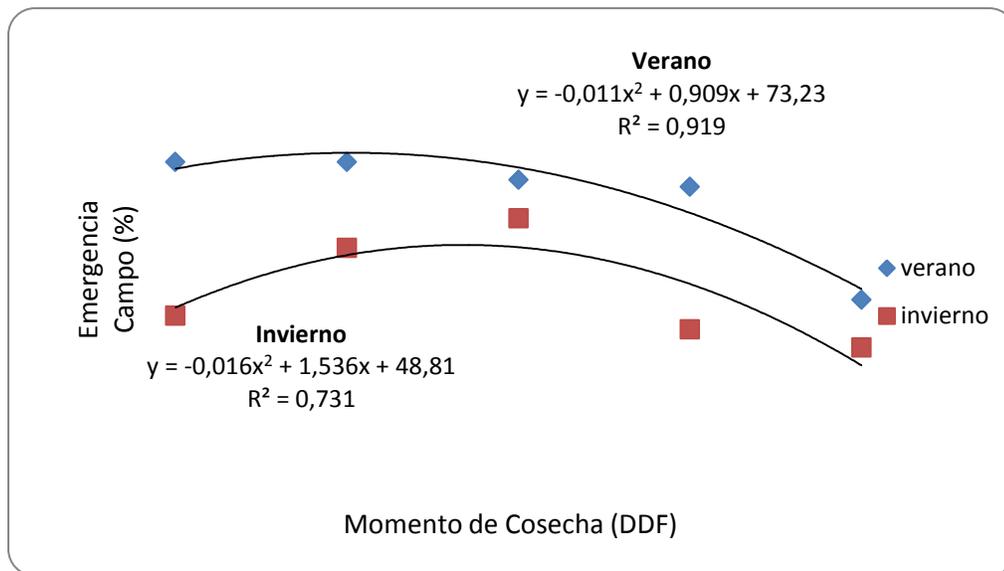
Las épocas de cosecha, también presentaron diferencias altamente significativas, ( $P \leq 0,01$ ), donde las semillas producidas y cosechadas en la estación seca presentaron promedios de emergencia a campo de 88,17%, con diferencia estadística a los promedios obtenidos en la estación lluviosa que fue de 81,27%.

En la Figura 20, se observa que los momentos de cosecha presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde los mayores valores de emergencia a campo se obtuvieron cuando la cosecha fue realizada a los 40 y 50 DDF, con valores de 87,67% y 88,08% respectivamente. Diferente estadísticamente con las cosechas realizadas a los 30, 60 y 70 DDF, que presentaron valores de 85,17%; 83,75% y 78,98% respectivamente.



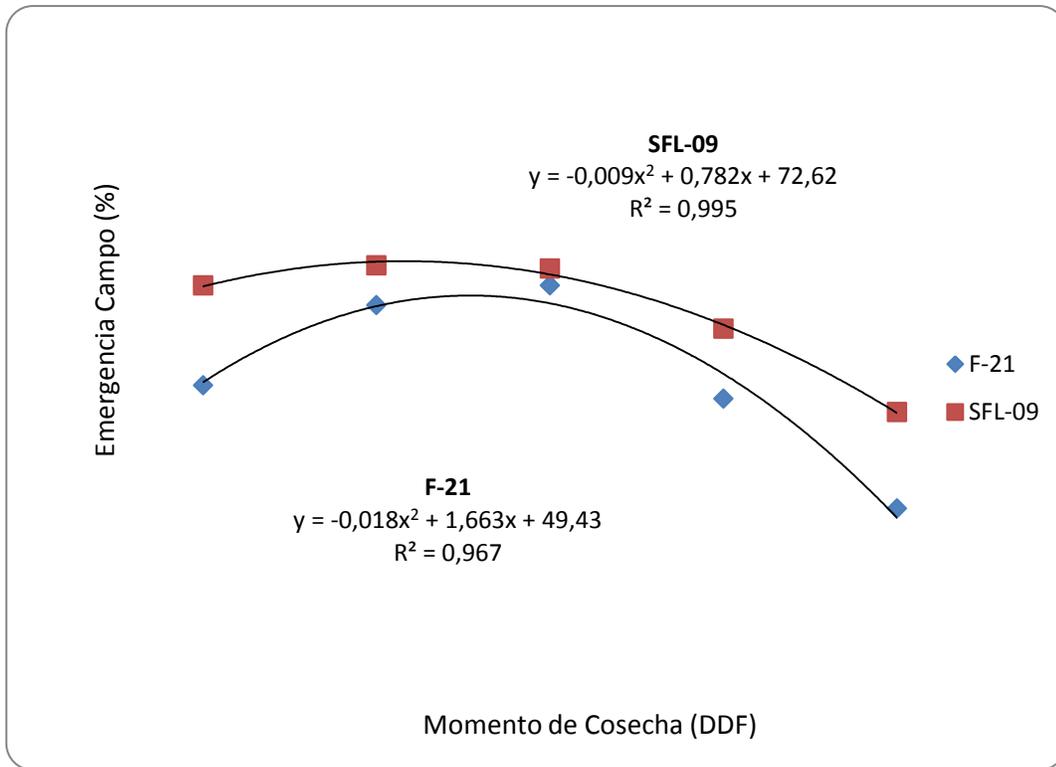
**Figura 20. Valores medios de Emergencia a campo (%) de semillas de arroz, cosechadas en diferentes épocas.**

La interacción épocas de cosecha x momentos de cosecha presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), notándose en la Figura 21, que en la estación lluviosa cuando la cosecha se realizó a los 40 y 50 DDF, se obtuvieron los promedios más altos de emergencia a campo con 84,5% y 86,7%, respectivamente. En la estación seca, las cosechas realizadas a los 30, 40, 50 y 60 DDF presentaron los mayores promedios con 90,8%; 90,8% ; 89,5% y 89%, respectivamente . El análisis de regresión presentó una ecuación de segundo grado, con un coeficiente de determinación de 0,92% y 0,93% para las épocas lluviosa y seca, respectivamente.



**Figura 21. Interacción Épocas de cosecha x momentos de cosecha, para Emergencia a campo de semillas de arroz.**

La interacción variedades x momentos de cosecha presentó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), observándose que para la variedad F-21, cuando la cosecha fue realizada a los 40 y 50 DDF, se obtuvieron los mayores porcentajes de emergencia a campo con 86,7% y 87,7% respectivamente. El menor valor se obtuvo cuando la cosecha fue realizada a los 70 DDF, con 76,5 %. Por otra parte, la variedad SFL-09 en todas las épocas de cosechas se obtuvieron altos porcentajes de emergencia a campo con valores que fluctuaron entre 88,7% (40 DDF) a 81,3% (70 DDF) (Figura 20). El análisis de regresión, presentó una ecuación de segundo grado, con coeficientes de determinación de 0,97% y 0,99% para las variedades F-21 y SFL-09, respectivamente (Figura 22).



**Figura 22. Interacción variedades x momentos de cosecha, para emergencia a campo de semillas de arroz.**

## VIII. DISCUSION

Analizando los resultados referentes al contenido de humedad de los granos, en función de las épocas y momentos de cosecha, se puede verificar que hubo una disminución progresiva con el aumento en el número de días después de la floración, debido a la pérdida lenta y gradual de humedad durante el proceso de maduración. Se evidencia también, que en la primera cosecha realizada a los 30 días después de la floración, los granos presentaron contenido de humedad de 27,16%, disminuyendo aproximadamente 0,47 puntos porcentuales diarios, hasta cuando la cosecha fue realizada a los 60 días después de la floración (13,16%). A partir de ahí, los granos sufrieron un rehumedecimiento brusco, incrementándose el contenido de humedad para 16,26%. Situación que concuerda con lo expresado por PESKE & BARROS (2006) que indican que a partir de la madurez fisiológica, el contenido de humedad disminuye en forma natural hasta un punto en que comienza a oscilar con la humedad relativa del aire, lo que indica que a partir de ahí, la planta madre no ejerce más influencia sobre la humedad del grano.

Esta oscilación fue más evidente cuando la producción y cosecha se realizaron en la época lluviosa, las cuales están sujetas a continuas variaciones de humedad relativa y a la presencia de lluvias durante la maduración y cosecha, y que en invierno 2011 fue superior a la media normal de la región durante el periodo en que se desarrolló el estudio. En la época seca no se evidenció una oscilación acentuada del contenido de humedad, debido a las condiciones climáticas estables que permiten con mayor seguridad obtener una producción de mejor calidad.

El peso hectolítrico de las semillas presentó tendencia a disminuir con el atraso en la cosecha, evidenciándose un incremento en su valor de 30 a 40 días después de la floración, debido a un mejor llenado de granos, ya que en cosechas anticipadas las semillas todavía estaban recibiendo fotoasimilados desde la planta y no habían alcanzado la madurez fisiológica. Después de la maduración completa, las semillas quedan expuestas a intemperie climática y sujeta a perder sus reservas nutricionales durante el proceso respiratorio. Los resultados obtenidos nos permiten inferir que si la semilla posee alta viabilidad y genera

rápida una plántula normal, es porque todas las funciones celulares, enzimáticas y hormonales son favorables, para un elevado vigor.

El rendimiento de pilado y de granos enteros, presentó tendencia polinomial ajustada al modelo cuadrático, verificado en la ecuación generada para los períodos de cosecha. Se observó una interacción entre variedades x épocas de cosecha x momentos de cosecha, El porcentaje más elevado de granos enteros fue observado cuando estos fueron cosechados a los 40 y 50 días después de la floración (69,81 y 68,01%), notándose una pequeña reducción porcentual a los 60 días después de la floración (67,37%), pero con una posterior rehidratación del grano debido a la elevada humedad relativa del aire o a la presencia de lluvias, el rendimiento de granos enteros se redujo (64,12%). Lo que evidencia que el atraso en la cosecha ocasionó reducción en el porcentaje de granos enteros en las variedades en estudio, con respuesta diferenciada entre ellas, donde la variedad SFL-09 presentó los mayores valores de rendimiento de granos enteros cuando comparada con la variedad F-21 que presentó reducción en esta variable.

Resultados similares fueron encontrados por MARCHEZAN et al., (1993) quienes observaron que cuando la cosecha de arroz es realizada con contenidos de humedad de los granos entre 18 y 23%, proporcionan mayor porcentaje de granos enteros en cultivos de arroz bajo riego. Por otra parte BINOTTI et al., (2007) señalan que cuando los granos presentan baja amplitud en su contenido de humedad en función de la absorción de humedad y secado alternado, como consecuencia de las condiciones climáticas (humedad relativa del aire, temperatura y precipitación pluviométrica), proporcionan mayor porcentaje de granos enteros. Esta situación podrá estar relacionada cuando las cosechas son realizadas con humedad media inferior a 20%, debido a que permanecen más tiempo en el campo, sujetos a la interferencia del clima. FONSECA et al., (2004) estudiando el porcentaje de granos enteros de arroz en siembras de secano en función del retraso en la cosecha, resaltaron que la principal causa de quiebra está relacionada a la absorción de agua; es decir que cuando los granos tienen contenidos de humedad en torno del 16% y ocurren lluvias, los granos se rehidratan bruscamente causando fisuras y la posterior quiebra durante el beneficio. Según los autores, las variedades de arroz se diferencian

mucho en cuanto a la capacidad de soportar esa rehumidificación, por lo que el punto ideal de cosecha difiere entre ellas.

La relación entre el contenido de humedad de las semillas y el rendimiento de granos enteros en el pilado, nos indica que la tendencia de los granos es reducir la humedad en forma natural, con el atraso en la cosecha desde los 30 días después de la floración hasta los 60 días, a partir de ahí el contenido de humedad se incrementó ocasionado por lluvias y/o alta humedad relativa del aire. En este caso, el rendimiento de granos enteros se redujo una vez que el agrietamiento de los granos durante esos diez días afectó la calidad del producto. Según KUNZE (1986) esto se debe al comportamiento higroscópico de los granos, los cuales absorben y pierden agua hasta alcanzar el equilibrio con la humedad relativa del aire ambiente, por lo que se indica que la humedad relativa del aire y la temperatura son los principales elementos meteorológicos que inciden en la formación de fisuras en los granos de arroz, situación que es observada cuando la temperatura es elevada durante la noche en función del aumento de la tasa respiratoria, originando la formación de fisuras en los granos.

Las fisuras en los granos no son causadas solamente por la acción del calor, sino también por el aumento de la humedad de los granos provocado por la variación brusca de humedad relativa del aire a causa de lluvias, garuas y rocío. El atraso en la cosecha provoca también el humedecimiento y secado alternado de los granos en el campo, ocasionando una reducción en la calidad debido a la rápida absorción de agua por los diferentes tejidos y a la subsecuente deterioración de estos (PESKE et al., 2006).

Los resultados obtenidos permiten enfatizar que el atraso en la cosecha de arroz causa impactos negativos en el porcentaje de granos enteros, por lo que es importante planificar las operaciones para realizar las cosechas con un grado de humedad que permita la obtención de elevado porcentaje de granos enteros. El momento de la cosecha de arroz es importante en función de que esta operación puede interferir en la calidad final del producto. Las recomendaciones técnicas del cultivo sugieren que la cosecha sea realizada con contenidos de humedad entre 19 a 23%, en función de los mayores beneficios. Pues

cosechas realizadas fuera de los límites de humedad adecuada puede influir en aspectos de producción de granos, en la calidad del producto, afectando la rentabilidad de la actividad.

Por otra parte, tratando de obtener una mejor calidad del grano, las cosechas anticipadas no presentan una buena opción ya que cuando se realiza con elevada humedad de los granos se nota la presencia de defectos, tales como granos verdes, vanos, yesosos y mal formados. El arroz cosechado con contenidos de humedad elevada requiere secado inmediato para evitar la fermentación. Además, cuando los granos son cosechados con bajos contenidos de humedad, se produce un aumento en el desgrane natural, acame de plantas, ataque de insectos, además de disminución del porcentaje de granos enteros en el pilado, afectando también la germinación y el vigor de las semillas (SMIDERLE et al., 2008).

La apariencia del endosperma es una característica importante para su comercialización. Granos translucidos son los más demandados por la industria arrocera y por los consumidores. El centro blanco es una opacidad que se observa en los granos de arroz debido al arreglo entre los gránulos de almidón y proteínas en las células, cuyo proceso se desarrolla bajo condiciones adversas de clima y de cultivo. En el presente estudio, el porcentaje de granos con centro blanco no sufrió influencia significativa para las variedades ni para los momentos de cosecha después de la floración, se observaron valores entre 9,67% y 11,67%. Las épocas de cosecha influyeron significativamente en la variable, observándose en la estación lluviosa el mayor valor de centro blanco en los granos, con 17,63% superior al encontrado en granos producidos durante la estación seca que presentaron 3,5% de granos con centro blanco. Según ELIAS (2007), temperaturas bajas al inicio de la maduración en la fase del llenado de granos pueden ser perjudiciales, provocando un aumento de granos yesosos. Por lo tanto, la cosecha realizada en el momento adecuado, posibilita la obtención de mayor productividad, mejor calidad, mayor rendimiento industrial y menor incidencia de defectos en los granos. Entre las posibles causas de la formación de esas áreas opacas estarían las de origen genético, condiciones ambientales adversas, la mala formación de los granos por la incidencia de enfermedades, a la gran cantidad de granos inmaduros, alto grado de humedad y al ataque de insectos

chupadores antes de la cosecha. El arroz que madura en condiciones de clima caliente y seco tiende a ser opaco, mientras que el que madura en condiciones de temperatura baja tiende a ser translucido y más resistente a la quiebra. Por otra parte, temperaturas bajas al inicio de la maduración en la fase del llenado de granos pueden ser perjudiciales, provocando un aumento de granos yesosos.

En la evaluación de la calidad fisiológica, tanto la germinación como el vigor (prueba de frío, conductividad eléctrica y emergencia a campo) de las semillas de arroz fueron influenciadas por los momentos de cosecha. La germinación presentó una tendencia polinomial ascendente desde los 30 hasta los 40 días después de la floración, permaneciendo estable hasta los 50 días. A partir de ahí, hubo una reducción constante en esos parámetros, hasta los 70 DDF etapa final de las evaluaciones.

El más alto porcentaje de germinación se obtuvo cuando la cosecha fue realizada entre los 40 y 50 días después de la floración, disminuyendo en forma acentuada unos 7,25 puntos porcentuales cuando la cosecha sufre retrasos en su ejecución, ya que las semillas permanecen en el campo sometidas a factores climáticos adversos. Semillas cosechadas entre los 30 y 50 días después de la floración tuvieron alta calidad fisiológica, superior a los momentos de cosecha inmediatamente subsecuentes (60 y 70 DDF). Semillas provenientes de la cosecha realizada a los 30 DDF tuvieron regular desempeño, el comportamiento insatisfactorio probablemente es debido a que estaban todavía inmaduras y mal formadas. La variedad SFL-09 presentó el mayor potencial de germinación tanto en la época lluviosa como en la época seca. Aun cuando los resultados de germinación en los diferentes momentos de cosecha fueron superiores a 84%, estos valores estaban por encima de los parámetros establecidos por la Ley de Semillas del Ecuador que es de 80%. Resultados similares fueron obtenidos por SMIDERLE et al (2008), quienes observaron que cosechas realizadas a los 15 y 22 días después de la floración no son la más adecuada, pues reducen la calidad fisiológica de las semillas. Por lo tanto recomiendan que para la variedad BRS Paraima, la cosecha adecuada está comprendida entre 29 y 43 días después de la floración, cuando sus semillas presentan mayor productividad, contenido de masa seca, rendimiento de granos enteros, calidad fisiológica y potencial de almacenamiento.

La prueba de conductividad eléctrica permite estimar el nivel de la integridad de las membranas celulares por tanto, los valores de conductividad eléctrica son correlacionados a la desorganización de las membranas celulares donde los solutos citoplasmáticos liberados durante la imbibición de las semillas con membranas dañadas, poseen propiedades electrolíticas, produciendo cargas eléctricas que pueden ser medidas con un conductivímetro, correlacionándose los datos con la germinación y el vigor. En el presente trabajo los resultados obtenidos nos indican un comportamiento inverso a lo indicado por la prueba que asocia a las semillas de más vigor con la menor conductividad eléctrica y viceversa. Los resultados obtenidos para la variable de conductividad eléctrica de las semillas reportan valores contrarios, donde las semillas con elevado vigor tienden a presentar los menores valores de conductividad eléctrica. Cuando las semillas fueron cosechadas a los 30 y 40 días después de la floración, se observaron valores de conductividad eléctrica de 29,77 y 28,29; respectivamente, disminuyendo para las cosechas realizadas entre los 50 y 70 días después de la floración. Ante esta situación, algunos autores relatan que puede ocurrir una inversión en los valores de conductividad eléctrica en virtud, de la hidratación de las semillas que dependen de su composición química, especie, disponibilidad de agua, área de contacto, temperatura, tamaño, forma de los poros y cantidad de cera en la epidermis (CARVALHO Y NAKAGAWA, 2000).

En arroz, la lenna y la palea, además de no permitir la observación de la integridad de la semilla, pueden influir en la absorción de agua y lixiviación de lixiviados interfiriendo en los resultados. Al respecto, BORLOTTO (2008) estudiando la calidad fisiológica de las variedades de arroz IRGA 417 e IRGA 422 CL, observaron que las semillas menos vigorosas presentaron menor velocidad de hidratación, comparativamente a las de mayor vigor; por lo que, semillas de bajo vigor presentan menos cantidad de iones en el agua de imbibición.

A través de la prueba de conductividad eléctrica, se observó que la estabilidad del sistema de membranas es común tanto para la variedad SFL-09 y F-21, ya que presentaron similar disminución en la lixiviación de electrolitos para los mismos intervalos de cosecha. Aparentemente, las cosechas realizadas con bajos contenidos de humedad de los granos,

presentó menor nivel de electrolitos lixiviados, por lo que se supone que después de sucesivos rehumedecimientos, el sistemas de membranas se haya reorganizado tardíamente, restringiendo la salida de electrolitos. Se sabe que la liberación inicial de electrolitos es intensa tanto para semillas intactas y vigorosas como para las deterioradas, lo que torna difícil la identificación de posibles diferencias de calidad al inicio de la imbibición. Sin embargo, en el transcurso de este proceso, la cantidad de exudados liberados por las semillas vigorosas se estabiliza, debido a la reorganización de las membranas, favoreciendo el ordenamiento de la calidad de las semillas en las diferentes épocas y momentos de cosecha.

La prueba de germinación en la prueba de frío y la emergencia de plántulas en campo, presentaron tendencia polinomial ajustada a un modelo cuadrático, siendo influenciadas por los momentos de cosecha después de la floración. En la prueba de frío se observó un incremento constante de 1,84% en los porcentajes de germinación de los 30 hasta los 50 DDF, disminuyendo drásticamente 7,34% hasta cuando la cosecha fue realizada a los 70 DDF. La variedad SFL-09 presentó altos porcentajes de germinación en la prueba de frío (84,27% y 85,93%,) tanto en la época seca como lluviosa, la variedad F-21 también presentó el mayor promedio de germinación con 88,4% en la época lluviosa, disminuyendo en la época seca a un valor de 76,53%. Semillas provenientes de cosechas realizadas en la estación seca presentaron mejor calidad fisiológica aunque con tendencia a disminuir conforme se retrase la cosecha. Según MARCOS FILHO (1999) la prueba de frío permite detectar diferencias en la determinación del vigor en semillas de arroz, funcionando como un instrumento de gran valor para la selección previa de lotes de semillas que presenten buen potencial de emergencia en suelos fríos y húmedos.

La emergencia de plántulas en campo, presentó la misma tendencia que la variable anterior, observándose que cuando las semillas fueron cosechadas a los 40 y 50 DDF se obtuvieron los más altos porcentajes de germinación con 87,67 y 88,08%, respectivamente, notándose un incremento constante de 2,31% desde los 30 hasta los 50 DDF, disminuyendo 9,16% hasta los 70 días después de la floración.

La interacción épocas de cosecha x momentos de cosecha presentó diferencias altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), que en la estación lluviosa cuando la cosecha se realizó a los 40 y 50 DDF, se obtuvieron los promedios más altos de emergencia a campo con 84,5% y 86,7%, respectivamente. En la estación seca, las cosechas realizadas a los 30, 40, 50 y 60 DDF presentaron los mayores promedios con 90,8% ; 90,8% ; 89,5% y 89%, respectivamente .

La interacción variedades x momentos de cosecha presentó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), observándose que para la variedad F-21, cuando la cosecha fue realizada a los 40 y 50 DDF, se obtuvieron los mayores porcentajes de emergencia a campo con 86,7% y 87,7% respectivamente. El menor valor se obtuvo cuando la cosecha fue realizada a los 70 DDF, con 76,5 %. Por otra parte, la variedad SFL-09 en todas las épocas de cosechas se obtuvieron altos porcentajes de emergencia a campo con valores que fluctuaron entre 88,7% (40 DDF) a 81,3% (70 DDF) (Figura 20). El análisis de regresión, presentó una ecuación de segundo grado, con coeficientes de determinación de 0,97% y 0,99% para las variedades F-21 y SFL-09, respectivamente.

Los diferentes momentos de cosecha mostraron efectos negativos en los porcentajes de germinación, prueba de frío y emergencia a campo, debido probablemente a las condiciones agroclimáticas adversas que tuvieron que soportar las semillas durante la maduración. Estos resultados coinciden con los encontrados por LAGO et al., (1997) quienes indican que el mejor intervalo de cosecha de la variedad de arroz IAC 4440 fue de 36 a 40 días después de la floración, enfatizando que las semillas cosechadas antes de la completa maduración son leves, mal formadas y menos vigorosas con efectos negativos en la viabilidad y el potencial de almacenamiento.

## IX. CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue realizado el experimento, se concluye lo siguiente:

- El contenido de humedad de las semillas fue mayor en cosechas tempranas (30 DDF) disminuyendo en forma natural hasta los 60 DDF.
- Cosechas realizadas cuando los granos presentaban contenidos de humedad entre 15% y 21% proporcionaron altos porcentajes de rendimiento de grano en el pilado, viabilidad y vigor de las semillas.
- El peso hectolítrico no se vio afectado significativamente por el retraso en la cosecha.
- La época de cosecha incidió en el porcentaje de centro blanco de las semillas.
- El momento adecuado de cosecha para las variedades en estudio está comprendido entre los 40 y 50 días después de la floración.
- El atraso en el momento de cosecha redujo el rendimiento de granos enteros en el pilado, la viabilidad y el vigor de las semillas, independientemente de las variedades.
- El momento de cosecha (DDF) es uno de los factores de gran influencia sobre la calidad industrial y fisiológica de las semillas de arroz.
- Las variedades SFL-09 y F-21 fueron influenciadas en el rendimiento de granos enteros con el atraso en la cosecha.
- La época seca ofrece mejores condiciones climatológicas para producir semillas de alta calidad.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Realizar la cosecha de las variedades SFL-09 y F-21 entre los 40 y 50 DDF, evitando que las semillas permanezcan en campo sometidas a factores climatológicos adversos.
- Cosechar cuando los granos presenten contenidos de humedad entre 15% y 21%, para reducir las pérdidas de la calidad fisiológica de las semillas y la calidad industrial del grano.
- Planificar las operaciones, para realizar cosechas con contenidos de humedad de los granos que permitan obtener un elevado porcentaje de granos enteros en el pilado y elevada calidad fisiológica de las semillas.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, A.R.; COBO, L.G.; HERNAIZ, L.S. 2005.** Avances de la Calidad Industrial del arroz en Chile. In: Tierra Adentro: Cultivos. 3p.
- ANDRADE, E. F.; RONQUILLO, S.; HURTADO, D. J. 2007.** Cosecha. In. Manual del Cultivo de Arroz INIAP-E.E. Boliche. p. 136-139.
- ANDRADE, N.E.B.; AMORIN NETO, S.; FERNANDEZ G.N.B; PEREIRA, R.P.; RIVEIRO, P.R.; SILVA, P.R. 1995.** Qualidade de de grãos de arroz em função de níveis de nitrogênio., PESAGRO-Río de Janeiro. 6p. (Comunicado Técnico, 229).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. 1983.** Seed vigour Handbook of Seed Testing. East Lansing. 88 p.
- BEHALL, K.M.; SCHOLFIELD, A.; HALLFRISCH, F. 2006.** Wholegrain diets reduce blood pressure in mildly hypercholesterolemic men and women. Journal of the American Dietetic Association. V. 106, p 1445-1449.
- CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; MARCHEZAN, E. 1997.** Efeito de práticas de manejo sobre o rendimento de grãos e a qualidade industrial dos grãos em arroz irrigado. Ciencia Rural vol. 27 n° 3, Santa María, BR. 7p.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J.** Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 200. 588 p.
- CHU, N.N.; KUNZE, O.R. 1982.** Moisture content variation among haves red rice grains. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, n.25, v.4. p. 1037-1040.
- CICERO, S.M.; VIEIRA. R.D. 1994.** Teste de Frío. In: Teste de Vigor em Sementes. Jaboticabal; FUNEP. p. 151-164.

**CORPORACION DE INDUSTRIALES ARROCEROS DEL ECUADOR. 2008.** El Pulido del Arroz. CORPCOM, Año 2/Edición N° 3. P. 4.

**CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUEZ, R. A. F. 1999.** Rendimento de beneficio e de graos inteiros em funcao do espacamento e da densidade de sementeira do arroz de sequeiro. Scientia Agrícola, v. 56 p. 47-52.

**DELOUCHE, S.C.** Germinacion, deterioro y vigor de semilla. SEED NEWS, Pelotas, v.6, n.6, p. 16-20.

**ELIAS, M.C.; MULLER, M.M.; SILVEIRA, R.S.; DIONELLO, R.G.; RADUNZ, L.L. 1998.** Fundamento de beneficiamento e análise de qualidade em arroz. Pelotas, Polo de Modernização Tecnológica em Alimentos da Região Sul. UFPel- FAEM-DCTA.

**ELIAS, M.C. 1998.** Efeitos da espera para secagem e do tempo de armazenamento na qualidade das sementes e grãos do arroz irrigado. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. 164 p. (Tese Doutorado).

**ELIAS, M.C. 2007.** Pos-colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade. Pelotas: Ed. Universitaria. UFPEL, 437 p.

**FERREIRA, C. M.; YOKOJAMA, L. P. 1999.** Cadeia produtiva do arroz na regioao Centro- Oeste. Embrapa Producao de Informacao, Brasilia, DF. 110 p.

**FERNANDEZ, G.M.B.; AMRIN NETO, S. 1987.** Qualidade de Arroz em funcao da época de colheita e do teor de umidade no beneficiamento em engenho. Ríó de Janeiro: PESAGRO. 4p. (Comunicado Técnico, 180).

- FONSECA, J. R. ; SILVA, J. G. 1997.** Perdas de graos na colheita de arroz. 2. ed. Goiania: EMBRAPA- CNPAF. 26 p. (Circular Técnica, 24).
- FONSECA, J.R.; CASTRO, E.M.; ZIMMERMANN, F.J.; CUTRIM, V.A. 2004.** Ponto de Colheita das cultivares de arroz de terras altas BRS Liderança, BRS Talento e BRSMG Curinga. Revista Ceres. 51 (296): 535-540.
- GONÇALO, J.F.P.; MACIEL, V.S. 1975.** Maturação fisiológica de sementes de arroz. Sementes, Brasília v1, n1. p: 21-25.
- GUIMARÃES, H.M.A. 1996.** Época de semeadura e de colheita, produtividade e rendimento industrial de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. 110 p. (Tese Doctorado).
- HAMER, J. H. 1997.** Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. Qualidade Física. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 19, nº 1, p. 106-110.
- HESSE, S.R. 1983.** Maturação fisiológica das sementes de arroz (*Oryza sativa*) cv.IAC 47. Portovelho: EMBRAPA/UEPAE. 4p. (Pesquisa em Andamento, 54).
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2008.** Arroz en el Ecuador. Informe ejecutivo ESPAC 23008. (en línea) EC. Consultado 30 jun. 2009. Disponible en <http://www.inec.gov.ec>.
- ISTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. 1986.** Granos y Cereales. Arroz en cáscara: Requisitos. Documento INEN 186. 8p.
- ITANI, T. 2002.** Distribution of amylose, nitrogen and minerals in rice kernels with various characters. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.52, p. 2213-2217.

- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R. ; KAUFFMAN, H.E. 1981.** Mejoramiento de arroz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 233 p.
- JULIANO, B.O. 1993.** Properties of the rice caryopsis. In. Rice: production and utilization. Westport: CTAVI. p: 403-438.
- KENNEDY, G., BURLINGAM, E. F. 2002.** Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. International Rice Commission Newsletter, v.51, p. 33-42.
- KUNZE, O.R. 1986.** Effect of environment and variety on milling qualities of raice. In: International Rice Research Institute. Rice grain quality and marketing. Manila, Phillipinas. p. 37-47.
- LAGO, A. A.; VILLELE, O. V.; BASTOS, C. R.; TISSELLI FILHO, O. 1997.** Epoca de colheita e qualidades das sementes das cultivares de arroz irrigado IAC-238 e IAC-242. Revista Brasileira de Sementes, v.19, n 2, p: 320-325.
- LIVORE, A. 2002.** Calidad Industrial y Culinaria del Arroz. INTA, Uruguay. 5 p.
- MARCHEZAN, E. 1991.** Relacoes entre épocas de sementeira, de colheita e rendimento industrial em graos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) Tese Doutorado em Agronomia. Universidad de Sao Paulo. 112 p.
- MARCHEZAN, E. 1993.** Relações entre perfilhamento, floração e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz. Turrialba, San Jose. V.43, n.1. p. 16-21.
- MARCHEZAN, E.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J. 1993.** Relação entre época de sementeira, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigados. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v.28, n.7. p. 843-848.
- MARCOS FILHO, J. 2005.** Fisiología de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ. 495 p.

**MENDOZA C, L; RACINES J, M; CHAVEZ T, J. 2010.** Retornos económicos de la investigación y transferencia de tecnologías generadas por el INIAP-Ecuador: El Caso Arroz. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 63 p, (Publicación técnica No 141).

**MENDOZA C, L; RACINES J, M; ESPIN O., D. 2011.** Adopción de la variedad de arroz INIAP-14 y sus componentes tecnológicos, en el proyecto de riego América Lomas, Cantón Daule, Provincia del Guayas, Quito, Ecuador INIAP, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 70 p, (Publicación técnica No 147).

**MENEZES, V. G.; SILVA, P. R. F. ; CARMONA, R. ; REZERA, F.; MARIOT, C. H. 1997.** Interferencia do arroz vermelho no rendimento de engenho de cultivares de arroz irrigado. Ciencia Rural, Santa María, v. 27, n. 1, p. 27-30.

**PASCUAL, C.S. 2010.** Efeitos da parbolização do Arroz (*Oryza sativa* L) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido. UNIVERSIDADE DE SAO PAULO. 116 p. (TESE MESTRADO).

**PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. 2010.** O momento de colher. SEED NEWS, Pelotas, v.14 n.3, p. 22-29.

**PESKE, T. 2001.** Cuando cosechar? In Seednews. La Revista Internacional de semillas Pelotas, Rio Grande do Sur. 5(2): 21.

**RAJANNA, B.; ANDREWS, C.H. 1970.** Trends in seed maturation of rice (*Oryza sativa* L.). Proceedings Association of Official Seed Analysts. Geneva v.60 p: 188-196.

- RIBEIRO, G. J. T. ; SOARES, A. A. ; REIS, M. S. ; CORNELIO, V. M. 2004.** Efeitos do atraso na colheita e do período de armazenamento sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz de terras altas .Ciencia Agrotecnia. Lavras, v. 28, n. 5. P. 1021-1030.
- ROMBALDI, C.V. 1988.** Condições de secagem e tempo de armazenamento na qualidade industrial do arroz UFPEL. 124 P. (Tese Mestrado).
- SANTANA, E.P. 1989.** Cultivo de arroz irrigado por aspersao. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, v.14, n. 161. p. 71-75.
- SMIDERLE, O. J.; DIAS SANTOS DO, E.T. 2008.** Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes em arroz irrigado. Pesquisa Agropecuaria Tropical. V.38, n.3, p. 188-194.
- SMIDERLE, O. J ; PEREIRA, P. R.. 2008.** Epoca de colheita e qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado cultivar BR IRGA 409 produzidas em Roraima. EMBRAPA-BOA VISTA, RR. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 03).
- SOARES, A.A. 2001.** Cultura de arroz. Lavras: UFLA. 111 p. (Textos Acadêmicos).
- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M.K. 1985.** Effect of variety and enviroment of milling queliy of rice. In: International Rice Research Institute. Rice grain quality and marketing. p. 49-59.
- WALTER, M.; MARCHEZAN, E; AVILA, L.A. 2008.** Arroz; composição e características nutricionais. Ciencia Rural, Santa María, v32, n.4, pp. 1184-1192.
- ZHOU, Z. 2002.** Composition and functional properties of rice. International Journal of Food Science and Technology, v.37, p.849-868.

# APPENDICE

**CUADRO 1.** Promedios de Humedad del grano (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>HUMEDAD DEL GRANO (%)</b>
SFL- 09	17,66 b
F- 21	19,59 a
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	19,48 a
VERANO	17,76 b
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	27,16 a
40 DDF	21,81 b
50 DDF	14,73 cd
60 DDF	13,16 d
70 DDF	16,26 c
<b>CV (%)</b>	9,57
<b>X</b>	18,62

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 2.** Promedios de Peso hectolítrico (Kg HI<sup>-1</sup>) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIEDADES</u></b>	<b>PESO VOLUMETRICO (Kg HI<sup>-1</sup>)</b>
SFL- 09	48,25
F- 21	48,57
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	48,35
VERANO	48,47
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	48,84 ab
40 DDF	49,24 a
50 DDF	48,49 ab
60 DDF	48,03 ab
70 DDF	47,44 b
<b>CV(%)</b> .	2,76
<b>X</b>	48,41

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>*</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 3.** Promedios de Rendimiento de Molino (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>RENDIMIENTO DE MOLINO (%)</b>
SFL- 09	77,93 a
F- 21	75,97 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	75,77 ab
VERANO	78,13 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	76,58 b
40 DDF	77,92 a
50 DDF	77,17 ab
60 DDF	76,67 b
70 DDF	75,42 b
<b>CV (%) .</b>	2,41
<b>X</b>	76,75

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>*</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 4.** Promedios de Granos Enteros (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS (%)</b>
SFL- 09	70,66 a
F- 21	65,77 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	68,16 a
VERANO	68,27 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	65,77 b
40 DDF	69,81 a
50 DDF	68,01 a
60 DDF	67,37 b
70 DDF	64,12 c
<b>CV (%)</b>	4,07
<b>X</b>	67,02

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 5.** Promedios de Porcentaje de granos con centro blanco (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>GRANOS CON CENTRO BLANCO (%)</b>
SFL- 09	10,07
F- 21	11,07
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	17,63 a
VERANO	3,50 b
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	11,67 a
40 DDF	10,25 a
50 DDF	9,87 a
60 DDF	10,60 a
70 DDF	11,25 a
<b>CV (%)</b>	33,53
<b>X</b>	10,57

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 6.** Promedios de Largo del grano (mm) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIEDADES</u></b>	<b>LARGO DEL GRANO (mm)</b>
SFL- 09	7,40 a
F- 21	7,17 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	7,28 a
VERANO	7,29 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	7,33 a
40 DDF	7,32 a
50 DDF	7,31 a
60 DDF	7,32 a
70 DDF	7,33 a
<b>CV (%)</b>	2,19
<b>X</b>	7,32

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUDRO 7.** Promedios de Ancho del grano (mm) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>ANCHO DEL GRANO (mm)</b>
SFL- 09	2,29 a
F- 21	2,31 a
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	2,32 a
VERANO	2,28 b
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	2,28 a
40 DDF	2,32 a
50 DDF	2,30 a
60 DDF	2,29 a
70 DDF	2,30 a
<b>CV (%)</b>	2,69
<b>X</b>	2,30

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>*</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 8.** Promedios de Relación Largo/Ancho del grano de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIEDADES</u></b>	<b>RELACION LARGO/ANCHO</b>
SFL- 09	3,25 a
F- 21	3,09 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	3,15 a
VERANO	3,19 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	3,23 a
40 DDF	3,19 a
50 DDF	3,17 a
60 DDF	3,15 a
70 DDF	3,14 a
<b>CV (%)</b>	4,03
<b>X</b>	3,18

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 9.** Promedios de Germinación (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIEDADES</u></b>	<b>GEMINACION (%)</b>
SFL- 09	89,63 a
F- 21	87,23 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	85,33 b
VERANO	91,53 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	88,33 ab
40 DDF	91,75 a
50 DDF	90,50 ab
60 DDF	87,08 bc
70 DDF	84,50 c
<b>CV (%)</b>	3,66
<b>X</b>	88,4

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 10.** Promedios de Germinación en la Prueba de frío (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIEDADES</u></b>	<b>PRUEBA DE FRIO (%)</b>
SFL- 09	85,10 a
F- 21	82,47 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	80,40 b
VERANO	87,17 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	84,58 a
40 DDF	85,33 a
50 DDF	86,42 a
60 DDF	83,50 ab
70 DDF	79,08 b
<b>CV (%)</b>	4,84
<b>X</b>	83,78

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 11.** Promedios de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b>VARIETADES</b>	<b>CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (<math>\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}</math>)</b>
SFL- 09	21,48 b
F- 21	24,53 a
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	22,40 b
VERANO	23,61 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	29,77 a
40 DDF	28,29 a
50 DDF	20,49 b
60 DDF	19,11 bc
70 DDF	17,37 c
<b>CV (%)</b>	8,17
<b>X</b>	23,01

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>*</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>NS</b>

**CUADRO 12.** Promedios de Emergencia a Campo (%) de las variedades de arroz en función de la época y momento de cosecha después de la floración.

<b><u>VARIETADES</u></b>	<b>EMERGENCIA A CAMPO (%)</b>
SFL- 09	86,33 a
F- 21	83,10 b
<b><u>EPOCAS DE COSECHA</u></b>	
INVIERNO	81,27 b
VERANO	88,17 a
<b><u>MOMENTOS COSECHA</u></b>	
30 DDF	85,17 b
40 DDF	87,67 a
50 DDF	88,08 a
60 DDF	83,75 b
70 DDF	78,92 c
<b>CV (%)</b>	1,95
<b>X</b>	84,72

**Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tuckey ( $P \leq 0,05$ )**

<b>Significancias estadísticas: Variedades</b>	<b>**</b>
<b>Épocas de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs Épocas de cosecha</b>	<b>NS</b>
<b>Variedades vs Momentos de cosecha</b>	<b>*</b>
<b>Épocas de cosecha vs Momentos de cosecha</b>	<b>**</b>
<b>Variedades vs E. Cosecha vs M. Cosecha</b>	<b>**</b>

## ANEXOS

### MUESTRAS DE ARROZ PILADOS Y GRANOS QUEBRADOS



**(DUBLIN CORE) ESQUEMA DE CODIFICACIÓN**

<b>1</b>	<b>Título/Title</b>	<b>M</b>	DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE COSECHA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS ENTEROS EN EL PILADO Y LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE ARROZ ( <i>Oryza sativa L.</i> ).
<b>2</b>	<b>Creador/Creator</b>	<b>M</b>	Ana Ampuño : Universidad Técnica Estatal de Quevedo
<b>3</b>	<b>Materia/Subject</b>	<b>M</b>	Ciencias de la Ingeniería; Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial; Granos y semillas de arroz.
<b>4</b>	<b>Descripción/Description</b>	<b>M</b>	El experimento se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad del Programa Nacional del Arroz de la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja” y en el Laboratorio de Análisis de semillas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). El objetivo principal fue: Determinar la influencia del momento de cosecha sobre el rendimiento de granos enteros en el pilado y la calidad fisiológica de las semillas de arroz.
<b>5</b>	<b>Editor/Publisher</b>	<b>M</b>	FCl; Carrera Ingeniería Agroindustrial; Ana Ampuño.
<b>6</b>	<b>Colaborador/Contributor</b>	<b>O</b>	Ninguno
<b>7</b>	<b>Fecha/Date</b>	<b>M</b>	20 de Diciembre del 2012
<b>8</b>	<b>Tipo/Type</b>	<b>M</b>	Tesis de Grado
<b>9</b>	<b>Formato/Format</b>	<b>R</b>	Microsoft Office Document Work 97-2003(*.doc)