

**ADAPTABILIDAD DE TRES LINEAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) DEL
SISTEMA CLEARFIELD EN TRES ZONAS ARROCERAS DE COLOMBIA**

EDGAR BARONA VALENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PALMIRA- VALLE DEL CAUCA

2012

**ADAPTABILIDAD DE TRES LINEAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) DEL
SISTEMA CLEARFIELD EN TRES ZONAS ARROCERAS DE COLOMBIA**

EDGAR BARONA VALENCIA

**Trabajo de tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Agrarias
Línea de Investigación en Fitomejoramiento**

Director

EDGAR IVÁN ESTRADA SALAZAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PALMIRA- VALLE DEL CAUCA

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ACTA DE JURADO DE TESIS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
LINEA DE INVESTIGACIÓN FITOMEJORAMIENTO

En Palmira a los 17 días del mes de Diciembre de 2012, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los profesores FRANCO ALIRIO VALLEJO C. y MANUEL SALVADOR SANCHEZ.

Para calificar la Tesis de Grado de:

EDGAR BARONA VALENCIA

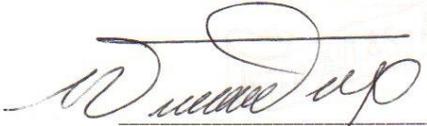
Titulada:

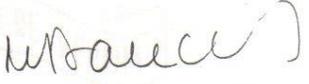
“ADAPTABILIDAD DE TRES LINEAS DE ARROZ Oriza sativa DEL SISTEMA CLEARFIELD EN TRES ZONAS ARROCERAS DE COLOMBIA”, bajo la Edgar Iván Estrada Salazar, M.Sc.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los profesores FRANCO ALIRIO VALLEJO C. y MANUEL SALVADOR SANCHEZ, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADA

REPROBADA


FRANCO ALIRIO VALLEJO C.


MANUEL SALVADOR SANCHEZ

DEDICATORIA

A Dios por darme las facultades y conocimientos para lograr este Título

A mis Padres Gonzalo Barona y Aura María Valencia (Q.E.P.D)

A mi esposa Maricet Rodríguez Cabal, a mis hijos, Isabel Cristina Barona Rodríguez y Andrés Felipe Barona Rodríguez, al igual que mi hermano Jairo Barona Valencia por el apoyo en este proyecto de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Edgar Iván Estrada por apoyarme en este proyecto de Tesis.

Al Dr. Rafael Hernández Lozano Gerente General De la Federación Nacional de Arroceros.

A la Dra. Rosa Lucia Rojas Secretaria General de la Federación Nacional de Arroceros.

A los Dr. Elkin Flórez, Nelson Fernando Amezquita, Gabriel Garcés, Cristo Rafael Pérez, José Omar Ospina compañeros de trabajo de la Federación Nacional de Arroceros.

Al Dr. Miguel Diago Ramírez y a los directores de las Seccionales de Neiva y Campoalegre Dr. Francisco García Soto y Juan Carlos Castañeda por su apoyo incondicional.

Al Dr. William Rodríguez Cabal y Flia.

A los Ingeniero Juan Bosco Cuasquer y Leonardo Alvarez por su apoyo logístico.

Y demás personas que de una u otra forma aportaron para que este trabajo culminase de buena forma.

La facultad y los jurados de tesis
no se harán responsables de las
ideas emitidas por el autor.
Artículo 24, resolución 04 de 1974

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. OBJETIVOS	3
1.1 Objetivo principal	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. MARCO REFERENCIAL	4
2.1 El arroz en Colombia	4
2.2 El arroz rojo	7
2.2.1 Características del arroz rojo.....	8
2.2.2 Distribución de la semilla de arroz rojo	10
2.2.3 Hibridación del arroz cultivado y el arroz rojo	10
2.3 Sistema de producción “Clearfield”	11
2.3.1 Modo de acción de los herbicidas “Clearfield”	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Localización geográfica	15
3.1.1 Zona Centro	16
3.1.2 Zona Llanos	16
3.1.3 Zona Norte	16
3.2 Genotipos evaluados	17
3.3 Diseño Experimental.....	17
3.4 Tamaño de la parcela	17
3.5 Variables de respuesta	17
3.5.1 En campo.....	18

❖	Añublo de la vaina	18
❖	Manchado de grano.....	19
❖	Añublo del arroz	19
❖	Añublo de la panícula	20
❖	Pudrición de la vaina	21
❖	Virus de la hoja blanca	22
3.5.2	En el laboratorio	22
3.5.3	Parámetros de calidad de molinería	23
3.6	Análisis estadístico	23
3.6.1	Modelo Estadístico	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1	ZONA NORTE	26
4.1.1	Análisis de varianza combinado de 5 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)	26
4.1.2	Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente.....	31
4.1.3	Análisis multivariado.....	32
4.1.4	Análisis de componentes principales.....	34
4.1.5	Variables relacionadas con calidad	35
4.1.6	Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios	40
4.2	ZONA CENTRO.....	42
4.2.1	Análisis de varianza combinado para 7 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)	42
4.2.2	Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente.....	49
4.2.3	Análisis multivariado.....	50
4.2.4	Análisis de componentes principales.....	52

4.2.5	Variables relacionadas con calidad	53
4.2.6	Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios	59
4.3	ZONA LLANOS.....	61
4.3.1	Análisis de varianza combinado de 9 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)	61
4.3.2	Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente.....	69
4.3.3	Análisis multivariado.....	70
4.3.4	Análisis de componentes principales.....	72
4.3.5	Variables relacionadas con calidad	73
4.3.6	Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios	79
5.	CONCLUSIONES.....	82
6.	BIBLIOGRAFIA.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Origen de los materiales Clearfield evaluados.	13
Figura 2. Localización geográfica de áreas evaluadas (CIAT, 2012).	15
Figura 3. Representación grafica de la contribución delos genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.....	33
Figura 4. Representación grafica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).	34
Figura 5. Representación gráfica de la contribución delos genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.....	51
Figura 6. Representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).	52
Figura 7. Representación gráfica de la contribución delos genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.....	71
Figura 8. Representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de Evaluación Estándar de arroz (SEE) (IRRI, 2002).	18
Tabla 2. Estados de crecimiento de evaluación: Estado pastoso - Grano maduro	21
Tabla 3. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.....	26
Tabla 4. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.	27
Tabla 5. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.	27
Tabla 6. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.	28
Tabla 7. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.	29
Tabla 8. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.	29
Tabla 9. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Norte.	30
Tabla 10. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Norte.	31
Tabla 11. Comparación de localidades en la zona Norte.	31
Tabla 12. Índice ambiental localidades.	32
Tabla 13. Parámetros de estabilidad obtenidos por la metodología de Eberhart y Russell.....	32
Tabla 14. Análisis de varianza para variables de calidad.	35
Tabla 15. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.	36
Tabla 16. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Norte, para grano Yesado.	37
Tabla 17. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para centro blanco.	38

Tabla 18 Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, porcentaje de grano partido.	38
Tabla 19 Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, rendimiento de molino.	39
Tabla 20. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, índice de pilada.	40
Tabla 21. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.	41
Tabla 22. Frecuencia relativa para severidad de <i>Rhizoctonia</i>	41
Tabla 23. Frecuencia relativa para severidad de <i>Sarocladium</i>	42
Tabla 24. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.	43
Tabla 25. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.	44
Tabla 26. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.	44
Tabla 27. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.	45
Tabla 28. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.	46
Tabla 29. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.	46
Tabla 30. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.	47
Tabla 31. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.	48
Tabla 32. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.	48
Tabla 33. Comparación de localidades en la zona Centro.	48
Tabla 34. Índice ambiental localidades.	49
Tabla 35. Parámetros estabilidad obtenidos por la metodología Eberhart y Russell.	50
Tabla 36. Análisis de varianza para variables de calidad.	53

Tabla 37. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.	54
Tabla 38. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Centro, para grano Yesado.	55
Tabla 39. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para centro blanco.	56
Tabla 40. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para grano partido.	57
Tabla 41. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para rendimiento de molino.	58
Tabla 42. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para índice de pilada.	59
Tabla 43. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.	60
Tabla 44. Frecuencia relativa para severidad de <i>Rhizoctonia</i> .	60
Tabla 45. Frecuencia relativa para severidad de <i>Sarocladium</i> .	61
Tabla 46. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.	62
Tabla 47. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.	63
Tabla 48. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.	64
Tabla 49. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.	64
Tabla 50. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.	65
Tabla 51. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.	65
Tabla 52. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.	67
Tabla 53. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.	67
Tabla 54. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.	68

Tabla 55. Comparación de localidades en la zona Llanos.	68
Tabla 56. Índice ambiental localidades.	69
Tabla 57. Parámetros estabilidad obtenidos por la metodología de Eberhart y Russell.....	70
Tabla 58. Análisis de varianza la fuente de variación.....	73
Tabla 59. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.	73
Tabla 60. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para grano Yesado.	75
Tabla 61. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para centro blanco.	76
Tabla 62. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para grano partido.	77
Tabla 63. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para rendimiento de molino.	78
Tabla 64. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para índice de pilada.	79
Tabla 65. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.	80
Tabla 67. Frecuencia relativa para severidad de <i>Rhizoctonia</i>	80
Tabla 69. Frecuencia relativa para severidad de <i>Sarocladium</i>	81

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, está ubicado dentro de los tres cereales más importantes como el trigo y el maíz, con respecto a la superficie cosechada. Dentro de los limitantes productivos que presenta el cultivo del arroz, los “arrozales maleza”, conforman uno de los problemas más serios. El arroz rojo es el tipo más dominante y perjudicial, se define como un tipo de arroz que produce granos con pericarpio rojo o rojizo.

Los ensayos experimentales se establecieron en la Zona Centro (Saldaña, Aipe, Juncal Palermo, Ibagué), Zona Llanos (Yopal, Aguazul, Villavicencio, Acacias, Granada, Nunchia:) y Zona Norte (Fonseca, Gamarra, Cúcuta, Sanbe, Nechi:). El presente estudio se pretende, evaluar el comportamiento agronómico y productivo de líneas mejoradas genéticamente, con la tecnología “Clearfield”. Para esto se evaluaron las líneas Fed-Clearfield 3- 0099-10-1-2-ML-ML, Fed-Clearfield 3-0099-15-4-3-ML-ML, Línea Fed-Clearfield 3-0064-4-7-1-ML-ML y las variedades, Clear Field 205 (Testigo), Only Rice 370 (Testigo) y Fedearroz-50, en tres zonas. Las variables de respuesta evaluadas fueron: rendimiento (kg/ha), parámetros de calidad de molinería y la reacción a enfermedades.

Se realizaron los análisis de varianza, las pruebas de F para probar la significancia de las varianzas entre genotipos, se realizaron las separaciones de medias tukey, para cada zona productiva, también se usó el análisis de varianza combinado por localidad y semestre para las variables de producción. La adaptabilidad y estabilidad se evaluó con la metodología Eberhart & Russell, (1966). Por último se usó la estadística Multivariada con el Análisis de Componentes Principales para las variables más relevantes con el fin de aplicar los criterios de selección de los mejores genotipos.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos: tres líneas promisorias y tres variedades comerciales como testigos (dos testigos nacionales y tres zonales).

Los genotipos promisorios presentaron rendimientos (t/ha) por encima del promedio general en las localidades. En Fonseca (zona Norte), Ibagué (zona Centro) y Nunchia (zona Llanos) se expresaron los mejores rendimientos con 3.3081 t/ha, 1.4087 t/ha, y 0.8499 t/ha respectivamente. Los resultados de rendimiento encontrados en el análisis de componentes principales, muestran que las líneas a través de las localidades formaron grupos bien diferenciados, donde en general mostraron mayor rendimiento promedio (5.4 t/ha).

Las variables asociadas a la calidad del grano, presentaron los más altos valores en. Todos los genotipos presentaron valores mínimos para las variables de Entorchamiento de la hoja bandera, virus de la Hoja blanca (VHB), Daño mecánico de *Tagosodes*, *Pyricularia* en hoja y *Pyricularia* en cuello. Los resultados obtenidos señalan una destacada adaptabilidad y estabilidad de tres líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) del sistema Clearfield en las tres zonas arroceras de Colombia.

Palabras claves: Arroz, enfermedad, producción, sistema clearfield, genotipos.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is the staple food for over half the world's population is located within three major cereals such as wheat and corn, with respect to the harvested area. Within the constraints posed by productive rice cultivation, the "weedy", are one of the most serious problems. Red rice is the most dominant and harmful, is defined as a type of rice that produces beans with red or reddish pericarp.

Experimental trials were established in the Central Zone (Saldaña, Aipe, Juncal Palermo, Ibagué) Plains Zone (Yopal, Aguazul, Villavicencio, Acacias, Granada, Nunchia :) and North Zone (Fonseca, Gamarra, Cucuta, Sanbe, Nechi:). This study aims to evaluate the agronomic and production of genetically improved lines, with technology, "Clearfield". For this we evaluated the Fed-Clearfield lines 3-0099-10-1-2-ML-ML, Fed-Clearfield 3-0099-15-4-3-ML-ML, Fed-Clearfield Linea 3-0064-4 - 7-1-ML-ML and varieties, Clear Field 205 (Control) 370 Rice Only (Control) and Fedearroz-50, into three areas.

The response variables were evaluated: yield (kg / ha), milling quality parameters and response to disease.

We performed the analysis of variance F tests to test the significance of the variances between genotypes were performed Tukey mean separations for each production area, also used the combined variance analysis by locality and half for the variables of production. Adaptability and stability was evaluated with the methodology Eberhart & Russell (1966). Finally Multivariate statistics was used with principal component analysis for the most relevant variables in order to apply the criteria for selection of the best genotypes.

The experimental design was randomized complete block with four replications and six treatments: three lines and three commercial varieties promising as witnesses (two national and three zonal witnesses).

The genotypes showed promising yields (t / ha) above the overall average in the localities. In Fonseca (North Zone), Ibaguè (Central zone) and Nunchia (Plains region) were expressed with the highest yields 3.3081 t / ha, 1.4087 t / ha, and 0.8499 t / ha respectively. The performance results found in the principal component analysis show that the lines through the towns formed distinct groups, which generally showed higher average yield (5.4 t / ha).

The variables associated with grain quality, presented the highest values. All genotypes showed minimum values for the variables of Entorchamiento flag leaf, white leaf virus (HBV), mechanical damage Tagosodes, leaf and Pyricularia Pyricularia neck. The results indicate a remarkable adaptability and stability of three lines of rice (*Oryza sativa* L.) system in the three zones Clearfield rice in Colombia.

Key words: Rice, diseases, production, systems clearfield, genotype.

INTRODUCCION

El cultivo del arroz *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10000 años en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial ubicándose dentro de los tres cereales más importantes de la seguridad alimentaria, junto al trigo y el maíz. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier de los otros cereales cultivados (Rivas, 2008).

El arroz pertenece a:

División: Angiospermae

Clase: Monocotyledonae

Orden: Glumiflorae

Tribu: Oryzeae

Familia: Poaceae (gramineae)

Siendo las especies cultivadas: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud, ambas especies son de reproducción autógama diploides con $2n= 24$ cromosomas. El género *Oryza* posee más de 24 especies silvestres que crecen y se reproducen en regiones inundadas, semi-sombreadas y bosques del sureste Asiático, Austria, África, Sur y centro de América.

Se plantean dos hipótesis explican el origen de las especies cultivadas de arroz en el mundo, estos estudios suponen que la especie ancestral de *Oryza sativa* L. puede ser *Oryza nivara* (*Asia perennis*) del sur y el sureste de Asia. Con respecto a *Oryza glaberrima*, se presume puede ser de *África perennis* vía *O. brevilugata*, del África tropical (Acevedo & Castrillo, 2006).

La producción mundial se concentra en 6 países del continente Asiático: China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Filipinas, Tailandia y Japón (Mendez, 2010).

Colombia ocupa según cifras de la FAO 2011, el puesto número 32 en la producción mundial de arroz cascara, después de Estados Unidos y Brasil en América (FAO, 2001)

Los “arrozales maleza”, especialmente los tipos con pericarpio rojo, son conocidos en todo el mundo como un problema en la agroindustria del arroz. Los problemas ambientales y económicos que presentan incluyen inconvenientes relacionados con la producción de arroz, procesamiento comercial, las normas cuarentenarias y el comercio de semillas. Cada uno de los participantes en la industria del arroz tiene una percepción diferente del problema causado por el “arroz maleza”. Los granos rojos reducen el valor comercial del arroz comercializado. El arroz rojo, en muchos países y en varios programas de certificación de semillas, incluyendo el esquema OECD, es un sujeto de cuarentena vegetal (Delouche et al., 2007).

El sistema “Clearfield” (Sistema de campo limpio) radica en el principio de la utilización de variedades no transgénicas de caréales tolerantes a la acción de las imidazolinonas, herbicidas que controlan la mayor parte de las malas hierbas que afectan el cultivo, lo que da como resultado un sistema de producción basado en el uso de variedades y herbicidas desarrollados conjuntamente, que optimizan los recursos desde la siembra del cultivar hasta la cosecha consiguiendo así una mayor rentabilidad (BASF, 2000).

La importancia de esta investigación, radica en el estudio de la adaptabilidad y estabilidad de tres líneas o genotipos de arroz pertenecientes al Sistema “Clearfield”, así como también la de promover la limpieza de los lotes infestados de malezas de arroz rojo.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo principal

Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de líneas mejoradas genéticamente, con la tecnología “Clearfield”.

1.2 Objetivos específicos

- Estimar la estabilidad de producción y la capacidad de adaptación a diferentes ambientes de tres líneas Clearfield en tres zonas arroceras de Colombia.
- Describir el comportamiento de las líneas a las principales enfermedades y plagas de importancia en el cultivo de arroz en Colombia.
- Evaluar los parámetros de calidad molinera de las líneas en estudio.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 El arroz en Colombia

El total de área sembrada en arroz mecanizado en Colombia para el primer semestre del año 2011 fue de 296.239 hectáreas. El departamento del Meta registró la mayor área sembrada con 86.983 ha que corresponde al 29,4% del total producido en el país. La producción total fue 898.245 toneladas de paddy verde. Los departamentos que presentaron la mayor producción fueron Tolima y Huila con 382.460 y 125.466 toneladas respectivamente. El departamento de Huila registró el mayor rendimiento por hectárea con 7,2 toneladas y Casanare el de menor rendimiento con 5,1 toneladas. La producción de arroz paddy verde por departamentos aumentó con relación al mismo periodo del año 2010. Tolima, mantiene la mayor producción en el primer semestre de 2011, registrando un crecimiento de 85.223 toneladas, que corresponde a 28,7%; por su parte el departamento de Huila presenta el menor crecimiento con 15.543 toneladas, equivalentes a 14,1%. Los departamentos del Meta y Casanare presentaron bajas en los rendimientos con 0,2 toneladas por hectárea. Por su parte, los departamentos de Tolima y Huila presentaron incrementos de 1,1 y 0,4 t/ha respectivamente.

Las zonas arroceras correspondientes a los Llanos Orientales presentaron un crecimiento de 23.716 ha, por su parte la Zona Centro tuvo 9.160 ha. La mayor decaída en el área sembrada la presentó la zona del Bajo Cauca con 1.748 ha respecto al primer semestre de 2010, seguido por los Santanderes con 292 ha y la Costa Norte con 167 ha. Aun así, el área de producción total nacional presentó un aumento de 30.669 ha, donde la mayor participación la tiene la zona llanos.

En referencia a los dos sistemas de producción presentes en el país, el arroz seco participa con 57,9% y el arroz de riego con 42,1% del área sembrada. Se

observa un crecimiento para los dos sistemas del cultivo, donde el arroz seco presento un incremento de 22.711 ha y el arroz riego 7.959 hectáreas, comparado con el mismo periodo del año anterior (DANE, 2011).

Según FEDEARROZ, (2008) el número de productores de arroz mecanizado en dicho año fue de 12.414 y el número de unidades productoras (UPA), alcanzo los 17.352. Las áreas con arroz mecanizado correspondieron a una superficie de 383.690 hectáreas, con una producción de 2,437.909 toneladas de arroz paddy verde y rendimientos promedio de 6.4 ton/ha.

El número de productores de arroz mecanizado para la zona centro y el número de unidades productoras de arroz (UPA) fue de 5.194 y 8783, respectivamente, frente a 4.449 productores y 7.418 UPA en el año 1999. Los departamentos con mayor número de productores y unidades productoras de arroz (UPA), son Huila y Tolima, aunque en Tolima aumento en un 30% el número de productores al compararlo con el II censo arrocero. A pesar de que la área se ha reducido, la producción de arroz en la zona centro, ha logrado cubrir ese faltante por un aumento en los rendimientos en la producción; al comparar el área, la producción y el rendimiento de arroz entre el Censo arrocero I y II, el rendimiento subió de 7.2 toneladas de arroz paddy verde por hectárea a 7.9 toneladas. La producción paso de 550.891.toneladas a 597.470 toneladas.

La zona Costa Norte, cobija los departamentos de Atlántico, Cesar, Guajira, Magdalena y Antioquia en su límite con el Cesar. En la zona hay 748 productores y 809 unidades productoras de arroz. Cesar, sigue siendo el departamento con mayor número de arroceros, a pesar que salieron 473 desde el II Censo Nacional Arrocero hasta hoy, en los otros departamentos también se ve una disminución importante en los productores que en promedio oscila en un 30%.

La zona de Santanderes está conformada por los departamentos de Santander y Norte de Santander, el arroz de riego es el sistema que domina las siembras de la región, actualmente el 100% del área está sembrada en sistema de riego. La zona

cuenta con 1.233 productores distribuidos en 1.246 unidades productoras de arroz con una disminución respecto al II Censo Nacional Arrocero del 19% que contaba con 1535 unidades. El departamento en donde se observa la mayor “caída” (disminución) tanto en número de arroceros como en área sembrada es Santander, el principal municipio arrocero de este departamento era Sabana de Torres y la sustitución del arroz ha sido evidente porque ha habido una gran acogida por cultivos de tardío rendimiento como la palma de aceite y pasto para explotación ganadera. Por su parte en el departamento de Norte de Santander el número de arroceros bajo en un 5% principalmente en el municipio de Tibu también por efecto de la sustitución de arroz por palma de aceite.

Los Santanderes siembran al año 22.516 hectáreas distribuidas homogéneamente en el primer semestre y segundo semestre dado que es una zona de riego. El 98% del área sembrada se encuentra en Norte de Santander. La zona produce 144.150 toneladas de arroz paddy verde que equivale a un rendimiento por hectárea de 6,4 toneladas, 650 kilos por encima del II Censo Nacional Arrocero cuyo rendimiento fue de 5,65 ton/ha. En este departamento se mantiene la tendencia nacional, un crecimiento de los rendimientos por mayor oferta de variedades y manejo tecnológico. El 99% de las unidades productoras son menores de 50 has y el 54% del área es sembrada en lotes de menos de 10 hectáreas, lo cual muestra que esta región es de eminente pequeños productores. A su vez como el área bajo y los productores disminuyeron, se encuentran que el mayor número de productores que salieron del cultivo fueron los que tenían predios entre 5 y 10 y los que tenían de 20 a 40 hectáreas.

En la zona de los Llanos Orientales el cultivo de arroz se incrementó en el año 2009. El aumento del área fue de un 29% de acuerdo con el Censo Nacional Arrocero, el área sembrada llegó a 180.197 hectáreas con un incremento de 40.862 hectáreas.

El mayor crecimiento del área se presentó en el departamento del Meta con 23.800 hectáreas, de las cuales 5.239 corresponden al sistema de riego y 18.561 al sistema de arroz seco.

En el departamento de Casanare se sembraron en este mismo periodo 76.926 hectáreas, 16.419 más que en el 2008. El 99% del incremento en estos dos departamentos se hizo dentro de sistema de arroz seco. El rendimiento promedio de la zona es de 5.5 ton/ha tanto en riego como en seco.

2.2 El arroz rojo

De los “arroz maleza”, el arroz rojo, es el tipo más dominante y perjudicial. Puede ser definido como un tipo de arroz que produce granos con pericarpio rojo o rojizo, a diferencia del pericarpio color canela o beige característico de las variedades cultivadas comercialmente (Craigmiles, 1978). El pericarpio rojo es la característica principal que distingue el arroz rojo de otras variedades de “arroz maleza” y que lo convierte en una arvense perjudicial y de alto costo debido al importante castigo comercial que sufre el precio de los granos contaminados con este.

Según lo planteado por Delouche, et al., (2007) los “arroz maleza”, especialmente los tipos con pericarpio rojo, son conocidos por los agricultores, vendedores de insumos agrícolas, molineros, comerciantes de arroz, agrónomos y otros entes o sectores involucrados en la industria arrocera donde constituyen un serio problema. Los “arroz rojo” se constituyen en un tipo de maleza agresiva y nociva, difícil de controlar que incrementa los costos de producción, reduce rendimientos y el valor comercial del cultivo, además cuando no es correctamente controlado, puede llevar a que el campo infestado sea retirado de la producción. Los comerciantes y molineros lo consideran como un factor negativo de calidad que puede tener un gran impacto sobre los costos y perjudicar sensiblemente las ganancias y la reputación comercial cuando no es debidamente reconocido y

tomado en consideración en decisiones de compra y procesamiento. Los vendedores de insumos agrícolas deben tomar precauciones especiales para producir y comercializar semillas de arroz que no estén contaminadas con “arroz maleza” y para los agrónomos y otros especialistas involucrados en trabajos de extensión, investigación y otras actividades relacionadas, los “arroz maleza” son un desafío excepcional que es sumamente difícil de resolver pero muy fácil de reiterarse. Los problemas económicos y ambientales que presentan incluyen aquellos relacionados con la producción de arroz, el procesamiento comercial (molinería) las normas cuarentenarias y el comercio de semillas. Cada uno de los participantes en la industria del arroz, tiene una percepción diferente del problema causado por el “arroz maleza”. Por ejemplo, los granos rojos reducen el valor comercial del arroz comercializado. Estas percepciones diferentes del problema de los “arroz maleza” reflejan los intereses de los distintos sectores y son consideraciones en una sola dimensión de un problema multidimensional de una maleza que produce a su vez un problema también multidimensional.

Normalmente, la mejor forma de combatir el “arroz maleza” es por medio del uso de semillas de arroz limpias y del tratamiento presiembra por ejemplo, falsa cama de semillas, remoción mecánica del “arroz maleza” germinado o, en algunos casos, uso de un herbicida adecuado antes de la siembra.

2.2.1 Características del arroz rojo

La mayoría de los “arroz maleza”, son variedades o líneas de arroz altamente exitosas. Son clasificados como maleza entre otros, por su pericarpio rojo pero no hay evidencia que ese pericarpio en si tenga efecto sobre la agresividad de esta planta como maleza. Algunas de las características más importantes que posee el arroz rojo con son:

- ❖ Excelente adaptación a las prácticas agronómicas y condiciones ecológicas que requiere el cultivo de interés.
- ❖ Ciclo biológico estrechamente sincronizado con el cultivo principal.

- ❖ Gran producción de semillas que desarrollan capacidad para germinar en etapas tempranas y que son total y ampliamente dispersas por un desgrane precoz, fácil y abundante.
- ❖ Rápida emergencia de las plántulas seguida por un crecimiento vegetativo vigoroso y competitivo, además de su desarrollo reproductivo.
- ❖ Prolongada e intensa latencia de las semillas que mantiene la germinabilidad de semillas caídas en o sobre el suelo en las estaciones secas o frías o de las semillas incorporadas al banco de semillas del suelo hasta el próximo cultivo.
- ❖ Son fenológica y morfológicamente similares a las variedades de arroz cultivado desde la etapa de plántula hasta la etapa reproductiva dificultando el reconocimiento de estos durante los controles periódicos de malezas.
- ❖ Dado que la mayoría de los tipos de “arroz maleza” pertenecen a la misma especie que el arroz cultivado, las estrategias de aplicación de herbicidas selectivos no pueden ser aplicadas con éxito en este caso.
- ❖ Diversidad e intercambiabilidad de las poblaciones de arroz rojo producidas por cruzamientos naturales con las variedades cultivadas.
- ❖ Los “arroz maleza” contaminantes del grano de arroz son difíciles de remover durante su procesamiento. El pericarpio rojo o afrecho del arroz maleza rojo constituye una objeción importante para los consumidores y reduce el grado y valor de comercialización del grano. Un procesamiento del grano más intensivo para remover los arces rojos da lugar a rotura del grano y a una reducción del rendimiento y del grado molinero. De esta manera, las pérdidas causadas por el “arroz maleza” rojo no se limitan a los costos de producción y control de malezas y a las pérdidas de rendimiento sino que también se trasladan a las operaciones de molinería del producto final (Delouche et al., 2007).

2.2.2 Distribución de la semilla de arroz rojo

Varias formas de difusión de las semillas de “arroz maleza” son conocidas tales como, la maquinaria de cosecha la cual es una importante fuente de contaminación de los lotes y de los campos de arroz con semillas de “arroz maleza”. Las semillas de “arroz maleza” también se difunden dentro del campo y a otros campos adheridas al barro, pezuñas y patas de los animales, las ruedas de los vehículos, incluso en el movimiento de la paja del arroz (García de la Osa & Rivero, 1999). Dado que los granos de muchos de los fenotipos de “arroz maleza” son pubescentes, se pueden difundir adheridas al pelo de los animales domésticos o salvajes e, incluso, a la ropa de los trabajadores (Delouche, et al, 2007).

2.2.3 Hibridación del arroz cultivado y el arroz rojo

No hay duda de que los cruzamientos naturales efectuados entre los “arroz maleza” rojos y las variedades de arroz cultivadas son el origen de los múltiples fenotipos, ecotipos, biotipos, observados y de los que se ha informado por más de 100 años. Los grupos de híbridos segregantes de muchos caracteres que emergen de los cruzamientos naturales entre arroz blanco cultivado y arroz rojo podrían generar un gran número de “arroz malezas” distintas con pericarpios rojos o blancos. Parecería razonable esperar que pudiera surgir un gran número de tipos distintos y estables o que un tipo o tipos muy similares a las variedades cultivadas de arroz, excepto en desgrane, latencia, número de tallos y competitividad que podría pasar a ser dominante como resultado de la selección natural ayudada por una selección incidental inconsciente e indirecta de la producción de arroz, por ejemplo, por la eliminación de plantas fuera de tipo, cosecha mecánica, remoción de algunos tipos de arroz rojos contaminantes durante el procesamiento de las semillas, rotación de cultivos y otros (Delouche, et al, 2007).

2.3 Sistema de producción “Clearfield”

Los Sistemas de Producción “Clearfield” combinan el uso de una semilla resistente, un herbicida y un Programa de Custodia. La semilla tolerante es la semilla “Clearfield” patentada por la empresa BASF. El herbicida es producido por la misma empresa y es el único que garantiza la efectividad del sistema y el “programa de custodia” es un servicio de asistencia técnica de la empresa que certifica, y monitorea el uso de la tecnología buscando reducir el riesgo de aparición de “supermalezas”.

Al igual que sucede con los cultivos transgénicos, los sistemas de producción “Clearfield” representan un mayor control por parte de la industria de los distintos eslabones en la cadena de producción de alimentos (Pazos, 2007).

El sistema Clearfield (Sistema de campo limpio) radica en el principio de la utilización de variedades no transgénicas de caréales tolerantes a la acción de las **imidazolinonas**, herbicidas que controlan la mayor parte de las malas hierbas que afectan el cultivo, lo que da como resultado un sistema de producción basado en el uso de variedades y herbicidas desarrollados conjuntamente, que optimizan los recursos desde la siembra del cultivar hasta la cosecha del mismo consiguiendo así una mayor rentabilidad.

La tolerancia a las imidazolinonas, ha sido introducida mediante la utilización de los sistemas de mejoramiento genético tradicionales, sin la utilización de las diferentes técnicas de ingeniería genética para la introducción de genes de interés (BASF, 2000) (figura 1a, 1b, 1c).

MUTACION INDUCIDA

1a

LINEA MUTANTE UNIVERSIDAD DE LUISIANA

LINEAS RESISTENTES USA

93AS3510
AS3510

CL 121
CL141C

PWC16
Cypress

CL 161

VARIEDADES USA

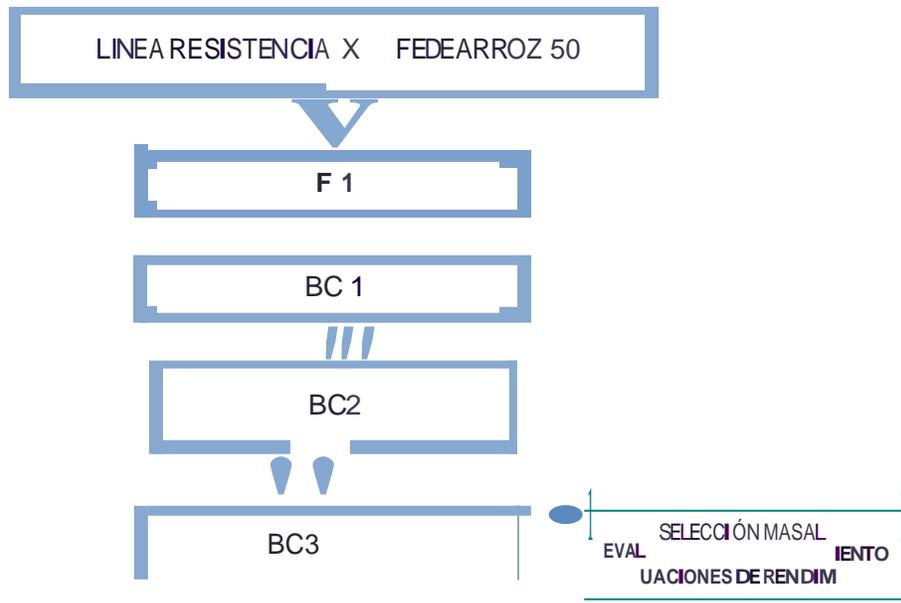
Lineas USA x
Variedades
Colombianas
o. Llanos S, Yacu 9,
Caribe 8

Línea Donante Resistente

248DG162216W-2
248DG162216W-2
248DG16174C-S

OBTENCION DE LINEAS

1b



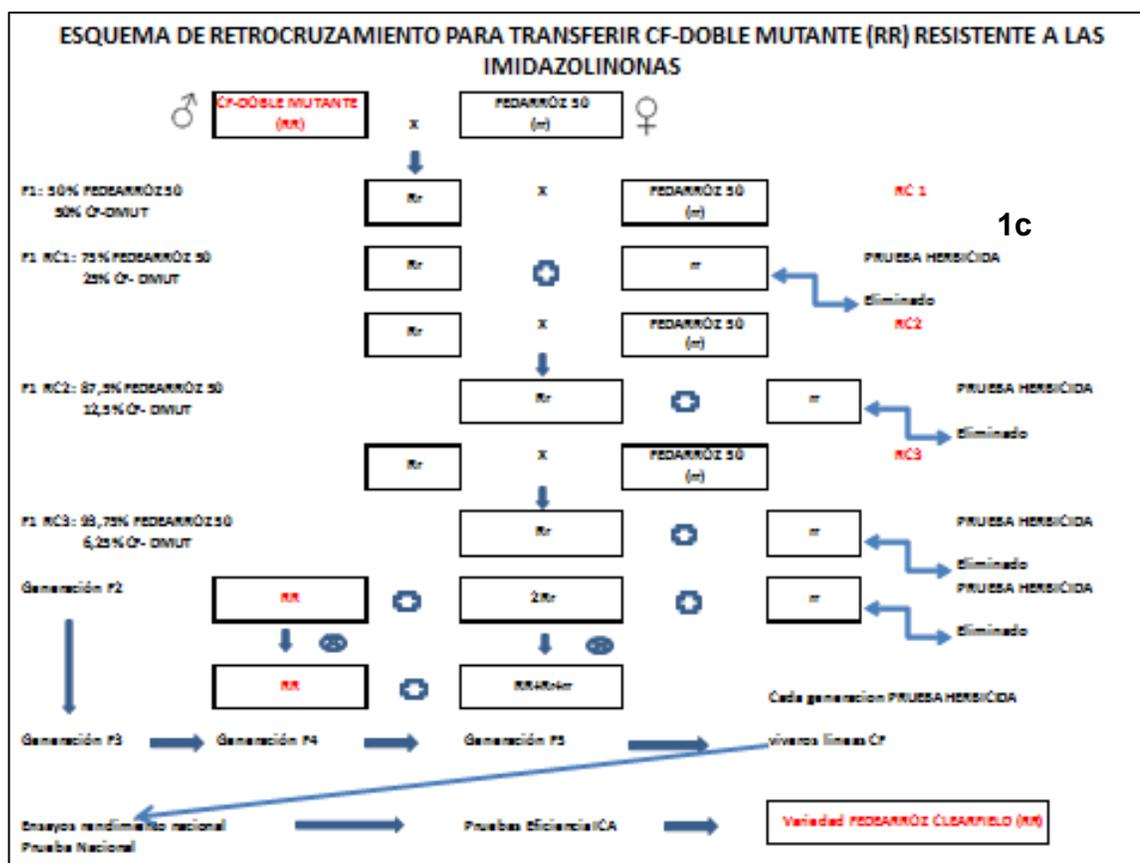


Figura 1. Origen de los materiales Clearfield evaluados. **1a.** Origen de la mutación. **1b.** Obtención de líneas. **1C.** Esquema de retrocruzamiento.

2.3.1 Modo de acción de los herbicidas “Clearfield”

Los herbicidas “Clearfield” pertenecen a la familia de las imidazolinonas, las cuáles inhiben la acción de la acetolactato sintasa (ALS), enzima que interviene en la síntesis de los aminoácidos isoleucina, leucina y valina. Estos aminoácidos son claves para la formación de proteínas esenciales en el crecimiento de las células de la planta. La tolerancia a las imidazolinonas por parte de algunas variedades se basa en que contienen una forma de ALS que resiste la inhibición de las imidazolinonas, mientras que las malas hierbas son sensibles a la inhibición.

El tratamiento del herbicida se adapta a la conveniencia del agricultor. Con una buena elección del momento de aplicación, se pueden reducir los tratamientos

herbicidas a una sola aplicación, aportando una racionalización del uso de los recursos claves en la agricultura (tiempo, mano de obra, maquinaria, combustible, entre otros).

Los herbicidas Clearfield afectan a un enzima localizada en plantas y bacterias pero la cual está ausente en animales, por lo anterior, esta selectividad de las imidazolinonas las hace altamente compatibles con el medio ambiente (BASF, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica

Los ensayos a evaluar estarán ubicados en zonas productoras de arroz en Colombia (figura 2):



Figura 2. Localización geográfica de áreas evaluadas (CIAT, 2012).

3.1.1 Zona Centro

- ❖ Saldaña: Semestre 2008 B y 2009 A
- ❖ Aipe: Semestre 2008B y 2009 A
- ❖ Juncal Palermo: Semestre 2008 B y 2009 A
- ❖ Ibagué: Semestre 2009 A

Las características ambientales asociadas a la zona Centro dentro el periodo de evaluación comprenden suelos arcillosos, temperaturas máximas promedio de 30,9°C, temperaturas mínimas promedio de 20,8°C y precipitación promedio de 5,6mm/mes (FEDEARROZ, 2008; 2009).

3.1.2 Zona Llanos

- ❖ Yopal: Semestre 2009B - 2010-A
- ❖ Aguazul: Semestre 2009A - 2009 B
- ❖ Villavicencio Semestre 2009B
- ❖ Acacias: Semestre 2009B - 2010-A
- ❖ Granada: Semestre 2009B - 2010-A
- ❖ Nunchia: Semestre 2008A - 2008B - 2009A

Las características ambientales asociadas a la zona Llanos dentro el periodo de evaluación comprenden suelos franco arcillosos, temperaturas máximas promedio de 31,1°C, temperaturas mínimas promedio de 21,6°C y precipitación promedio de 14,6mm/mes (FEDEARROZ, 2008; 2009; 2010).

3.1.3 Zona Norte

- ❖ Fonseca: Semestre 2009A
- ❖ Gamarra: Semestre 2009A
- ❖ Cúcuta: Semestre 2009A
- ❖ Sanbe: Semestre 2009A
- ❖ Nechi: Semestre 2009A

Las características ambientales asociadas a la zona Norte dentro el periodo de evaluación comprenden suelos arcillosos, temperaturas máximas promedio de 30,9°C, temperaturas mínimas promedio de 23,9 °C y precipitación promedio de 5,9mm/mes (FEDEARROZ, 2009).

3.2 Genotipos evaluados

1. Línea Fed-Clearfield 3- 0099-10-1-2-ML-ML
2. Línea Fed-Clearfield 3- 0099-15-4-3-ML-ML
3. Línea Fed-Clearfield 3-0064-4-7-1-ML-ML
4. Clear Field 205 (Testigo)
5. Fedearroz-50
6. Only Rice 370 (Testigo)

3.3 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos: tres líneas promisorias y tres variedades comerciales como testigos (dos testigos nacionales y tres zonales). Se utilizaron cuatro repeticiones.

3.4 Tamaño de la parcela

El tamaño de las parcelas fue de 10m x 5m, se sembraron al voleo 90 kg de semilla por parcela, con 4 repeticiones, área útil de 20 metros cuadrados, para un total de 24 parcelas por ensayo.

3.5 Variables de respuesta

Las variables fueron valoradas en una muestra de 10 plantas tomadas al azar de la parcela útil, luego los datos se procederán a promediarlos.

3.5.1 En campo

3.5.1.1 Reacción a enfermedades: Para la evaluación de las enfermedades se siguieron algunos de los parámetros exigidos por el ICA (*Piricularia* hoja y cuello, *Sarocladium*, Añublo de la vaina: *Rhizoctonia solani*, Reacción a virus hoja blanca).

Tabla 1. Sistemas de Evaluación Estándar de arroz (SEE) (IRRI, 2002).

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL O VECTOR Telemorfo (=Anamorfo)	METODO	PERIODO
Añublo de la vaina	<i>Thanethoporus cucumeris</i> (= <i>Rhizoctonia solani</i>)	SE	30 DDF
Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	Incidencia	30 DDF
Virus Hoja Blanca	Vector (<i>Tagosodes orizicolus</i>)	SEE	60,70,80,90 DDS y 15 DDF
Anublo del arroz	<i>Magnaporthe grisea</i> (= <i>Pyricularia grisea</i>)	SEE	35, 45 DDS
Añublo del Arroz Panícula	<i>Magnaporthe grisea</i> (= <i>Pyricularia grisea</i>)	Incidencia	12-17-23-28 DDF

SEE = Sistema de Evaluación Estándar; SE = Severidad; DDS = Días después de siembra; DDF =Días Después de Floración

❖ Añublo de la vaina

Agente causal: *Thanethoporus cucumeris* (*Rhizoctonia solani*).

La altura relativa de la lesión es la altura vertical media de la lesión más alta en la hoja o de la vaina expresada como porcentaje de la altura de una planta media.

Escala (basada en la altura relativa de la lesión)

0 = Ninguna infección observada

1 = Lesiones limitadas por debajo del 20% de la altura de la

3 = 20-30%

5 = 31-45%

7 = 46-65%

9 = Más del 65%

❖ **Manchado de grano**

Agentes causales: *Sarocladium oryzae*, *Bipolaris oryzae*, *Alternaria sp*, *Gerlachia sp*, *Fusarium sp*, *Phoma sp*, *Curvularia sp*, *Trichoconiella sp*, y *Psuedomonas sp*.

Estados de crecimiento de evaluación: Estado pastoso - Grano maduro

La severidad de la decoloración del grano puede ser estimada por el contando de granos con más del 25 % de la superficie de la gluma afectada.

Escala (Granos con glumas seriamente decoloradas)

0 = No hay incidencia

1 = Menos del 1%

3 = 1-5%

5 = 6-25%

7 = 26-50%

9 = 51-100%

❖ **Añublo del arroz**

Agente causal: *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia oryzae*)

Las lesiones generalmente inician cerca de la punta de la hoja, en los márgenes de la hoja o en ambos, y se extiende hacia abajo hacia fuera de los bordes. Las lesiones jóvenes son de verde pálido a verde grisáceo, más adelante pasa de

amarillo a gris. En variedades muy susceptibles, las lesiones podrían extenderse a la lámina foliar entera y a la lígula de la vaina. En germinación causa marchites o muerte de plantas.

Escala de daño

0 = Ningún tipo de lesión.

1 = Pequeñas manchas cafés del tamaño de la cabeza de un alfiler o manchas marrones más grandes sin centro de esporulación.

2 = Manchas necróticas grises, pequeña, casi redondas, o ligeramente alargadas, de 1-2 mm de diámetro con un margen café.

3 = El tipo de lesión es la misma como en la escala 2, pero un significativo número de lesiones están sobre las hojas superiores.

4 = Lesiones típicas susceptibles de añublo de 3 mm o más largo, infectando menos del 4% del área de la hoja.

5 = 4-10% del área foliar afectada con lesiones típicas de Piricularia.

6 = 11- 25% del área foliar afectada con lesiones típicas de Piricularia.

7 = 26 - 50% del área foliar afectada, con lesiones típicas de Piricularia.

8 = 51 - 75% del área foliar afectada con lesiones típicas de Piricularia.

9 = Más del 75% del área foliar afectada.

Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 2002).

❖ Añublo de la panícula

Agente causal: *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia oryzae*).

Se realiza la evaluación en masa de la incidencia de piricularia en cuello de la panícula, se cuentan solamente el número de panículas con lesiones que cubren completamente alrededor del nudo, cuello o parte baja del eje de la panícula (síntomas tipo 7-9) según la tabla 2.

Tabla 2. Estados de crecimiento de evaluación: Estado pastoso - Grano maduro

ESCALA PARA INTENSIDAD DE PIRICULARIA EN LA PANICULA		
Grado	Descripción	Valor relativo de intensidad
0	Sin lesiones visibles	0
1	Lesiones en una pocas ramas secundarias y pedicelos	10
3	Lesiones en varias ramas secundarias o primarias	20
5	Infección parcial en el eje o base de la panícula	40
7	Infección total alrededor del eje o la base de la panícula con más del 30% de granos llenos	70
9	Infección total alrededor de la base de la panícula o del entrenudo más alto, con menos de un 30% de granos llenos	100

❖ **Pudrición de la vaina**

Agente causal: *Sarocladium oryzae*.

Estado de crecimiento de evaluación: Estado lechosos a madurez de grano.

Escala (Incidencia tallos afectados)

- 0 = No Incidencia
- 1 = menos del 1%
- 3 = 1-5%
- 5 = 6-25%
- 7 = 26-50%
- 9 = 51-100%

❖ Virus de la hoja blanca

Agente Causal: Virus de la hoja blanca (VHB).

Evaluación en las etapas de Crecimiento: Desde plántula a elongación del tallo y de grano lechoso a grano pastoso.

Para determinar el grado de Resistencia en líneas bajo condiciones de campo, el testigo susceptible debe tener por lo menos una infección superior al 50%.

Escala

0 = No se observan síntomas

1 = Menos del 1%

3 = 1-10%

5 = 11-30%

7 = 31-60%

9 = 61-100%

3.5.2 En el laboratorio

3.5.2.1 Rendimiento (kg/ha): El rendimiento de grano de cada unidad experimental se valoró en la parcela útil (20 metros cuadrados) y se registró como peso de campo en kg (con un decimal) y se hizo un ajuste por humedad para uniformizar al 14%.

Mediante la siguiente formula se llevara a kg/ha al 14 % humedad:

$$\text{kg/ha} = \text{peso campo (kg)} \times (100 - \text{porcentaje humedad}) \times 5.81$$

$$5.81 = (10000\text{m}^2 / 20\text{m}^2) \times (1 / (100 - 14))$$

3.5.3 Parámetros de calidad de molinería

Al momento de la cosecha oportuna (humedad del grano 22-24 %), se cosechan de los surcos de muestreo y el grano se empacada en bolsas de papel de 250 gramos de cada una de las parcelas (en las tres repeticiones), se le extraen las impurezas y se procede a secarlas a la sombra, para llevarlas a una humedad del 12 al 14 por ciento.

3.5.3.1 Rendimiento de molino (RM) o porcentaje de blanco: corresponde al grano blanco más el partido.

3.5.3.2 Índice de pilada (IP) o porcentaje de excelso: Corresponde al grano blanco entero más el grano hasta $\frac{3}{4}$ de tamaño. Se obtiene tomando la muestra del RM para extraer el partido por medio de una zaranda de doble malla (10x10) o clasificador automático de 4.5.

3.5.3.3 Porcentaje de partido: Corresponde al grano menor de $\frac{3}{4}$ de tamaño.

Se tomaron 25 gramos del grano excelso y se extrajeron en forma manual los granos con centro blanco y aparte los granos yesados para determinar:

$$\text{Porcentaje de grano partido} = ((\text{RM} - \text{IP}) / \text{RM}) * 100$$

3.5.3.4 Porcentaje de centro blanco: Es la cantidad de grano entero más $\frac{3}{4}$ que tiene centro blanco.

3.5.3.5 Porcentaje de grano yesado: Es la cantidad de grano entero más $\frac{3}{4}$ que esta yesado.

3.6 Análisis estadístico

Se realizaron los análisis de varianza, las pruebas de F para probar la significancia de las varianzas entre genotipos en cada una de las zonas.

Partiendo de los análisis de varianza combinado se realizaron las separaciones de medias para cada zona productiva, tanto por descomposición de grados de libertad y suma de cuadrados, como por comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable rendimiento (t/ha).

Se complementó el análisis de varianza mediante comparaciones estadísticas de contraste.

También se usó el análisis de Varianza combinado por Localidad y Semestre para las variables de producción. La adaptabilidad y estabilidad se evaluaron con la metodología Eberhart & Russell, (1966).

Por último se usó la Estadística Multivariada con el Análisis de Componentes Principales para las variables más representativas de los materiales, con el fin de ajustar la selección de los mejores materiales, al tener en cuenta varias variables dentro del mismo análisis de Eberhart & Russell, (1966).

3.6.1 Modelo Estadístico

El modelo estadístico para el análisis de varianza combinado está dado por:

Dónde:

Valor observado del genotipo i en la repetición j en el ambiente k .

Media general de todas observaciones.

Efecto del k -esimo ambiente.

Efecto de la j -esima repetición en el k -esimo ambiente.

Efecto del i -esimo genotipo

Efecto de la interacción del i -ésimo genotipo en el k -ésimo ambiente.

Error experimental asociado al i ésimo genotipo, en la repetición j en el ambiente k .

El modelo para estadístico con el cual se efectuó los parámetros de estabilidad está dado por:

Media del carácter de la i -ésimo genotipo en el j -ésimo ambiente.

Media del i -ésimo genotipo a través de todos los ambientes.

Coefficiente de regresión, el cual mide la respuesta de la variedad i a los cambios ambientales.

Indice ambiental de j -ésimo ambiente, obtenido como la diferencia entre la media de todos genotipos en el ambiente j y la media general.

Desviación de la regresión del i -ésimo genotipo en el ambiente j .

Los parámetros de estabilidad son la media, el coeficiente de regresión y la desviación de la regresión .

El parámetro mide el incremento promedio del rendimiento medio de una variedad por unidad de incremento en el índice ambiental, mide el grado de confiabilidad de los .

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ZONA NORTE

4.1.1 Análisis de varianza combinado de 5 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para las fuentes de variación ambientes (localidades), mas no para los genotipos. La interacción genotipo ambiente fue significativa, indicando que las líneas presentaron distinto comportamiento en la expresión de su potencial de rendimiento en diferentes localidades de la zona. Este hecho sugiere que hay genotipos específicos que expresan mejor su capacidad productiva en dichos ambientes (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr ≤ 0</i>	
<i>Repeticiones/Localidad</i>	15	15.5694772	1.0379651	4.54	<.0001	As
<i>Localidad</i>	4	570.3141076	142.578526 ⁹	622.95	<.0001	As
<i>Genotipo*localidad</i>	25	12.1005090	0.4840204	2.11	0.0069	As
<i>Genotipo/CUCUTA-2009A</i>	5	5.009276	1.001855	4.38	0.0015	As
<i>Genotipo/FONSECA-2009A</i>	5	2.871516	0.574303	2.51	0.0372	S
<i>Genotipo/GAMARRA-2009A</i>	5	1.549565	0.309913	1.35	0.2513	Ns
<i>Genotipo/NECHI-2009A</i>	5	0.226938	0.045388	0.20	0.9622	Ns
<i>Genotipo/SAN ALBERTO-2009A</i>	5	2.443214	0.488643	2.13	0.0704	Ns
Error Experimental (<i>Genotipo×Rep/Localidad</i>)	75	17.1655984	0.2288746			
Total	119	615.1496921				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En la tabla 4, la prueba de comparación de medias para todas las líneas evaluadas en cada una de las localidades, muestra que en Fonseca se expresa un alto potencial genético promedio, seguido de Gamarra y Cúcuta. Las expresiones más bajas se obtuvieron en Nechi.

Los ambientes de Gamarra (2009 A), Cúcuta (2009 A) y San Alberto (2009 A) presentaron comportamiento similar en la expresión del potencial de rendimiento. La localidad de Fonseca (2009 A) presentó los mejores rendimientos, debido a que este ambiente tiene una baja incidencia de patógenos por ser un clima con una humedad relativa menor del 80%, que no favorece el desarrollo temprano de enfermedades.

Tabla 4. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.

<i>Grupo (Tukey)*</i>	<i>Media(Tn/ha)</i>	<i>N</i>	<i>Ambientes (localidades)</i>
A	7.3936	24	FONSECA
B	4.8632	24	GAMARRA
C	B	4.0092	CUCUTA
C		3.5252	SAN ALBERTO
D	0.6366	24	NECHI

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre sí ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

En la tabla 5 la prueba de comparación de medias para genotipos confirma que no hubo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 5. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.

<i>Grupo (Tukey)*</i>	<i>Media(Tn/ha)</i>	<i>N</i>	<i>Genotipos</i>
A	4.3459	20	FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML
A	4.1385	20	FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML
A	4.1184	20	FEDEARROZ 50
A	4.0169	20	CLEAR FIELD 205
A	3.9741	20	FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML
A	3.9195	20	ONLY RICE 370

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre sí ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

La evaluación de los efectos de interacción genotipo x ambiente probados mediante las comparaciones específicas, permitieron determinar que las líneas presentaron diferencias significativas dentro de las localidades de Cúcuta y Fonseca (2009 A), lo que no sucedió en Gamarra, Nechi y San Alberto para el mismo semestre (2009 A) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr ≤ 0</i>	
<i>Repeticiones/Localidad</i>	15	15.56947717	1.03796514	4.54	<.0001	As
<i>genotipo</i>	5	2.32757169	0.46551434	2.03	0.0834	Ns
<i>Genotipo*localidad</i>	20	9.77293730	0.48864686	2.13	0.0099	As
<i>Localidad/CLEAR FIELD 205</i>	4	102.716634	25.679158	112.20	<.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	4	90.830805	22.707701	99.21	<.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	4	117.063541	29.265885	127.87	<.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	4	91.185496	22.796374	99.60	<.0001	As
<i>Localidad/FEDEARROZ 50</i>	4	88.280394	22.070099	96.43	<.0001	As
<i>Localidad/ONLY RICE 370</i>	4	90.010175	22.502544	98.32	<.0001	As
Error Experimental <i>(Genotipo x Rep/Localidad)</i>	75	17.1655984	0.2288746			
Total	119	615.1496921				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

La tabla 7 la prueba de descomposición de suma de cuadrados deja ver que la respuesta de los genotipos fue significativamente diferente en cada uno de los ambientes (localidades).

Cuando se realizan las comparaciones ortogonales de cada variedad probada en las localidades, se puede observar que en todos los casos se presentaron diferencias altamente significativas, corroborando una vez más el efecto de los ambientes en la expresión del rendimiento de las variedades (Tabla 7).

Tabla 7. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.

<i>Genotipos</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr ≤ 0</i>	
<i>CLEAR FIELD 205</i>	4	102.716634	25.679158	112.20	<.0001	As*
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	4	90.830805	22.707701	99.21	<.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	4	117.063541	29.265885	127.87	<.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	4	91.185496	22.796374	99.60	<.0001	As
<i>FEDEARROZ 50</i>	4	88.280394	22.070099	96.43	<.0001	As
<i>ONLY RICE 370</i>	4	90.010175	22.502544	98.32	<.0001	As

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 8. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.

<i>Contraste</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Testigos vs líneas</i>	1	0.5433789	0.5433789	2.37	0.1276	Ns
<i>Fed 50 vs líneas</i>	1	0.0178253	0.0178253	0.08	0.7810	Ns
<i>CLF205 vs líneas</i>	1	0.2771830	0.2771830	1.21	0.2746	Ns
<i>Only R370 vs líneas</i>	1	0.8167133	0.8167133	3.57	0.0628	Ns
<i>FCF99-15 vs FCF064</i>	1	0.2703163	0.2703163	1.18	0.2806	Ns
<i>FCF99-10 vs FCF064</i>	1	1.3824937	1.3824937	6.04	0.0163	As
<i>FCF99-15 vs FCF99-10</i>	1	0.4301725	0.4301725	1.88	0.1745	Ns
<i>Fed 50 vs CLF205</i>	1	0.1029504	0.1029504	0.45	0.5045	Ns
<i>CLF205 vs Only R370</i>	1	0.0948734	0.0948734	0.41	0.5216	Ns
<i>Fed 50 vs ONLY RICE 370</i>	1	0.3954828	0.3954828	1.73	0.1927	Ns
<i>Test. vs líneas en Cucuta09a</i>	1	0.8864841	0.8864841	3.87	0.0528	As
<i>Test. vs líneas en Fonseca09a</i>	1	1.1184829	1.1184829	4.89	0.0301	As
<i>Test. vs líneas en Gamarr09a</i>	1	0.8125440	0.8125440	3.55	0.0634	Ns
<i>Test. vs líneas en Nechi 09a</i>	1	0.0290065	0.0290065	0.13	0.7228	Ns
<i>Test. vs líneas en Salber09a</i>	1	0.1446154	0.1446154	0.63	0.4292	Ns

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

El promedio general de los testigos comparado con el promedio general de las líneas de prueba no son contrastantes.

En los contrastes de cada uno de los testigos contra el promedio general de las líneas de prueba no se encontraron diferencias.

Entre las comparaciones de las líneas de prueba tan solo se encontraron diferencias entre FCF99-10 y FCF064.

En los contrastes entre los testigos no se encontraron diferencias.

Tan solo en Cúcuta 2009 A y Fonseca 2009 A se encontraron diferencias entre los promedios generales de los testigos versus las líneas de prueba.

Las comparaciones entre valores medios de los distintos grupos, permitió evidenciar el comportamiento diferencial para el rendimiento (Tabla 8). Para el caso de las comparaciones entre testigos y el grupo de líneas en prueba, solo se encontraron diferencias estadísticas significativas en Cúcuta y Fonseca para los semestres 2009a.

Otra comparación que se destaca por su alto valor diferencial significativo es la de los genotipos Clearfield.

Tabla 9. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Norte.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>GL</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
CUCUTA/09/A	CLEAR FIELD 205	1.5077	0.2984	15	5.05	0.0001	Dunnett-Hsu	0.0006
CUCUTA/09/A	ONLY RICE 370	0.9245	0.2984	15	3.10	0.0073	Dunnett-Hsu	0.0290

Tabla 10. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Norte.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
SANBE/09/A	ONLY RICE 370	0.9920	0.3435	15	2.89	0.0113	Dunnett-Hsu	0.0436

En las comparaciones con el testigo FEDEARROZ 50 no se encontró suficiente evidencia para declarar que estas líneas son diferentes con este testigo.

Tabla 11. Comparación de localidades en la zona Norte.

<i>Contraste</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Cúcuta vs. otras</i>	1	0.1748545	0.1748545	0.17	0.6873	Ns
<i>Cúcuta vs Fonseca</i>	1	137.4499265	137.4499265	132.42	<.0001	As
<i>Cúcuta vs Gamarra</i>	1	8.7507928	8.7507928	8.43	0.0109	As
<i>Cúcuta vs Nechi</i>	1	136.4948892	136.4948892	131.50	<.0001	As
<i>Fonseca vs otras</i>	1	328.2968530	328.2968530	316.29	<.0001	As

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En los contrastes entre los ambientes solamente no se presentan diferencias entre Cúcuta y el promedio de las demás.

4.1.2 Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente

De acuerdo al índice ambiental (Tabla 12) los ambientes de Gamarra y Fonseca 2009 A presentan rendimientos (t/ha) por arriba del promedio general que las otras localidades, observando que en Fonseca 2009 A el rendimiento estuvo por arriba de 3 toneladas / hectárea del promedio general (4.08 t/ha).

Tabla 12. Índice ambiental localidades.

<i>Localidad</i>	<i>I (Índice Ambiental)</i>
CUCUTA/09/A	-0.0763
FONSEC/09/A	3.3081
GAMARR/09/A	0.7776
NECHI/09/A	-3.4490
SANBE/09/A	-0.5604

Tabla 13. Parámetros de estabilidad obtenidos por la metodología de Eberhart y Russell.

<i>Genotipos</i>	<i>Coefficiente de regresión (b)</i>			<i>Significado</i>
<i>CLEARFIELD205</i>	1.026	0.228	0.052	Mejor respuesta en ambientes favorable
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M</i>	1.099	0.187	0.035	pero poco predecibles
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	0.977	0.009	0.000	
<i>FEDEARROZ50</i>	0.962	0.027	0.001	Buena respuesta en
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M</i>	0.974	0.090	0.008	todos los ambientes pero poco predecible
<i>ONLYRICE370</i>	0.963	0.157	0.025	

4.1.3 Análisis multivariado

En la figura 3 se muestra la distribución de los diferentes ambientes y la de los genotipos, la que fue obtenida aplicando un análisis de componentes principales (ACP) que se basa en la descomposición de los valores singulares (DSV) de una matriz, las nuevas componentes explican el 86.2 % de la varianza total.

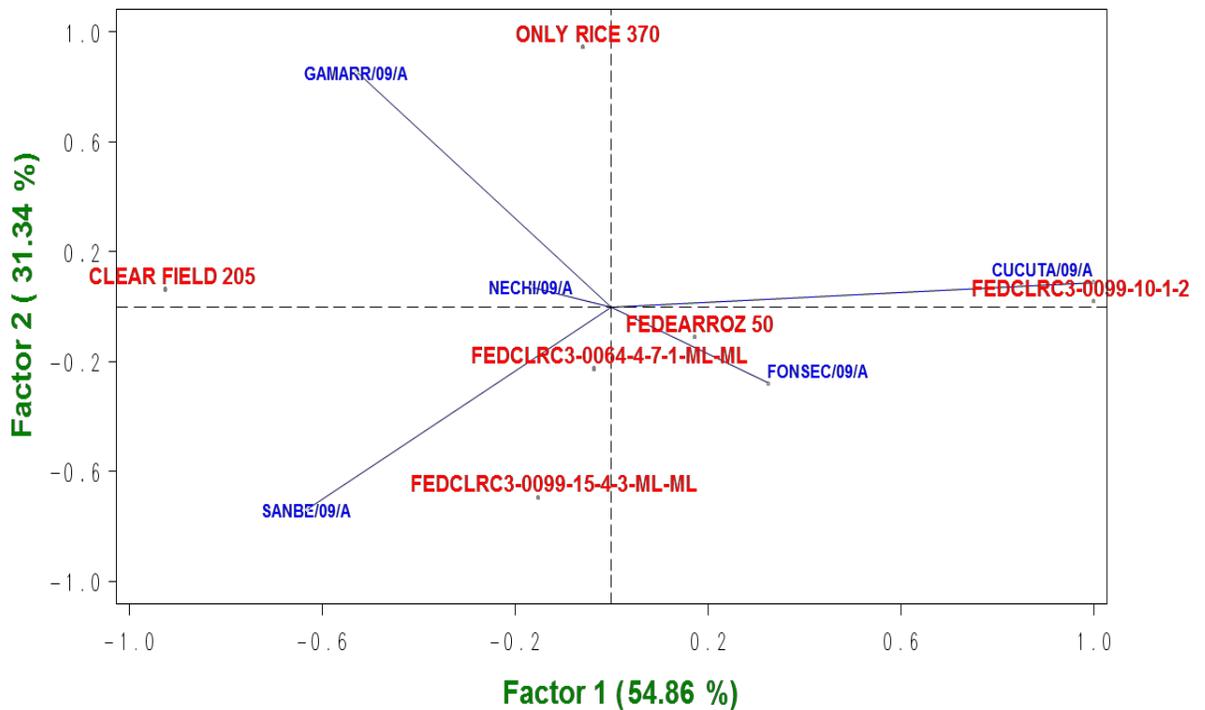


Figura 3. Representación gráfica de la contribución de los genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.

La línea CLEARFIELD 205 (testigo) muestra adaptabilidad en Gamarra (2009 A) y San Alberto (2009 A).

La variedad ONLY RICE (testigo) muestra adaptabilidad en Gamarra (2009 A).

La línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, no contribuye muy poco a la interacción genotipo ambiente.

Las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M se adaptó mejor en Cúcuta (2009 A).

FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M presentaron mejor adaptabilidad en San Alberto (2009 A).

La variedad Fedearroz 50 (testigo) presentó adaptación en Fonseca (2009 A).

4.1.4 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (figura 4) basado en la matriz de rendimiento de las líneas a través de las localidades formó cinco grupos bien diferenciados, donde las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML y El testigo FEDEARROZ 50 están agrupadas y tuvieron un rendimiento promedio de (4.0 t/ha). FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML formó un grupo unitario, diferenciándose de las anteriores por tener un rendimiento aceptable (4.1 t/ha).

La línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML está muy alejada de las demás y fue la línea de mejor rendimiento (4.3 t/ha), mientras que CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 también conformaron grupos unitarios con rendimientos similares de 3.9 t/ha y 4.0 t/ha respectivamente.

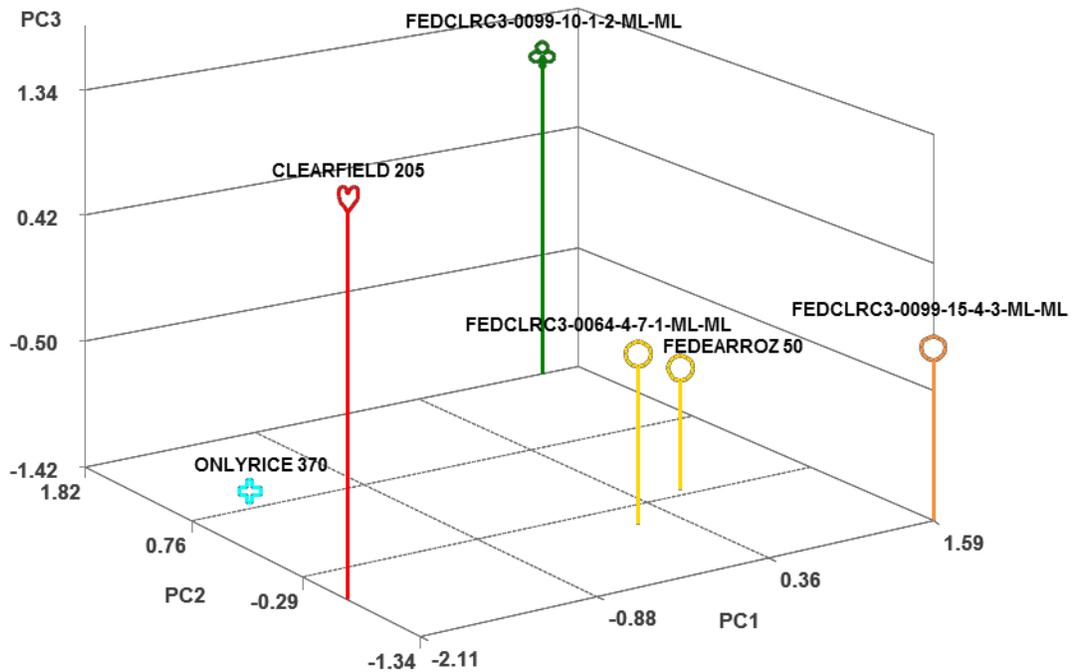


Figura 4. Representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).

4.1.5 Variables relacionadas con calidad

Según el análisis de varianza que se resume en la tabla 14, la fuente de variación genotipos, presentó diferencias altamente significativas para todas las variables de calidad. También se determinaron diferencias altamente significativas a los efectos de los distintos ambientes para casi todas las variables de calidad molinera. En tres de las variables de calidad molinera se detectaron efectos de interacción genotipo x ambiente.

Tabla 14. Análisis de varianza para variables de calidad.

Fuente de Variación	Rendimiento Molino			Indice de Pilada		Grano Partido		Centro Blanco		Yeso	
	GL	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Model	44	46.3593	**	81.7901	**	48.1360	**	0.3676	**	32.7114	**
rep	3	4.9910	ns	43.4492	**	9.6015	ns	0.2543	**	7.0965	**
ambiente	4	413.1133	**	300.9176	**	19.3926	ns	1.2503	**	286.1801	**
rep(ambiente)	12	7.6764	ns	8.4229	ns	6.8178	ns	0.2547	**	4.1363	**
genotipo	5	29.2631	**	365.5162	**	249.9557	**	0.2993	**	13.3039	**
genotipo*ambiente	20	6.6976	ns	16.8046	**	34.0009	**	0.2928	**	7.8569	**
Error	75	6.7733		10.1124		15.8930		0.0839		2.0041	
PROMEDIO		69.00		57.44		16.47		0.51		4.74	
CV		3.77		5.54		24.20		56.34		29.86	

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 15. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.

GENOTIPO	Rendimiento Molino		Índice de Pilada		Grano Partido		Centro Blanco		Grano Yesado	
	Media		Media		Media		Media		Media	
<i>CLEAR FIELD 205</i>	69.5	a	55.2	c	18.2	b	0.6	ab	4.2	bc
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	70.2	a	60.0	a	13.8	c	0.5	b	4.5	bc
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	69.3	a	57.4	b	17.3	b	0.5	b	4.6	bc
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	68.8	a	60.5	a	14.7	c	0.4	b	3.9	c
<i>FEDEARROZ 50</i>	69.5	a	61.4	a	12.6	c	0.4	b	5.1	b
<i>ONLY RICE 370</i>	66.7	b	50.0	d	22.3	a	0.7	a	6.2	a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre sí ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

No hubo diferencias significativas en la interacción genotipo - ambiente para el parámetro de calidad rendimiento molino, siendo significativas para los demás parámetros de calidad. Lo anterior señala que dichos indicadores de molinería se afectan cuando los genotipos se someten a ambientes diferentes, y si esta interacción es desfavorable, habría que valorar si se justifica sembrar dicho genotipo en ambientes desfavorables.

4.1.5.1 Grano Yesado

Esta característica reportó diferencias estadísticas en los genotipos evaluados en cada uno de los ambientes de la zona Norte (Tabla 16), en los ambientes de Cúcuta, Fonseca, Gamarra y San Alberto todos los materiales presentaron bajos porcentajes de grano yesado, por debajo del 7%, cumpliendo con la norma básica de calidad. En Nechi los genotipos superaron el 7% de grano yesado.

Tabla 16. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Norte, para grano Yesado.

GENOTIPO	CUCUTA 09A	FONSECA 09A	GAMARR A 09A	NECHI 09A	SAN ALBERTO 09A
	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	2.50 c	2.50 c	2.71 c	11.00 ab	2.50 ab
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	2.37 c	2.00 c	2.00 c	14.60 a	2.00 b
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	2.83 bc	2.80 bc	2.92 bc	11.68 ab	2.80 ab
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	2.92 bc	2.80 bc	2.85 bc	8.80 b	2.18 b
FEDEARROZ 50	4.01 b	3.90 b	3.85 b	9.85 b	3.90 a
ONLY RICE 370	6.00 a	6.00 a	6.00 a	9.50 b	3.43 ab

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

El análisis combinado también reporto diferencias significativas entre los promedios para los genotipos a través de todas los ambientes, en general todos los genotipos estuvieron por debajo del 7% de grano yesado cumpliendo con la norma básica de calidad.

La línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML fue la que presento el menor porcentaje de grano yesado (3.9 %).

4.1.5.2 Centro Blanco

En general todos los genotipos presentaron un bajo porcentaje de centro blanco (Tabla 17), reportando diferencias significativas en los diferentes ambientes, sin embargo las localidades de San Alberto y Fonseca, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre genotipos, es decir su comportamiento tiende a ser similar.

Tabla 17. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para centro blanco.

GENOTIPO	CUCUTA 09A		FONSECA 09A		GAMARRA 09A		NECHI 09A		SAN ALBERTO 09A	
	Media		Media		Media		Media		Media	
CLEAR FIELD 205	0.30	bc	0.55	a	0.30	bc	1.48	a	0.30	a
FEDCLRC3-0064-4-7-1- ML-ML	0.20	c	1.05	a	0.20	c	0.65	b	0.28	a
FEDCLRC3-0099-10-1-2- ML-ML	0.30	bc	0.80	a	0.30	bc	0.58	b	0.30	a
FEDCLRC3-0099-15-4-3- ML-ML	0.30	bc	0.90	a	0.30	bc	0.38	b	0.30	a
FEDEARROZ 50	0.40	b	0.55	a	0.40	b	0.30	b	0.38	a
ONLY RICE 370	0.60	a	0.50	a	0.60	a	1.43	a	0.53	a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

El análisis combinado para este parámetro de calidad también arrojó diferencias significativas entre los diferentes genotipos evaluados.

4.1.5.3 Grano Partido

Todos los ambientes presentaron diferencias estadísticamente significativas para genotipos, sin embargo para la localidad de Fonseca no se presentaron estas diferencias (Tabla 18).

Tabla 18 Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, porcentaje de grano partido.

GENOTIPO	CUCUTA 09A		FONSECA 09A		GAMARRA 09A		NECHI 09A		SAN ALBERTO 09A	
	Media		Media		Media		Media		Media	
CLEAR FIELD 205	21.12	ab	16.28	a	18.08	ab	14.35	bc	21.12	ab
FEDCLRC3-0064-4-7-1- ML-ML	13.07	cd	14.63	a	13.07	bc	15.13	b	13.07	bc
FEDCLRC3-0099-10-1- 2-ML-ML	17.26	bc	17.40	a	17.26	bc	12.73	c	22.02	a
FEDCLRC3-0099-15-4- 3-ML-ML	11.90	cd	16.45	a	15.33	bc	14.00	bc	15.68	abc
FEDEARROZ 50	10.28	d	16.10	a	10.28	c	15.15	b	11.21	c
ONLY RICE 370	26.84	a	16.85	a	24.64	a	19.85	a	23.09	a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

En General el porcentaje de grano partido fue alto en todas las localidades y en todos los genotipos.

El análisis combinado también arrojó diferencias significativas entre genotipos, para esta variable.

4.1.5.4 Rendimiento de Molino

El análisis de varianza por localidad reportó que tan solo hubo diferencias significativas entre los genotipos en la localidad de Nechi (Tabla 19).

Tabla 19 Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, rendimiento de molino.

GENOTIPO	CUCUTA 09A	FONSECA 09A	GAMARRA 09A	NECHI 09A	SAN ALBERTO 09A
	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	70.10 a	71.60 a	68.70 a	59.53 b	72.98 a
FEDCLRC3-0064-4-7-1- ML-ML	71.43 a	69.80 a	71.50 a	63.63 ab	72.95 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2- ML-ML	72.10 a	71.28 a	70.70 a	61.88 ab	70.95 a
FEDCLRC3-0099-15-4-3- ML-ML	71.75 a	68.70 a	69.40 a	60.20 ab	69.20 a
FEDEARROZ 50	70.80 a	70.20 a	69.10 a	64.48 a	71.90 a
ONLY RICE 370	69.15 a	69.15 a	70.00 a	59.88 ab	67.82 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

En general el rendimiento de molino fue bueno en todas las localidades (70% aproximadamente), excepto Nechi que no supera el 65 %.

El análisis combinado encontró que los genotipos se comportaron similarmente excepto la línea ONLY RICE 370.

4.1.5.5 Índice de Pilada

Todos los genotipos presentaron diferencias estadísticamente significativas en el índice de pilada, en todos los ambientes. Los testigos CLEAR FIELD 205 y ONLY

RICE 370 estuvieron por debajo del parámetro de aceptación para índice de pilada (60%) (Tabla 20).

Tabla 20. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Norte, para la variable, índice de pilada.

GENOTIPO	CUCUTA 09A	FONSECA 09A	GAMARRA 09A	NECHI 09A	SAN ALBERTO 09A
	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	56.48 c	57.10 c	56.48 c	50.95 b	55.80 ab
FEDCLRC3-0064-4-7-1- ML-ML	62.10 ab	62.10 ab	63.10 ab	51.78 b	62.10 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2- ML-ML	58.98 bc	57.90 bc	58.30 bc	53.98 a	56.18 ab
FEDCLRC3-0099-15-4-3- ML-ML	63.23 ab	61.80 ab	64.01 ab	51.75 b	60.80 a
FEDEARROZ 50	63.48 a	66.20 a	65.06 a	50.60 b	63.48 a
ONLY RICE 370	50.55 d	48.30 d	50.20 d	47.98 c	50.55 b

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

El análisis combinado confirma la misma situación observada en el análisis por localidad.

4.1.6 Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios

De acuerdo a los resultados obtenidos, todos los genotipos presentaron valores de cero ("0") para las variables fitosanitarias de Virus de hoja blanca (VHB), *Piricularia* hoja y *Piricularia* cuello en las condiciones del ensayo.

Los genotipos fueron sometidos a condiciones de presión de vectores y virus en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Para VHB se probaron 500 plantas por semestre, encontrándose calificaciones de hasta 30% en 2008 B y la máxima presentada en 2009 A fue de 10%, superando estos materiales a FEDEARROZ 50. Para daño mecánico se efectuaron 3 repeticiones los cuales presentaron pocas plantas con sintomatología y adicionalmente el daño también fue muy escaso en FEDEARROZ 50 y FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML (Tabla 21).

Tabla 21. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.

LINEA O VARIEDAD	VHB (CIAT)	
	SEM 08 B	SEM 09 A
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	11-30%	1-10%
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	1-10%	1-10%
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	1-10%	1-10%
FEDEARROZ 50	31-60%	31-60%

Cabe resaltar que todos los materiales probados en estas fases han sido seleccionados en diferentes localidades por tolerancia o resistencia a Hoja Blanca, daño *Tagosodes* y *Piricularia* las cuales se llevan a cabo en CIAT y Santa Rosa (Villavicencio).

- ***Rhizoctonia***

Los materiales FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML y el testigo FEDEARROZ 50, con altas frecuencias en incidencias bajas (< 45%). Los testigos CLEARFIELD 205 Y ONLY RICE 370 presentaron frecuencias más altas en valores de enfermedad entre mayores del 65% (Tabla 22).

Tabla 22. Frecuencia relativa para severidad de *Rhizoctonia*.

GENOTIPO	RHIZOCTONIA					
	0%	<20%	20-30%	31-45%	46-65%	66-100%
CLEAR FIELD 205	0.19	0.19	0.33	0.12	0.13	0.03
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.18	0.28	0.28	0.25	0.01	0.00
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.19	0.37	0.31	0.12	0.01	0.00
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.16	0.37	0.31	0.16	0.00	0.00
FEDEARROZ 50	0.21	0.31	0.29	0.16	0.01	0.01
ONLY RICE 370	0.18	0.22	0.31	0.12	0.15	0.03

- **Sarocladium**

Todos los materiales evaluados con el testigo FEDEARROZ 50 presentaron comportamientos similares, con altas frecuencias para incidencias menores al 25%. Los testigos CLEARFIELD 205 Y ONLY RICE 370 presentaron frecuencias del 10% en valores de incidencia mayores del 50% (Tabla 23).

Tabla 23. Frecuencia relativa para severidad de *Sarocladium*.

GENOTIPO	SAROCLADIUM					
	0%	<1%	1-5%	6-25%	26-50%	51-100%
CLEAR FIELD 205	0.05	0.19	0.40	0.26	0.10	0.00
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.03	0.39	0.40	0.15	0.03	0.00
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.10	0.44	0.21	0.25	0.00	0.00
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.05	0.48	0.27	0.19	0.00	0.00
FEDEARROZ 50	0.05	0.34	0.41	0.20	0.00	0.00
ONLY RICE 370	0.10	0.30	0.25	0.22	0.12	0.02

En conclusión en cuanto a incidencia y severidad de patógenos, las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML muestran un grado de incidencia de resistentes a tolerantes al igual que el testigo FEDEARROZ 50.

4.2 ZONA CENTRO

4.2.1 Análisis de varianza combinado para 7 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)

En la tabla 24, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para las fuentes de variación ambiente, genotipo. La interacción genotipo ambiente fue significativa, indicando que las líneas presentaron distinto comportamiento en expresión de su potencial de rendimiento en los diferentes ambientes o localidades de la zona Centro. Este hecho que se puede aprovechar para sugerir y/o recomendar genotipos específicos para ambientes determinados e identificar los genotipos sobresalientes en algunas de las localidades.

Tabla 24. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr ≤ 0</i>	
<i>Repeticiones/Localidad</i>	21	39.13760559	1.86369550	4.76	<.0001	As
<i>Localidad</i>	6	95.25380091	15.87563349	40.52	<.0001	As
<i>Genotipo*localidad</i>	35	74.69214913	2.13406140	5.45	<.0001	As
<i>Genotipo/AIPE2008B</i>	5	3.109081	0.621816	1.59	0.1701	Ns
<i>Genotipo/AIPE2009A</i>	5	11.597722	2.319544	5.92	<.0001	As
<i>Genotipo/IBAGUE2009A</i>	5	7.237084	1.447417	3.69	0.0040	As
<i>Genotipo/JUNCAL2008B</i>	5	2.609794	0.521959	1.33	0.2564	Ns
<i>Genotipo/JUNCAL2009A</i>	5	14.637574	2.927515	7.47	<.0001	As
<i>Genotipo/SALDAÑA2008B</i>	5	26.902803	5.380561	13.73	<.0001	As
<i>Genotipo/SALDAÑA2009A</i>	5	8.598091	1.719618	4.39	0.0011	As
Error Experimental <i>(Genotipo×Rep/Localidad)</i>	105	41.1394187	0.3918040			
Total	167	250.2229743				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En la tabla 25 la prueba de comparación de medias de Tukey para las localidades nos muestra las diferencias en el rendimiento (t/ha) promedio de todas las líneas en cada localidad, siendo Ibagué 2009 A, el ambiente donde mejor expresaron su potencial de rendimiento, lo que no ocurrió en Saldaña 2009 A donde las líneas presentaron un potencial de rendimiento más bajo. Mientras que las zonas de Juncal y Aipe el comportamiento fue similar.

Se puede formar un grupo de ambientes favorables en el cual el comportamiento de los genotipos es notablemente superior, son ellos Ibagué 2009 A, Juncal 2008 B y Juncal 2009 A.

El ambiente Ibagué es el más favorable por sus condiciones de suelo y fertilidad, sus moderadas temperaturas máximas y mínimas lo cual inciden favorablemente en la expresión del potencial de rendimiento de los genotipos.

Tabla 25. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.

<i>Grupo (Tukey)*</i>	<i>Media(Tn/ha)</i>	<i>N</i>	<i>Ambientes (localidades)</i>
A	8.2670	24	IBAGUE-2009A
B	7.3448	24	JUNCAL-2008B
B	7.0920	24	JUNCAL-2009A
B	6.7220	24	AIPE-2008B
B	6.6171	24	AIPE-2009A
B	6.1852	24	SALDAÑA-2008B
C	5.7797	24	SALDAÑA-2009A

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

En la tabla 26 la prueba de separación de medias de Tukey para genotipos nos deja ver claramente la constitución de dos grupos bien diferenciados donde las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML tienen un comportamiento estadísticamente igual al del testigo FEDEARROZ 50, mientras que los testigos CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 tienen un comportamiento en su potencial de rendimiento más bajo en comparación con las líneas a evaluar y el testigo FEDEARROZ 50.

Tabla 26. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.

<i>Grupo (Tukey)*</i>	<i>Media(Tn/ha)</i>	<i>N</i>	<i>Genotipos</i>
A	7.4447	28	FEDEARROZ 50
A	7.2493	28	FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML
A	7.1522	28	FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML
A	7.0351	28	FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML
B	6.2685	28	CLEAR FIELD 205
B	5.9998	28	ONLY RICE 370

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

Para el estudio de la interacción genotipo ambiente (Tabla 27) por medio de la prueba de descomposición de suma de cuadrados se pudo comparar el comportamiento de las líneas en cada ambiente. Se estableció que las líneas en Aipe (2009 B) y Juncal (2008 B) no presentaron diferencias significativas en sus rendimientos, mientras que en los demás localidades si los hubo, indicando una vez más el efecto de la interacción genotipo-ambiente.

Tabla 27. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr ≤ 0</i>	
<i>Repeticiones/Localidad</i>	21	39.13760559	1.86369550	4.76	<.0001	As
<i>genotipo</i>	5	47.58309814	9.51661963	24.29	<.0001	As
<i>Genotipo*localidad</i>	30	27.10905099	0.90363503	2.31	0.0010	As
<i>Localidad/CLEAR FIELD 205</i>	6	32.004655	5.334109	13.61	<.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	6	12.118862	2.019810	5.16	0.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	6	12.855987	2.142664	5.47	<.0001	As
<i>Localidad/FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	6	24.399585	4.066598	10.38	<.0001	As
<i>Localidad/FEDEARROZ 50</i>	6	14.289962	2.381660	6.08	<.0001	As
<i>Localidad/ONLY RICE 370</i>	6	26.693801	4.448967	11.36	<.0001	As
Error Experimental (<i>Genotipo x Rep/Localidad</i>)	105	41.1394187	0.3918040			
Total	167	250.2229743				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En la tabla 28 se muestra la comparación de las variedades en todos los ambientes y se puede determinar que la respuesta de los genotipos fue significativamente diferente en cada uno de ellos.

Tabla 28. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.

<i>Genotipos</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>CLEAR FIELD 205</i>	6	32.004655	5.334109	13.61	<.0001	As*
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	6	12.118862	2.019810	5.16	0.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	6	12.855987	2.142664	5.47	<.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	6	24.399585	4.066598	10.38	<.0001	As
<i>FEDEARROZ 50</i>	6	14.289962	2.381660	6.08	<.0001	As
<i>ONLY RICE 370</i>	6	26.693801	4.448967	11.36	<.0001	As

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 29. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.

<i>Contraste</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Test. vs líneas en Aipe08b</i>	1	1.29609480	1.29609480	3.31	0.0718	Ns
<i>Test. vs líneas en Aipe09a</i>	1	2.51101998	2.51101998	6.41	0.0128	Ns
<i>Test. vs líneas en lbag09a</i>	1	0.70589400	0.70589400	1.80	0.1824	Ns
<i>Test. vs líneas en Junc08b</i>	1	0.25039621	0.25039621	0.64	0.4258	Ns
<i>Test. vs líneas en Junc09a</i>	1	6.70666537	6.70666537	17.12	<.0001	As
<i>Test. vs líneas en Sald09a</i>	1	7.23992789	7.23992789	18.48	<.0001	As
<i>Testigos vs líneas</i>	1	13.86552899	13.86552899	35.39	<.0001	As
<i>Fed 50 vs líneas</i>	1	1.87932462	1.87932462	4.80	0.0307	As
<i>CLF205 vs líneas</i>	1	16.15494091	16.15494091	41.23	<.0001	As
<i>Only R370 vs líneas</i>	1	27.56887038	27.56887038	70.36	<.0001	As
<i>FCF99-15 vs FCF064</i>	1	0.19208032	0.19208032	0.49	0.4854	Ns
<i>FCF99-10 vs FCF064</i>	1	0.13201425	0.13201425	0.34	0.5628	Ns
<i>FCF99-15 vs FCF99-10</i>	1	0.64257432	0.64257432	1.64	0.2031	Ns
<i>CLF205 vs Only R370</i>	1	1.01070968	1.01070968	2.58	0.1113	Ns
<i>Fed 50 vs CLF205</i>	1	19.36954400	19.36954400	49.44	<.0001	As
<i>Fed 50 vs Only R370</i>	1	29.22943117	29.22943117	74.60	<.0001	As

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En los contrastes de los testigos versus las líneas de prueba se encontró que en la zona centro tan solo en Juncal 2009 A y Saldaña 2009 A, el promedio de los testigos fue diferente al promedio de las líneas.

El promedio general de los testigos comparado con el promedio general de las líneas de prueba son contrastantes.

Los promedios de cada de cada una de los testigos fueron diferentes contra el promedio general de las líneas de prueba.

No existen diferencias entre los promedios de las líneas de prueba.

Entre las comparaciones de los testigos el promedio de FEDEARROZ 50 es diferente a los testigos CLEARFIELD 205 y ONLY RICE 370.

Las comparaciones entre valores medios de los distintos grupos, permitió evidenciar el comportamiento diferencial para el rendimiento (Tabla 29). Para el caso de las comparaciones entre testigos y el grupo de líneas en prueba, solo se encontraron diferencias estadísticas significativas en Juncal y Saldaña para los semestres 2009a.

Otras comparaciones se destacan por su alto valor diferencial significativo como: testigos individuales Vs los genotipos Clearfield. Entre los genotipos comerciales y las líneas en prueba.

Tabla 30. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
SALDAÑ/08/B	CLEAR FIELD 205	2.2813	0.2915	15	7.83	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
JUNCAL/09/A	ONLY RICE 370	1.9170	0.3931	15	4.88	0.0002	Dunnett	0.0009
SALDAÑ/08/B	ONLY RICE 370	1.9768	0.2915	15	6.78	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001

Tabla 31. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>GI</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
JUNCAL/09/A	CLEAR FIELD 205	1.2597	0.3931	15	3.20	0.0059	Dunnett	0.0236
SALDAÑ/08/B	CLEAR FIELD 205	2.4025	0.2915	15	8.24	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
AIPE/09/A	ONLY RICE 370	1.8522	0.5510	15	3.36	0.0043	Dunnett-Hsu	0.0173
JUNCAL/09/A	ONLY RICE 370	2.1362	0.3931	15	5.43	<.0001	Dunnett	0.0003
SALDAÑ/08/B	ONLY RICE 370	2.0981	0.2915	15	7.20	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001

Tabla 32. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Centro.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>GI</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
SALDAÑ/08/B	CLEAR FIELD 205	1.6887	0.2915	15	5.79	<.0001	Dunnett-Hsu	0.0002
AIPE/09/A	ONLY RICE 370	1.7037	0.5510	15	3.09	0.0074	Dunnett-Hsu	0.0294
JUNCAL/09/A	ONLY RICE 370	1.9690	0.3931	15	5.01	0.0002	Dunnett	0.0007
SALDAÑ/08/B	ONLY RICE 370	1.3843	0.2915	15	4.75	0.0003	Dunnett-Hsu	0.0011

En las comparaciones con el testigo FEDEARROZ 50 no se encontró suficiente evidencia para declarar que estas líneas son diferentes con este testigo.

Tabla 33. Comparación de localidades en la zona Centro.

<i>Contraste</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Ibagué vs. otras</i>	1	43.49914244	43.49914244	23.34	<.0001	As
<i>Huila vs Tolima</i>	1	2.54660885	2.54660885	1.37	0.2555	Ns
<i>Ibagué vs Saldaña</i>	1	52.00769415	52.00769415	27.91	<.0001	As
<i>Juncal vs Aipe</i>	1	7.22941378	7.22941378	3.88	0.0622	Ns

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Entre localidades solo se presentaron diferencias entre los promedios de Ibagué y con respecto a las demás localidades.

4.2.2 Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente

El índice ambiental (Tabla 34) es una estimación del potencial de rendimiento de cada localidad dado por la diferencia del promedio de las líneas en cada ambiente y el promedio de las líneas en todos los ambientes.

De acuerdo al índice ambiental las localidades IBAGUE/09/A, JUNCAL/08/B y JUNCAL/09/A presentan rendimientos (t/ha) por encima del promedio general que las otras localidades, observando que en Ibagué el rendimiento está por arriba de 1.4 toneladas / hectárea del promedio global (6.85 tn/ha). Indicando el efecto positivo de la localidad para la expresión del rendimiento.

Tabla 34. Índice ambiental localidades.

<i>Localidad</i>	<i>I (Índice Ambiental)</i>
AIPE-2008B	-0.1362
AIPE-2009A	-0.2412
IBAGUE-2009A	1.4087
JUNCAL-2008B	0.4865
JUNCAL-2009A	0.2338
SALDAÑA-2008B	-0.6731
SALDAÑA-2009A	-1.0785

Ibagué es el mejor ambiente para que se exprese el potencial de los genotipos en evaluación.

Tabla 35. Parámetros estabilidad obtenidos por la metodología Eberhart y Russell.

<i>Genotipos</i>	<i>Coefficiente de regresión (b)</i>			<i>Significado</i>
<i>CLEARFIELD205</i>	1.026	0.228	0.052	Mejor respuesta en ambientes
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M</i>	1.099	0.187	0.035	favorable pero poco predecibles
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	0.977	0.009	0.000	
<i>FEDEARROZ50</i>	0.962	0.027	0.001	Buena respuesta en todos los
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M</i>	0.974	0.090	0.008	ambientes pero poco predecible
<i>ONLYRICE370</i>	0.963	0.157	0.025	

4.2.3 Análisis multivariado

En la figura 5, se muestra la distribución de los diferentes ambientes y la de los genotipos, la que fue obtenida aplicando un análisis de componentes principales (ACP) que se basa en la descomposición de los valores singulares (DSV) de una matriz, las nuevas componentes explican el 83 % de la varianza total.

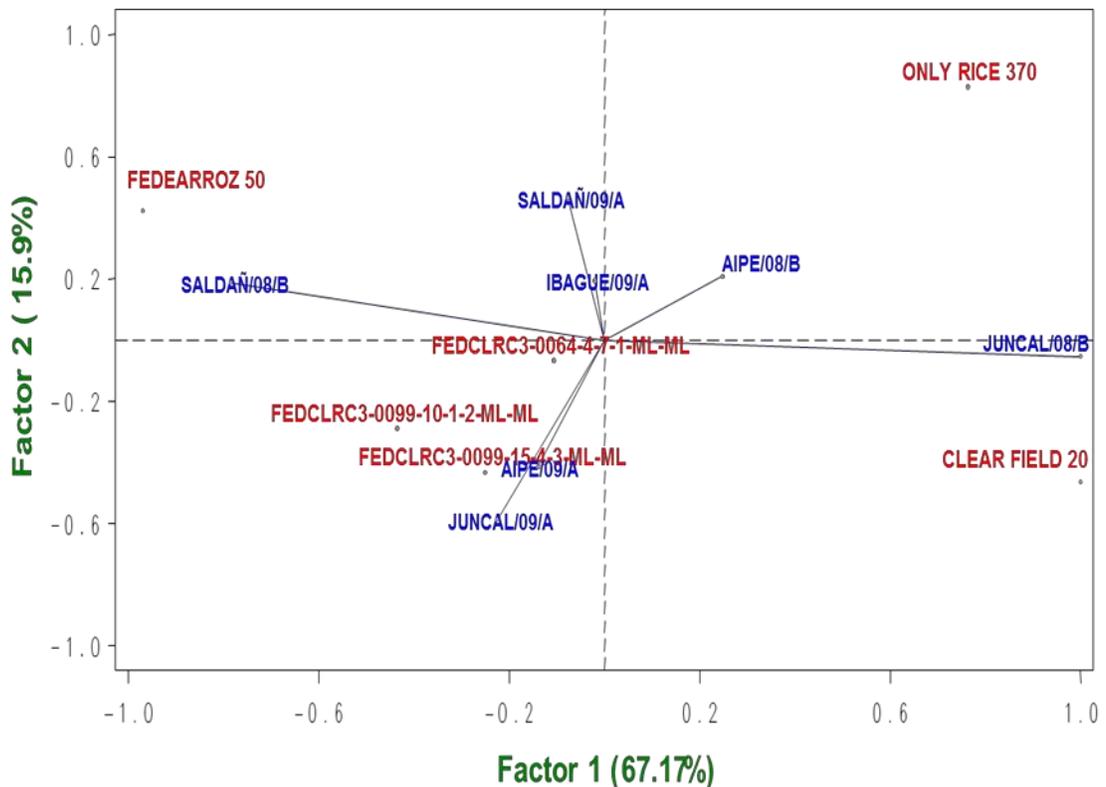


Figura 5. Representación gráfica de la contribución de los genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.

Las variedades ONLY RICE 370 (testigos) y CLEAR FIELD 205 (testigo) mostraron adaptabilidad e interacción positiva con el ambiente Juncal 2008 B, indicando una adaptación específica a este ambiente.

La línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, se adapta en Ibagué 2009 A y Saldaña 2008 B.

Las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M presentaron adaptabilidad en los ambientes Aipe 2009 A y Juncal 2009 A.

La variedad Fedearroz 50 (testigo) presenta buena adaptación en Saldaña 2008 B.

4.2.4 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (figura 6) basado en la matriz de rendimiento de las líneas a través de las localidades formó cuatro grupos bien diferenciados, donde las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML y fueron las líneas con mayor rendimiento promedio (7.14 t/ha). El testigo FEDEARROZ 50 formó un grupo unitario, diferenciándose de los demás por tener el mejor rendimiento (7.44 t/ha), mientras que CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 también conformaron grupos unitarios con rendimientos de 6.26 t/ha y 6.0 t/ha respectivamente, y que son los promedios más bajos para esta zona.

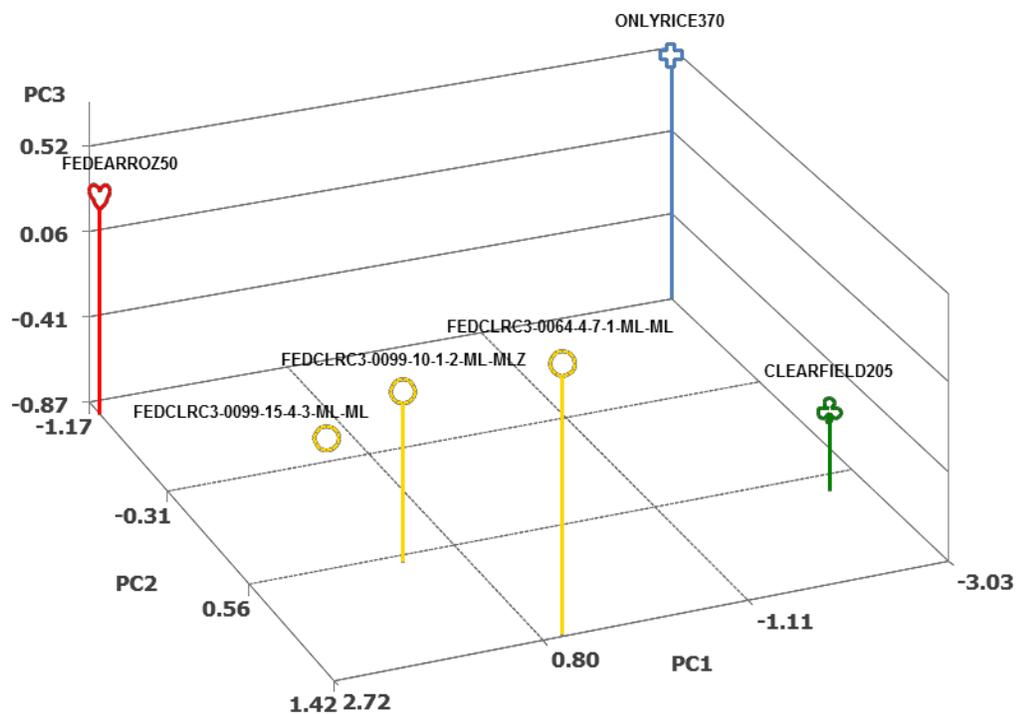


Figura 6. Representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).

4.2.5 Variables relacionadas con calidad

Según el análisis de varianza combinado la fuente de variación genotipo presento diferencias altamente significativas para todas las variables de calidad (Tabla 36).

La variable grano partido no presento diferencias significativas para la fuente de variación ambiente, pero lo fue para los demás parámetros de calidad.

No hubo diferencias significativas en la interacción genotipo - ambiente para el parámetro de calidad rendimiento molino, pero si lo fue en los demás parámetros de calidad.

Tabla 36. Análisis de varianza para variables de calidad.

Fuente de variación	GL	RDTO. MOLINO		GL	INDICE DE PILADA		GL	GRANO PARTIDO		GL	CENTRO BLANCO		GL	YESO	
		CM	Pr > F		CM	Pr > F		CM	Pr > F		CM	Pr > F		CM	Pr > F
Model	44	6.9624508	**	53	1815.6725	**	53	51.912826	**	26	25.050075	**	53	89.103794	**
rep	3	2.5083056	ns	3	7.855278	ns	3	6.916921	ns	3	1.2749537	ns	3	25.780585	ns
loc	4	30.341542	**	5	23.103833	**	5	47.298292	**	2	77.876806	**	5	355.18031	**
rep(loc)	12	8.8447639	**	15	23.737944	**	15	18.556144	**	6	1.6860648	ns	15	25.05663	ns
genotipo	5	5.87395	**	5	216.97033	**	5	366.19563	**	5	61.734472	**	5	216.88728	**
genotipo*loc	20	2.0974917	ns	25	9.426667	**	25	15.392692	**	10	17.293472	**	25	56.358878	**
Error	75	1.8784722		90	3.8345		90	4.504218		45	1.0093611		90	14.920011	
PROMEDIO		69.6825			63.3875			9.21875			2.565278			3.592778	
CV		1.966884			3.089234			23.02171			39.16417			107.5113	

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 37. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.

GENOTIPO	Rendimiento Molino		Índice de Pilada		Grano Partido		Grano Yesado		Centro Blanco	
	Media		Media		Media		Media		Media	
CLEAR FIELD 205	70.23	a	61.13	b	13.11	a	3.26	b	3.03	b
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	70.25	a	65.85	a	6.74	c	2.23	b	0.89	d
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	69.65	ab	65.27	a	6.53	c	1.86	b	1.69	cd
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	69.80	ab	65.20	a	6.68	c	2.35	b	2.15	bc
FEDEARROZ 50	69.36	ab	64.57	a	6.99	c	2.21	b	0.76	d
ONLY RICE 370	68.83	b	58.30	c	15.25	a	9.65	a	6.87	a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.5.1 Grano Yesado

El análisis de varianza por ambiente para esta característica de calidad reportó diferencias estadísticas en los genotipos evaluados en todos los ambientes de la zona Centro. Aipe e Ibagué fueron los ambientes donde las variedades ONLY RICE 370 y CLEAR FIELD 205 mostraron más del 7% de grano yesado superando la norma básica de calidad (Tabla 36).

El análisis combinado reportó diferencias significativas para la interacción genotipo-ambiente (Tabla 37).

En general todos los genotipos estuvieron por debajo del 7% de grano yesado cumpliendo con la norma básica de calidad (Tabla 38).

Tabla 38. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Centro, para grano Yesado.

GENOTIPO	AIPE 08 B	AIPE 09 A	IBAGUE 09 A	JUNCAL 08 B	SALDAÑA 08 B	SALDAÑA 09 A
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
<i>CLEAR FIELD 205</i>	1.13 b	11.38 c	3.98 b	1.28 b	0.68 b	1.13 b
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	0.50 c	5.25 c	5.13 b	0.95 b	1.03 ab	0.55 bc
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	0.73 bc	6.75 c	1.85 b	0.78 b	0.43 b	0.63 bc
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	0.80 bc	6.13 c	5.33 b	0.63 b	0.60 b	0.60 bc
<i>FEDEARROZ 50</i>	0.50 c	6.50 b	4.57 b	0.83 b	0.70 b	0.15 c
<i>ONLY RICE 370</i>	2.55 a	17.50 a	28.20 a	3.65 a	1.68 a	4.35 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.5.2 Centro Blanco

En general todos los genotipos presentaron un bajo porcentaje de centro blanco, pero el análisis de varianza por ambiente reporta diferencias significativas para genotipo en todos los ambientes (Tabla 39).

El análisis combinado para este parámetro de calidad arrojó diferencias significativas para interacción genotipo-ambiente (Tabla 36).

Tabla 39. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para centro blanco.

GENOTIPO	AIPE 09 A	IBAGUE 09 A	SALDAÑA 09 A
	Media	Media	Media
<i>CLEAR FIELD 205</i>	1.50 b	1.80 a	5.80 b
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	1.13 b	0.40 b	1.15 c
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	0.88 b	0.35 b	3.85 bc
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	2.00 b	0.55 b	3.90 bc
<i>FEDEARROZ 50</i>	0.88 b	0.55 b	0.85 c
<i>ONLY RICE 370</i>	9.50 a	0.70 b	10.40 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.5.3 Grano Partido

Para esta característica de calidad todos los ambientes presentaron diferencias significativas para genotipos, sin embargo para la localidad Aipe (2009A) no las hubo (Tabla 40).

En General el porcentaje de grano partido fue bajo en todas las localidades.

El análisis combinado arrojó diferencias significativas entre genotipos, para este parámetro (Tabla 36).

Tabla 40. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para grano partido.

GENOTIPO	AIPE 08 B	AIPE 09 A	IBAGUE 09 A	JUNCAL 08 B	SALDAÑA A 08 B	SALDAÑA 09 A
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	19.80 a	9.43 a	15.48 a	12.23 a	9.48 ab	12.25 b
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	6.15 b	7.45 a	9.23 bc	6.63 b	5.35 b	5.65 c
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	5.23 b	6.73 a	9.75 abc	6.50 b	4.65 b	6.35 c
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	5.68 b	6.53 a	9.90 abc	6.15 b	5.65 b	6.20 c
FEDEARROZ 50	7.73 b	7.03 a	7.70 c	7.40 b	6.50 b	5.60 c
ONLY RICE 370	19.50 a	11.85 a	14.63 ab	15.28 a	13.65 a	16.63 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.5.4 Rendimiento de Molino

El análisis de varianza por localidad reporto que tan solo hubo diferencias significativas entre los genotipos en las localidades de Aipe (2008A) y Saldaña 2009A. En general la tabla 41 muestra que el rendimiento de molino fue bueno en todas las localidades (70% aproximadamente).

El análisis combinado encontró que no hay interacción genotipo-ambiente, pero si hay diferencias entre genotipos y que el rendimiento de molino difiere según el ambiente (Tabla 36).

Tabla 41. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para rendimiento de molino.

GENOTIPO	AIPE 08 B	AIPE 09 A	JUNCAL 08 B	SALDAÑA 08 B	SALDAÑA 09 A
	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	70.13 a	68.75 a	72.63 a	70.13 a	69.50 a
FEDCLRC3-0064-4-7-1- ML-ML	71.13 a	69.48 a	71.63 a	70.00 a	69.00 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2- ML-ML	69.38 ab	68.73 a	71.38 a	70.00 a	68.75 ab
FEDCLRC3-0099-15-4-3- ML-ML	70.50 a	69.63 a	71.13 a	69.13 a	68.63 ab
FEDEARROZ 50	68.00 b	69.65 a	70.75 a	69.25 a	69.13 a
ONLY RICE 370	68.00 b	67.38 a	72.13 a	68.75 a	67.88 b

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre sí ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.5.5 Índice de Pilada

Todos los genotipos presentaron diferencias significativas en todos los ambientes. Los testigos CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 estuvieron por debajo del parámetro de aceptación (60%) para índice de pilada en algunas localidades (Tabla 42).

El análisis combinado reporta que hay interacción genotipo-ambiente para este parámetro de calidad (Tabla 36).

Tabla 42. Comparación de medias entre genotipos evaluados en varias localidades de la zona Centro, para índice de pilada.

GENOTIPO	AIPE 08 B	AIPE 09 A	IBAGUE 09 A	JUNCAL 08 B	SALDAÑA A 08 B	SALDAÑA A 09 A
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	56.25 b	61.85 a	60.45 c	63.75 b	63.50 ab	61.00 b
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	66.75 a	64.40 a	65.70 a	66.88 a	66.25 a	65.13 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	65.75 a	63.58 a	64.40 a	66.75 a	66.75 a	64.38 a
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	66.50 a	65.08 a	63.25 ab	66.75 a	65.25 a	64.38 a
FEDEARROZ 50	62.75 a	64.80 a	64.38 a	65.50 ab	64.75 a	65.25 a
ONLY RICE 370	54.78 b	59.48 a	60.58 bc	59.00 c	59.38 b	56.63 c

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.2.6 Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios

De acuerdo a los resultados obtenidos, todos los materiales presentaron valores de cero ("0") para las variables fitosanitarias de Virus de hoja blanca (VHB), *Piricularia* hoja y *Piricularia* cuello en las condiciones del ensayo.

Sin embargo, los materiales fueron sometidos a condiciones de presión de vectores y virus en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Para VHB se probaron 500 plantas por semestre, encontrándose calificaciones de hasta 30% en 2008 B y la máxima presentada en 2009 A fue de 10%, superando estos materiales a FEDEARROZ 50. Para daño mecánico se efectuaron 3 repeticiones los cuales presentaron pocas plantas con sintomatología y adicionalmente el daño también fue muy escaso en FEDEARROZ 50 y FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML (Tabla 43).

Tabla 43. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.

LINEA O VARIEDAD	VHB (CIAT)		EVALUACION DAÑO MECANIC			
			REP 1		REP 2	
	SEM 08 B	SEM 09 A	# PLANTAS DAÑO	# PLANTAS DAÑO	#	#
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	11-30%	1-10%	0/10	NO	4/10	ESCASO
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	1-10%	1-10%	0/10	NO	0/10	NO
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	1-10%	1-10%	0/10	NO	0/10	NO
FEDEARROZ 50	31-60%	31-60%	0/10	NO	2/10	ESCASO

Cabe resaltar que todos los materiales probados en estas fases han sido seleccionados en diferentes localidades por tolerancia o resistencia a Hoja Blanca, daño Tagosodes y Piricularia las cuales se llevan a cabo en CIAT y Santa Rosa (Villavicencio).

- ***Rhizoctonia***

Los genotipos FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML y el testigo FEDEARROZ 50 presentaron altas frecuencias en incidencias bajas (< 30%). Los testigos CLEARFIELD 205 Y ONLY RICE 370 y la línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML presentaron frecuencias del 11% con valores de severidad mayores del 45% (Tabla 45).

Tabla 44. Frecuencia relativa para severidad de *Rhizoctonia*.

GENOTIPO	RHIZOCTONIA				
	0%	<20%	20-30%	31-45%	46-65%
CLEAR FIELD 205	0.29	0.25	0.36	0.11	0.00
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.29	0.25	0.36	0.11	0.00
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.29	0.32	0.39	0.00	0.00
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.29	0.32	0.36	0.04	0.00
FEDEARROZ 50	0.29	0.25	0.43	0.04	0.00
ONLY RICE 370	0.29	0.32	0.29	0.07	0.04

- ***Sarocladium***

En general todos los materiales evaluados presentaron comportamientos similares, con aproximadamente el 90% de frecuencia relativa en severidades por debajo del 5% (Tabla 47).

Tabla 45. Frecuencia relativa para severidad de *Sarocladium*.

GENOTIPO	SAROCLADIUM			
	0%	<1%	1-5%	6-25%
CLEAR FIELD 205	0.04	0.36	0.46	0.14
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.04	0.43	0.46	0.07
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.04	0.61	0.21	0.14
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.00	0.61	0.25	0.14
FEDEARROZ 50	0.00	0.39	0.50	0.11
ONLY RICE 370	0.14	0.46	0.36	0.04

4.3 ZONA LLANOS

4.3.1 Análisis de varianza combinado de 9 ambientes para el carácter rendimiento (t/ha)

En la tabla 52, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para las fuentes de variación ambiente, genotipo. La interacción genotipo ambiente fue significativa, indicando que las líneas presentaron distinto comportamiento en su potencial de rendimiento en los diferentes ambientes o localidades de la zona Llanos donde fueron evaluadas. Hecho que se puede aprovechar en la recomendación de un genotipo específico en un ambiente determinado e identificar los genotipos más estables.

Tabla 46. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de genotipos en localidades.

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F	Pr ≤0	
<i>Repeticiones/Localidad</i>	27	12.7289128	0.4714412	1.39	0.1127	Ns
<i>Localidad</i>	8	69.1364138	8.6420517	25.52	<.0001	As
<i>Genotipo*localidad</i>	45	106.7903564	2.3731190	7.01	<.0001	As
<i>Genotipo/Acacias-2009A</i>	5	10.111829	2.022366	5.97	<.0001	As
<i>Genotipo/Acacias-2009B</i>	5	9.095025	1.819005	5.37	0.0002	As
<i>Genotipo/Aguazul-2009A</i>	5	16.392556	3.278511	9.68	<.0001	As
<i>Genotipo/Aguazul-2009B</i>	5	14.535068	2.907014	8.58	<.0001	As
<i>Genotipo/Granada-2009A</i>	5	8.915884	1.783177	5.27	0.0002	As
<i>Genotipo/Nunchi-2008B</i>	5	4.301373	0.860275	2.54	0.0312	S
<i>Genotipo/Nunchi-2009A</i>	5	15.179015	3.035803	8.97	<.0001	As
<i>Genotipo/Nunchi-2009B</i>	5	12.753659	2.550732	7.53	<.0001	As
<i>Genotipo/Villavo-2009B</i>	5	15.505946	3.101189	9.16	<.0001	As
Error Experimental (<i>Genotipo×Rep/Localidad</i>)	135	45.7143350	0.3386247			
Total	215	234.3700180				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En la tabla 50, la prueba de comparación de medias de Tukey para los ambientes nos muestra las diferencias en el rendimiento (t/ha) promedio de todas las líneas en cada localidad, siendo Nunchia (2008 B), Aguazul (2009 A) y Nunchia (2009 B) los ambientes donde mejor expresaron los genotipos su potencial de rendimiento, lo que no ocurrió en Villavicencio (2009 B) donde las líneas presentaron un potencial de rendimiento muy bajo.

Los ambientes de Acacias (2009 A) – (2009 B), Granada (2009 B), Aguazul (2009 B) tuvieron un comportamiento similar.

Se puede formar un grupo de ambientes favorables en el cual el comportamiento de los genotipos es notablemente superior, son Nunchia (2008 B), Aguazul (2009 A) y Nunchia (2009 B).

El ambiente Villavicencio 2009 B es el más desfavorable por que ocurrieron altas temperaturas (35 °C) en las épocas de floración y llenado de grano.

Tabla 47. Rendimiento de los genotipos en distintas localidades.

<i>Grupo (Tukey)*</i>	<i>Media(Tn/ha)</i>	<i>N</i>	<i>Ambientes (localidades)</i>
A	5.6229	24	Nunchi-2008B
B A	5.4210	24	Aguazul-2009A
B A C	5.2832	24	Nunchi-2009B
B D C	4.8038	24	Acacias-2009A
D C	4.7357	24	Nunchi-2009A
D C	4.7241	24	Acacias-2009B
E D	4.4038	24	Granada-2009A
E D	4.1845	24	Aguazul-2009B
E	3.7776	24	Villavo-2009B

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

En la tabla 51, la prueba de separación de medias de Tukey para genotipos nos deja ver claramente la constitución de tres grupos diferenciados, el testigo FEDEARROZ 50 forma el grupo de mayor potencial de rendimiento, mientras las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML tienen un comportamiento estadísticamente igual al del testigo FEDEARROZ 50, mientras que los testigos CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 tienen un comportamiento en su potencial de rendimiento más bajo en comparación con las líneas a evaluar y el testigo FEDEARROZ 50.

Tabla 48. Comparación de medias de rendimiento entre los genotipos.

Grupo (Tukey)*		Media(Tn/ha)	N	Genotipos
	A	5.5314	36	FEDEARROZ 50
B	A	5.1910	36	FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML
B		4.9701	36	FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML
B		4.8957	36	FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML
	C	4.1720	36	CLEAR FIELD 205
	C	3.8776	36	ONLY RICE 370

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

Para el estudio de la interacción genotipo ambiente (Tabla 52) por medio de la prueba de Slice se pudo determinar que el comportamiento de las líneas en todos ambientes presentaron diferencias significativas en su comportamiento, este evento da lugar a que la interacción genotipo ambiente sea significativa.

Tabla 49. Análisis de varianza combinado y pruebas específicas de localidades dentro de genotipos.

Fuentes de variación	Gl	SC	CM	F	Pr ≤ 0	
Repeticiones/Localidad	27	12.72891280	0.47144121	1.39	0.1127	Ns
genotipo	5	70.80572135	14.16114427	41.82	<.0001	As
Genotipo*localidad	40	35.98463508	0.89961588	2.66	<.0001	As
Localidad/CLEAR FIELD 205	8	38.494420	4.811802	14.21	<.0001	As
Localidad/FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	8	16.235959	2.029495	5.99	<.0001	As
Localidad/FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	8	18.826623	2.353328	6.95	<.0001	As
Localidad/FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	8	7.911824	0.988978	2.92	0.0049	As
Localidad/FEDEARROZ 50	8	10.307041	1.288380	3.80	0.0005	As
Localidad/ONLY RICE 370	8	13.345181	1.668148	4.93	<.0001	As
Error Experimental (Genotipo x Rep/Localidad)	135	45.7143350	0.3386247			
Total	215	234.3700180				

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

En la tabla 53, la prueba de Slice nos deja ver que la respuesta de los genotipos fue significativamente diferente en cada uno de los ambientes.

Tabla 50. Descomposición de grados de libertad y suma de cuadrado de las localidades en cada genotipo.

<i>Genotipos</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>CLEAR FIELD 205</i>	8	38.494420	4.811802	14.21	<.0001	As*
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	8	16.235959	2.029495	5.99	<.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	8	18.826623	2.353328	6.95	<.0001	As
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	8	7.911824	0.988978	2.92	0.0049	As
<i>FEDEARROZ 50</i>	8	10.307041	1.288380	3.80	0.0005	As
<i>ONLY RICE 370</i>	8	13.345181	1.668148	4.93	<.0001	As

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 51. Comparación entre valores medios para rendimiento en genotipos de arroz.

<i>Contraste</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Testigos vs líneas</i>	1	13.06815981	13.06815981	38.59	<.0001	As
<i>Fed 50 vs líneas</i>	1	7.09139844	7.09139844	20.94	<.0001	As
<i>CLF205 vs líneas</i>	1	19.36770112	19.36770112	57.20	<.0001	As
<i>Only R370 vs líneas</i>	1	35.17257206	35.17257206	103.87	<.0001	As
<i>FCF99-15 vs FCF064</i>	1	0.09961491	0.09961491	0.29	0.5885	Ns
<i>FCF99-10 vs FCF064</i>	1	1.56953427	1.56953427	4.64	0.0331	As
<i>FCF99-15 vs FCF99-10</i>	1	0.87832933	0.87832933	2.59	0.1096	Ns
<i>Fed 50 vs CLF205</i>	1	33.26525210	33.26525210	98.24	<.0001	As
<i>CLF205 vs Only R370</i>	1	1.56013453	1.56013453	4.61	0.0336	As
<i>Fed 50 vs Only 370</i>	1	49.23347719	49.23347719	145.39	<.0001	As
<i>Test. vs líneas en Acacias09a</i>	1	0.66206464	0.66206464	1.96	0.1643	Ns
<i>Test. vs líneas en Acacias09b</i>	1	4.67372004	4.67372004	13.80	0.0003	As
<i>Test. vs líneas en Aguazul09a</i>	1	5.99614062	5.99614062	17.71	<.0001	As
<i>Test. vs líneas en Aguazul09b</i>	1	8.07393640	8.07393640	23.84	<.0001	As
<i>Test. vs líneas en Granada09b</i>	1	0.90675937	0.90675937	2.68	0.1041	Ns
<i>Test. vs líneas en Nunchi08b</i>	1	0.64979479	0.64979479	1.92	0.1683	Ns

<i>Contraste</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Test. vs líneas en Nunchi09a</i>	1	1.34462642	1.34462642	3.97	0.0483	As
<i>Test. vs líneas en Nunchi09b</i>	1	1.69601667	1.69601667	5.01	0.0269	As
<i>Test. vs líneas en Villavo09b</i>	1	0.00082838	0.00082838	0.00	0.9606	Ns

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

El promedio general de los testigos comparado con el promedio general de las líneas de prueba son contrastantes.

En los contrastes de cada uno de los testigos contra el promedio general de las líneas de prueba se encontraron diferencias para cada uno de estos.

Entre las comparaciones de las líneas de prueba tan solo se encontraron diferencias entre FCF99-10 y FCF064

En los contrastes entre los testigos se encontraron diferencias para cada comparación.

En Acacias 2009 B, Aguazul y Nunchia se encontraron diferencias entre los promedios generales de los testigos versus las líneas de prueba, y no para las demás comparaciones.

Las comparaciones entre valores medios de los distintos grupos, permitió evidenciar el comportamiento diferencial para el rendimiento (Tabla 51). Para el caso de las comparaciones entre testigos y el grupo de líneas en prueba, se encontraron diferencias estadísticas significativas en Acacias para el semestre 2009b, por su parte Aguazul, Nunchia, para los semestres 2009a y 2009b.

Otras comparaciones se destacan por su alto valor diferencial significativo como: testigos individuales Vs los genotipos Clearfield. Entre los genotipos comerciales y las líneas en prueba.

Tabla 52. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
Acacia/09/A	CLEAR FIELD 205	0.4420	0.1217	15	3.63	0.0025	Dunnett-Hsu	0.0102
Acacia/09/B	CLEAR FIELD 205	1.1648	0.2444	15	4.77	0.0003	Dunnett-Hsu	0.0011
Aguazu/09/A	CLEAR FIELD 205	1.3804	0.4552	15	3.03	0.0084	Dunnett	0.0330
Aguazu/09/B	CLEAR FIELD 205	1.4996	0.3136	15	4.78	0.0002	Dunnett-Hsu	0.0011
Nunchia/09/B	CLEAR FIELD 205	1.0738	0.2376	15	4.52	0.0004	Dunnett-Hsu	0.0018
Acacia/09/A	ONLY RICE 370	1.4808	0.1217	15	12.16	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Acacia/09/B	ONLY RICE 370	0.7843	0.2444	15	3.21	0.0059	Dunnett-Hsu	0.0234
Aguazu/09/A	ONLY RICE 370	1.9391	0.4552	15	4.26	0.0007	Dunnett	0.0029
Aguazu/09/B	ONLY RICE 370	0.9501	0.3136	15	3.03	0.0084	Dunnett-Hsu	0.0332
Nunchia/09/A	ONLY RICE 370	0.8805	0.2876	15	3.06	0.0079	Dunnett	0.0312
Nunchia/09/B	ONLY RICE 370	1.3937	0.2376	15	5.87	<.0001	Dunnett-Hsu	0.0001

Tabla 53. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
Acacia/09/A	CLEAR FIELD 205	0.5282	0.1217	15	4.34	0.0006	Dunnett-Hsu	0.0025
Acacia/09/B	CLEAR FIELD 205	1.3510	0.2444	15	5.53	<.0001	Dunnett-Hsu	0.0003
Aguazu/09/A	CLEAR FIELD 205	1.6011	0.4552	15	3.52	0.0031	Dunnett	0.0127
Aguazu/09/B	CLEAR FIELD 205	2.1208	0.3136	15	6.76	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Nunchia/09/A	CLEAR FIELD 205	1.4619	0.2876	15	5.08	0.0001	Dunnett	0.0006
Nunchia/09/B	CLEAR FIELD 205	1.1922	0.2376	15	5.02	0.0002	Dunnett-Hsu	0.0007
Acacia/09/A	ONLY RICE 370	1.5670	0.1217	15	12.87	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Acacia/09/B	ONLY RICE 370	0.9705	0.2444	15	3.97	0.0012	Dunnett-Hsu	0.0052
Aguazu/09/A	ONLY RICE 370	2.1599	0.4552	15	4.75	0.0003	Dunnett	0.0011
Aguazu/09/B	ONLY RICE 370	1.5713	0.3136	15	5.01	0.0002	Dunnett-Hsu	0.0007

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
Nunchia/09/A	ONLY RICE 370	1.9717	0.2876	15	6.86	<.0001	Dunnett	<.0001
Nunchia/09/B	ONLY RICE 370	1.5122	0.2376	15	6.37	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001

Tabla 54. Comparaciones significativas de la línea FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML a través de las diferentes localidades en la zona Llanos.

<i>Localidad</i>	<i>Testigo</i>	<i>Diferencia</i>	<i>StdErr</i>	<i>Gl</i>	<i>T</i>	<i>Prob T</i>	<i>Prueba</i>	<i>Prob Ajustada</i>
Acacia/09/B	CLEAR FIELD 205	1.8078	0.2444	15	7.40	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Aguazu/09/B	CLEAR FIELD 205	2.0448	0.3136	15	6.52	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Nunchia/09/A	CLEAR FIELD 205	0.8465	0.2876	15	2.94	0.0101	Dunnett	0.0392
Nunchia/09/B	CLEAR FIELD 205	0.8427	0.2376	15	3.55	0.0029	Dunnett-Hsu	0.0120
Villav/09/B	CLEAR FIELD 205	1.3595	0.3363	15	4.04	0.0011	Dunnett	0.0045
Acacia/09/A	ONLY RICE 370	1.1048	0.1217	15	9.08	<.0001	Dunnett-Hsu	<.0001
Acacia/09/B	ONLY RICE 370	1.4273	0.2444	15	5.84	<.0001	Dunnett-Hsu	0.0001
Aguazu/09/A	ONLY RICE 370	1.5855	0.4552	15	3.48	0.0033	Dunnett	0.0136
Aguazu/09/B	ONLY RICE 370	1.4953	0.3136	15	4.77	0.0002	Dunnett-Hsu	0.0011
Nunchia/09/A	ONLY RICE 370	1.3564	0.2876	15	4.72	0.0003	Dunnett	0.0012
Nunchia/09/B	ONLY RICE 370	1.1627	0.2376	15	4.89	0.0002	Dunnett-Hsu	0.0008

En las comparaciones con el testigo FEDEARROZ 50 no se encontró suficiente evidencia para declarar que estas líneas son diferentes con este testigo.

Tabla 55. Comparación de localidades en la zona Llanos.

<i>Contraste</i>	<i>Gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Acacias vs. Aguazul</i>	1	0.03608169	0.03608169	0.08	0.7842	Ns
<i>Acacias vs. Granada</i>	1	2.07607514	2.07607514	4.40	0.0454	**
<i>Acacias vs. Nunchia</i>	1	5.83044310	5.83044310	12.37	0.0016	**
<i>Acacias vs. Villavo</i>	1	15.56585895	15.56585895	33.02	<.0001	***
<i>Granada vs. Villavo</i>	1	4.70439019	4.70439019	9.98	0.0039	**

<i>Contraste</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr > F</i>	
<i>Nunchia vs. Villavo</i>	1	37.13218993	37.13218993	78.76	<.0001	***
<i>Aguazul vs. Villavo</i>	1	16.81372437	16.81372437	35.66	<.0001	***

En los contrastes entre los diferentes ambientes tan solo se encontraron diferencias entre los promedios de Acacias versus Aguazul.

4.3.2 Estudio de la Interacción Genotipo x ambiente

De acuerdo al índice ambiental (Tabla 56) los ambientes de Acacia/09/A, Aguazu/09/A, Nunchia/08/B y Nunchia/09/B presentan rendimientos (t/ha) por encima del promedio general que las otras localidades, observando que en Nunchia/08/B el rendimiento estuvo por arriba de 0.8 toneladas / hectárea del promedio general (4.77 t/ha).

Tabla 56. Índice ambiental localidades.

<i>Localidad</i>	<i>I (Índice Ambiental)</i>
<i>Acacias-2009A</i>	0.0309
<i>Acacias-2009B</i>	-0.0488
<i>Aguazul-2009A</i>	0.6481
<i>Aguazul-2009B</i>	-0.5885
<i>Granada-2009A</i>	-0.3692
<i>Nunchi-2008B</i>	0.8499
<i>Nunchi-2009A</i>	-0.0373
<i>Nunchi-2009B</i>	0.5102
<i>Villavo-2009B</i>	-0.9953

Nunchia es el ambiente que presenta el mejor comportamiento de los genotipos evaluados.

Tabla 57. Parámetros estabilidad obtenidos por la metodología de Eberhart y Russell.

<i>Genotipos</i>	<i>Coefficiente de regresión (b)</i>			<i>Significado</i>
<i>CLEARFIELD205</i>	1.622	0.292	0.085	Mejor respuesta en ambientes favorable pero poco predecibles
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	1.105	0.078	0.006	
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M</i>	1.160	0.118	0.014	
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M</i>	0.617	0.126	0.016	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y poco predecibles
<i>FEDEARROZ50</i>	0.610	0.215	0.046	
<i>ONLYRICE370</i>	0.885	0.155	0.024	

4.3.3 Análisis multivariado

En la figura 7, se muestra la distribución de los diferentes ambientes y la de los genotipos, la que fue obtenida aplicando un análisis de componentes principales (ACP) que se basa en la descomposición de los valores singulares (DSV) de una matriz, las nuevas componentes explican el 76.13 % de la varianza total.

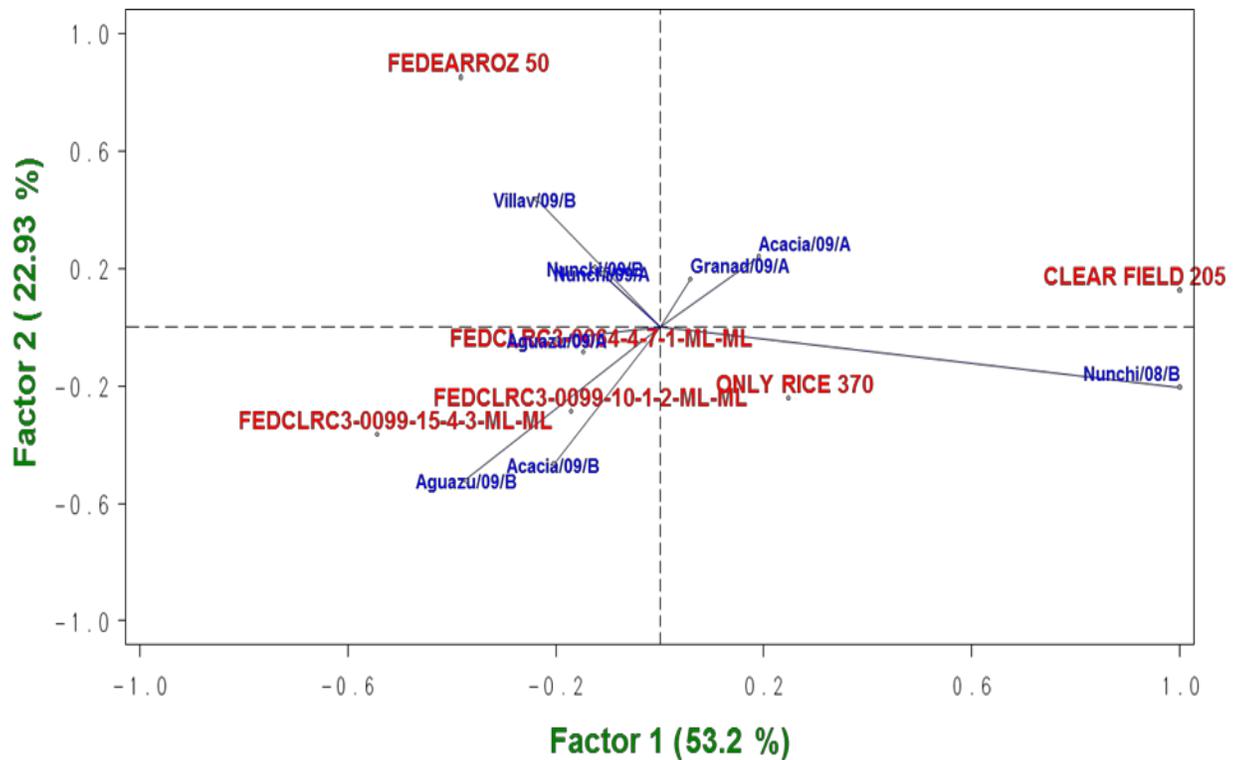


Figura 7. Representación gráfica de la contribución de los genotipos y de los ambientes para la interacción relativa de los dos primeros ejes del ACP.

Las variedades ONLY RICE 370 (testigo) y CLEAR FIELD 205 (testigo) mostraron adaptabilidad e interacción positiva con el ambiente Nunchia 2008 B, indicando una adaptación específica a este ambiente.

La línea FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, se adapta mejor en Aguazul 2009 A.

Las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-M, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-M presentaron mejor adaptabilidad en los ambientes Aguazul 2009 B y Acacias 2009 B.

La variedad Fedearroz 50 (testigo) presenta buena adaptación en Villavicencio 2009 B.

4.3.4 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (figura 8) basado en la matriz de rendimiento de las líneas a través de las localidades formó cuatro grupos bien diferenciados, donde las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML y fueron las líneas con mayor rendimiento promedio (5.0 t/ha). El testigo FEDEARROZ 50 formó un grupo unitario, diferenciándose de los demás por tener el mejor rendimiento (5.53 t/ha), mientras que CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 también conformaron grupos unitarios con rendimientos similares de 4.1 t/ha y 3.87 t/ha respectivamente, y que corresponden a los promedios más bajos para esta zona.

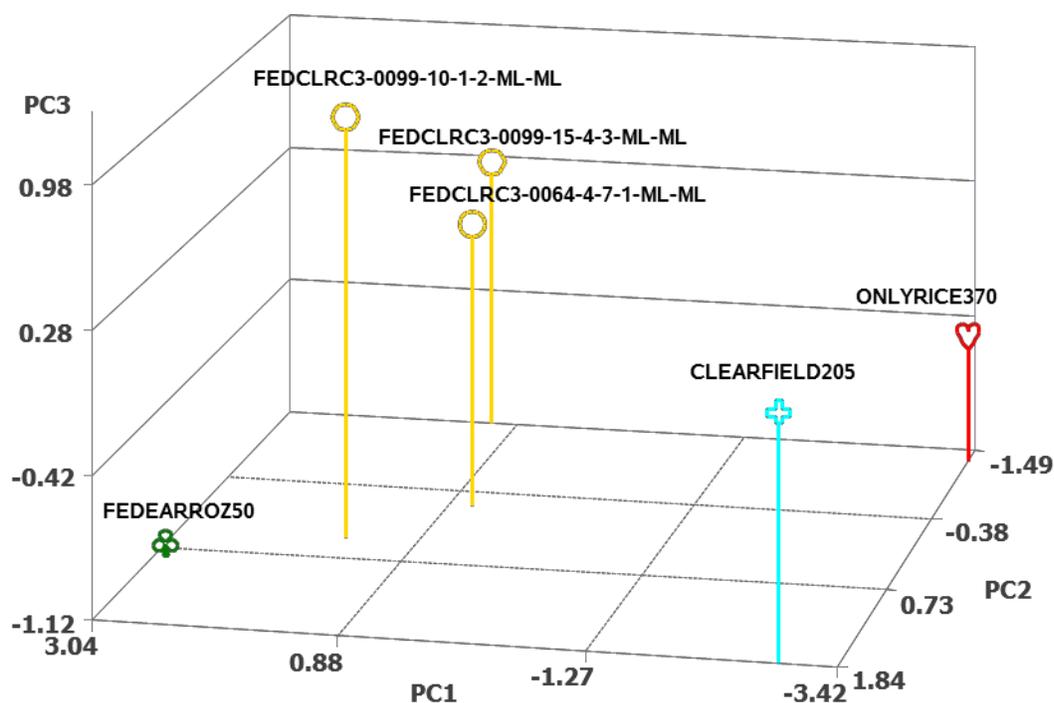


Figura 8. Representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP) para la variable rendimiento (t/ha).

4.3.5 Variables relacionadas con calidad

Según el análisis de varianza combinado la fuente de variación genotipo, ambientes (loc) e interacción genotipo-ambiente presentan diferencias altamente significativas para todos los parámetros de calidad (Tabla 58).

Tabla 58. Análisis de varianza la fuente de variación.

Fuente de Variación	GL	RDTO. MOLINO		INDICE DE PILADA		GRANO PARTIDO		CENTRO BLANCO		YESADO	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
<i>Model</i>	80	67.56535	**	23772.555	**	525.5775	**	298.3998	**	969.5159	**
<i>rep</i>	3	2.851775	ns	8.30535	ns	8.6014	ns	0.29889	ns	214.6945	ns
<i>loc rep(loc)</i>	8	620.6962	**	2250.3709	**	4215.363	**	1782.548	**	1273.928	**
<i>genotipo</i>	24	4.727782	**	41.06619	ns	38.88071	ns	18.59528	ns	70.54959	ns
<i>genotipo*loc</i>	5	34.68594	**	528.57782	**	932.1123	**	1234.59	**	10658.7	**
<i>Error</i>	40	3.605164	**	52.90487	**	67.59489	**	74.78657	**	293.4762	**
	135	1.619373		30.08843		33.55823		15.28857		132.1888	
PROMEDIO		67.0412		52.3838		21.3662		14.35		18.3662	
CV		1.898155		10.47135		27.11266		27.2478		62.60053	

*As=altamente significativo; Ns=no significativo; S=significativo

Tabla 59. Prueba de medias entre genotipos para variables de calidad molinera.

Genotipo	Rendimiento Molino		Índice de Pilada		Grano Partido		Centro Blanco		Grano Yesado	
	Media		Media		Media		Media		Media	
<i>CLEAR FIELD 205</i>	67.047	bc	50.586	b	23.911	b	23.878	a	17.183	b
<i>FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML</i>	67.569	ab	54.492	a	17.172	c	7.881	e	7.589	c
<i>FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML</i>	68.256	a	55.267	a	18.817	c	13.478	c	11.025	bc
<i>FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML</i>	67.342	bc	54.819	a	18.447	c	12.544	cd	9.889	bc
<i>FEDEARROZ 50</i>	66.678	c	53.792	ab	19.222	c	9.992	de	11.625	bc
<i>ONLY RICE 370</i>	65.356	d	45.347	c	30.628	a	18.328	b	52.886	a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si (P≥0.05) prueba de TUKEY

4.3.5.1 Grano Yesado

El análisis de varianza por ambiente para esta característica de calidad reportó diferencias estadísticas en los genotipos evaluados en todos los ambientes, excepto en Aguazul (2009 A).

En general las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML presentaron índices superiores a la norma básica de calidad (7%) en la mayoría de los ambientes, con excepción de Nunchia (2009 A) y Villavicencio (2009 B) donde estas líneas presentaron los índices de grano yesado más bajos (Tabla 60).

El testigo ONLY RICE 370 presentó niveles superiores al 40% de grano yesado a través de todos los ambientes de prueba, con excepción de Nunchia (2009) donde apenas llegó a un 6%.

El análisis combinado reportó diferencias significativas para la interacción genotipo-ambiente (Tabla 58).

Tabla 60. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para grano Yesado.

GENOTIPO	ACACIAS 2009 A	ACACIAS 2009 B	AGUAZ UL 2009 A	AGUAZ UL 2009 B	GRANADA 2009 A	NUNCH I 2008 B	NUNCH I 2009 A	NUNCHI 2009 B	VILLAVICENCIO 2009 B
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	23.40 b	11.00 d	42.00 a	10.18 b	13.30 b	11.35 b	19.78 b	1.65 b	22.00 ab
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	4.40 b	14.60 bc	11.78 a	6.10 b	11.78 b	8.45 b	8.80 b	0.48 b	1.93 b
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	6.50 b	15.60 b	21.98 a	10.20 b	16.90 b	14.98 b	9.60 b	0.88 b	2.60 b
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	6.95 b	14.00 bc	15.85 a	9.20 b	13.30 b	13.25 b	12.38 b	0.68 b	3.40 b
FEDEARROZ 50	5.43 b	12.20 cd	34.38 a	8.60 b	11.83 b	12.75 b	7.35 b	0.70 b	11.40 ab
ONLY RICE 370	68.35 a	56.60 a	47.90 a	65.40 a	64.45 a	54.13 a	65.30 a	6.23 a	47.63 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.3.5.2 Centro Blanco

El análisis de varianza mostro diferencias significativas entre genotipos en todos los ambientes.

Las líneas FEDCLRC3 presentaron bajos porcentajes de centro blanco en los ambientes de Acacias, Aguazul, Nunchia y Villavicencio en el 2009 B (Tabla 61).

Las líneas testigo ONLY RICE 370 y CLEAR FIELD 205 muestran porcentajes altos de este limitante de calidad en la mayoría de los ambientes (Tabla 61).

El análisis combinado para este parámetro de calidad arrojó diferencias significativas para interacción genotipo-ambiente (Tabla 58).

Tabla 61. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para centro blanco.

GENOTIPO	ACACIAS 2009 A	ACACIAS 2009 B	AGUAZUL 2009 A	AGUAZUL 2009 B	GRANADA 2009 A	NUNCHI 2008 B	NUNCHI 2009 A	NUNCHI 2009 B	VILLAVICENCIO 2009 B
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	29.45 a	13.60 a	42.90 a	27.00 a	36.85 a	17.93 b	33.50 a	1.48 a	12.20 a
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	8.73 c	4.80 b	15.48 b	4.20 c	15.65 d	10.00 c	8.83 c	0.65 b	2.60 c
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	16.75 b	7.20 b	22.25 b	7.60 bc	35.05 ab	10.65 c	19.20 bc	0.58 b	2.03 c
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	19.00 b	6.60 b	24.23 b	7.80 bc	23.90 bcd	9.55 c	18.05 bc	0.38 b	3.40 c
FEDEARROZ 50	15.60 b	7.00 b	14.95 b	3.28 c	20.50 cd	10.40 c	12.30 bc	0.30 b	5.60 bc
ONLY RICE 370	25.63 a	13.80 a	20.90 b	13.80 b	31.55 abc	25.30 a	22.75 ab	1.43 a	9.80 ab

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.3.5.3 Grano Partido

En general todos los genotipos presentaron niveles de grano partido por arriba de la norma de calidad, en la mayoría de ambientes, tan solo en Nunchia 2008 A y Nunchia 2009 B fueron bajos (Tabla 62).

El análisis combinado reporta que hubo interacción genotipo – ambiente para este parámetro de calidad (Tabla 58).

Tabla 62. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para grano partido.

GENOTIPO	ACACIAS 2009 A	ACACIAS 2009 B	AGUAZUL 2009 A	AGUAZUL 2009 B	GRANADA 2009 A	NUNCHIA 2008 B	NUNCHIA 2009 A	NUNCHIA 2009 B	VILLAVICENCIO 2009 B
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	25.48 b	14.35 b	28.63 ab	20.85 b	35.73 ab	12.25 b	55.15 a	6.50 a	16.28 a
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	17.33 c	15.13 b	17.43 b	10.18 c	25.85 b	6.50 c	45.28 a	2.25 b	14.63 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	18.23 c	12.73 b	16.35 b	13.70 c	32.75 b	6.50 c	48.58 a	3.13 b	17.40 a
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	18.20 c	14.00 b	21.33 b	13.35 c	28.23 b	6.25 c	44.98 a	3.25 b	16.45 a
FEDEARROZ 50	20.78 bc	15.15 b	24.58 ab	21.38 b	28.70 b	7.25 c	34.05 a	2.63 b	18.50 a
ONLY RICE 370	35.83 a	19.85 a	34.38 a	35.10 a	48.33 a	15.50 a	62.73 a	5.13 a	18.83 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.3.5.4 Rendimiento de Molino

El análisis de varianza por localidad reportó que tan solo no hubo diferencias significativas entre los genotipos en las localidades de Nunchia (2009 B) y Villavicencio (2009 B) (Tabla 63).

En general el rendimiento de molino para todos los genotipos fue bueno en la mayoría de ambientes, 70% aproximadamente, con excepción de Acacias (2009 B), Aguazul (2009 B) y Villavicencio (2009 B) donde las líneas apenas llegaron a un 60% (Tabla 63).

El análisis combinado encontró que hay interacción genotipo-ambiente para este parámetro de calidad (Tabla 58).

Tabla 63. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para rendimiento de molino.

GENOTIPO	ACACIAS 2009 A	ACACIAS 2009 B	AGUAZU L 2009 A	AGUAZUL 2009 B	GRANAD A 2009 A	NUNCHI 2008 B	NUNCHI 2009 A	NUNCH I 2009 B	VILLAVI CENCIO 2009 B
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	69.35 a	59.53 b	73.30 ab	61.60 cd	68.08 a	72.75 a	67.80 ab	72.13 a	58.90 a
FEDCLRC3- 0064-4-7-1-ML- ML	69.85 a	61.03 ab	74.03 ab	65.78 a	66.28 ab	72.00 ab	67.08 ab	72.25 a	59.85 a
FEDCLRC3- 0099-10-1-2- ML-ML	70.78 a	61.88 a	75.63 a	63.55 abc	67.88 a	71.75 ab	70.25 a	72.38 a	60.23 a
FEDCLRC3- 0099-15-4-3- ML-ML	69.85 a	60.20 ab	74.00 ab	63.98 ab	66.18 ab	72.00 ab	68.03 ab	71.50 a	60.35 a
FEDEARROZ 50	68.98 ab	59.68 b	73.58 ab	61.25 d	65.78 ab	70.75 bc	69.05 a	72.00 a	59.05 a
ONLY RICE 370	66.70 b	59.88 b	69.93 b	62.23 bcd	64.05 b	69.75 c	65.50 b	71.25 a	58.93 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre sí ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.3.5.5 Índice de Pilada

Los ambientes de Nunchia (2008 A), Nunchia (2009 A) y Villavicencio (2009 A) no mostraron diferencias para genotipos.

Las líneas FEDCLRC3 tuvieron un índice de pilada aceptable en los ambientes de Aguazul (2009 A), Nunchia (2008 B) y Nunchia (2009 B) (Tabla 64).

Los testigos CLEAR FIELD 205 y ONLY RICE 370 estuvieron por debajo del parámetro de aceptación (60%) para índice de pilada en la mayoría de las localidades (Tabla 64).

El análisis combinado reporta que hay interacción genotipo-ambiente para este parámetro de calidad (Tabla 58).

Tabla 64. Comparación de medias entre genotipos evaluados en ambientes de la zona Llanos, para índice de pilada.

GENOTIPO	ACACIAS 2009 A	ACACIAS 2009 B	AGUAZU L 2009 A	AGUAZ UL 2009 B	GRANAD A 2009 A	NUNCH I 2008 B	NUNCH I 2009 A	NUNCHI 2009 B	VILLAVI CENCIO 2009 B
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
CLEAR FIELD 205	51.70 c	50.95 b	52.38 ab	48.78 b	43.83 ab	63.75 a	30.30 a	65.63 bc	47.98 a
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	57.73 a	51.78 ab	61.10 a	58.95 a	49.18 a	54.00 a	36.63 a	70.00 a	51.08 a
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	57.83 a	53.98 a	63.23 a	54.83 a	45.55 a	67.00 a	36.18 a	69.13 a	49.70 a
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	57.13 a	51.75 ab	58.20 ab	55.40 a	47.48 a	67.25 a	37.40 a	68.38 ab	50.40 a
FEDEARROZ 50	54.63 ^a b	50.60 b	54.63 ab	48.23 b	47.00 a	65.75 a	45.45 a	69.50 a	48.35 a
ONLY RICE 370	42.78 b	47.98 c	46.10 b	40.40 c	33.18 b	59.50 a	24.33 a	66.13 c	47.75 a

*Medias seguidas por la misma letra en la misma fila no difieren entre si ($P \geq 0.05$) prueba de TUKEY

4.3.6 Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios

Las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML y FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML, fueron sometidas a condiciones de presión de vectores y virus en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Para VHB se probaron 500 plantas por semestre, presentando calificaciones que oscilaron entre 11 y 30% en 2008B y la máxima presentada en 2009A fue de 10%, superando en los dos años de evaluación a FEDEARROZ 50. Para daño mecánico se efectuaron 3 repeticiones, los cuales presentaron pocas plantas con sintomatología y daño muy escaso en FEDEARROZ 50 y FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML (Tabla 65).

Tabla 65. Evaluación fitosanitaria de los diferentes materiales.

LINEA O VARIEDAD	VHB (CIAT)		EVALUACION DAÑO MECANIC			
			REP 1		REP 2	
	SEM 08 B	SEM 09 A	# PLANTAS DAÑO	# PLANTAS DAÑO	#	#
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	11-30%	1-10%	0/10	NO	4/10	ESCASO
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	1-10%	1-10%	0/10	NO	0/10	NO
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	1-10%	1-10%	0/10	NO	0/10	NO
FEDEARROZ 50	31-60%	31-60%	0/10	NO	2/10	ESCASO

No se reportaron valores de enfermedad para la variable de Virus de Hoja Blanca en campo.

- **Rhizoctonia**

Las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML y FEDEARROZ 50 acumularon más del 60% en incidencias menores del 30%. Los testigos CLEARFIELD 205 Y ONLY RICE 370, presentaron valores de incidencia mayores del 65% con frecuencias superiores al 20% en este rango (Tabla 67).

Tabla 66. Frecuencia relativa para severidad de *Rhizoctonia*.

GENOTIPO	RHIZOCTONIA					
	0%	<20%	20-30%	31-45%	46-65%	66-100%
CLEAR FIELD 205	0.16	0.19	0.28	0.16	0.16	0.06
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.13	0.31	0.25	0.31	0.00	0.00
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.16	0.34	0.28	0.19	0.03	0.00
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.09	0.41	0.25	0.25	0.00	0.00
FEDEARROZ 50	0.19	0.34	0.13	0.28	0.03	0.03
ONLY RICE 370	0.13	0.19	0.28	0.19	0.19	0.03

- **Sarocladium**

Las líneas FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML y FEDEARROZ 50 muestran una frecuencia

acumulada superior al 70% en valores de incidencia de la enfermedad menores al 5%, caso contrario sucedió con las líneas testigos CLEARFIELD 205 Y ONLY RICE 370 que presentaron frecuencias mayores del 15% en incidencias superiores al 25% (Tabla 69).

Tabla 67. Frecuencia relativa para severidad de *Sarocladium*.

GENOTIPO	SAROCLADIUM					
	0%	<1%	1-5%	6-25%	26-50%	51-100%
CLEAR FIELD 205	0.08	0.08	0.31	0.38	0.15	0.00
FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML	0.04	0.35	0.42	0.12	0.08	0.00
FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML	0.20	0.28	0.24	0.28	0.00	0.00
FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML-ML	0.12	0.35	0.38	0.15	0.00	0.00
FEDEARROZ 50	0.12	0.24	0.44	0.20	0.00	0.00
ONLY RICE 370	0.08	0.08	0.17	0.42	0.21	0.04

5. CONCLUSIONES

Se determinaron efectos diferenciales en la expresión del rendimiento como consecuencia de los distintos genotipos y localidades estudiadas, así como su interacción, donde los mejores efectos positivos de interacción se consiguieron en las localidades de Fonseca (zona Norte), Ibagué (zona Centro) y Nunchia (zona Llanos) con rendimientos promedio de 3.3081 t/ha, 1.4087 t/ha, y 0.8499 t/ha respectivamente.

El análisis de componentes principales basado en la matriz de rendimiento de las líneas a través de las localidades permitió establecer grupos bien diferenciados. Las líneas FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML fueron las de mayor rendimiento promedio (5.4 t/ha).

Las variables de calidad evaluadas grano yesado, centro blanco, grano partido, rendimiento de molino e índice de pilada, mostraron variación asociada al ambiente y genotipos evaluados. Los mejores resultados se obtuvieron en las tres líneas (FEDCLRC3-0099-10-1-2-ML-ML, FEDCLRC3-0064-4-7-1-ML-ML, FEDCLRC3-0099-15-4-3-ML).

Todos los genotipos presentaron valores de cero para las variables de Entorchamiento, virus de la Hoja blanca (VHB), Daño mecánico de *Tagosodes*, *Piricularia* en hoja y *Piricularia* en cuello.

La severidad de enfermedades como escaldado, manchado del grano, *Rhizoctonia*, *Sarocladium*, pudrición café, *Helminthosporium* panícula – hoja y Cercosporiosis, presento resultados positivos, los cuales en general para las líneas evaluadas estuvieron entre el 0 – 1%.

6. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, M. A., & Castrillo, W. A. (Junio de 2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170.
- BASF. (Diciembre de 2000). <http://www.magrama.gob.es>. Recuperado el 14 de Junio de 2012, de http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2000_120_34_35.pdf
- Cardenas, R., S, M., Polon, R., Perez, N., Cristo, E, . . . Hernandez, J. (2010). Relación entre la incidencia de la piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el complejo agroindustrial arrocero los palacios. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 14-18.
- CIAT. (2012). Proyecto DAPA. Sistema de Informacion Geografica - CIAT. Colombia.
- Craigsmiles, J. P. (1978). Red Rice: research and control. *Texas Agric.*, 1270.
- DANE. (11 de Agosto de 2011). Encuesta Nacional de Arroz, Primer semestre 2011.
- Delouche, J. C., Burgos, N. R., Gealy, D. R., Zorrilla de San Martin, G., Labrada, R., Larinde, M., & Rosell, C. (2007). <ftp://ftp.fao.org>. Recuperado el 12 de Julio de 2012, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1023s/a1023s.pdf>
- Eberhart, A., & Russell, W. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 36-40.
- Echevarría, A., Cruz, A., Pérez, N., Cardenas, R., Rivero, D., & Fabr e, L. (2010). Respuesta de 18 Líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) ante la piriculariosis en la época poco lluviosa. *Cultivos Tropicales*, 31(2), 17-20.
- FAO. (Julio de 2001). <http://www.fao.org>. Recuperado el 12 de Julio de 2012, de <http://www.fao.org/docrep/014/am721e/am721e00.pdf>
- FEDEARROZ. (2008) Datos edafoclimaticos. Datos internos - Fedearroz. Colombia.
- FEDEARROZ. (Febrero de 2008). <http://www.fedearroz.com.co>. Recuperado el 18 de Junio de 2012, de http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Censo%20III%20-%20Libro%20General%2006%20marzo%202008.pdf

- FEDEARROZ. (2009) Datos edafoclimaticos. Datos internos - Fedearroz. Colombia.
- FEDEARROZ. (2010) Datos edafoclimaticos. Datos internos - Fedearroz. Colombia.
- Garcia de la Osa, j. G., & Rivero, L. E. (1999). El arroz rojo. Estudios y perspectivas de su manejo en la produccion arroceras cubana. *FAO 1999 - ROMA*, 25-31.
- IRRI. (Noviembre de 2002). <http://www.knowledgebank.irri.org>. Recuperado el 19 de Junio de 2012, de <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/print-versionses.html>
- Martinez, H. J., & Acevedo, X. (Marzo de 2005). <http://www.agronet.gov.co>. Recuperado el 12 de Marzo de 2012, de http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112141728_caracterizacion_arroz.pdf
- Mendez, P. (2 de Febro de 2010). Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.agro-alimentarias.coop>: <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/02762.pdf>
- Meneses, R., Reyes, L., Calvert, L., Triana, M., Cuervo, M., & Duque, M. (2005). Identificación de posibles biotipos de *Tagosodes orizicolus* en diferentes zonas arroceras de Colombia. *Manejo Integrado de plagas y Agroecologia*(74), 52-58.
- Pazos, F. (Junio de 2007). <http://www.rapaluruquay.org>. Recuperado el 25 de Julio de 2012, de <http://www.rapaluruquay.org/Clearfield.pdf>
- Pieters, A., Graterol, E., Reyes, E., Alvarez, R., & Gonzalez, A. (2011). Cincuenta años de mejoramiento genético del arroz en Venezuela. ¿Qué se ha logrado? *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 36(12), 943-948.
- Polanco, R., Hernandez, F., & Reyes, H. (2010). IACuba 39: Nueva variedad de arroz, para las condiciones de secano favorecido. *Revista Infociencia*, 14(3).
- Puentes, B., & Garcia, J. (Abril de 2009). <http://www.fedearroz.com.co>. (Fedearroz, Ed.) *Revista Arroz*, 57(479), 38-44.
- Rivas, A. (18 de 9 de 2008). <http://www.monografias.com>. Recuperado el 18 de 4 de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/arroz-nicaragua/arroz-nicaragua.pdf>

- Roberts, T. R., Norman, R. J., Slaton, N. A., Wilson, C. E., Shafer, J., Williamson, S. M., . . . Branson, J. .. (2012). Grain Yield Response of the Clearfield Rice Cultivars CL111, CL142AR, CL181AR, and CL261 Compared to Taggart at a High Native Nitrogen Site. (R. J. Norman, & K. A. Moldenhauer, Edits.) *Rice Research Studies* 2011(600), 403.
- Rodríguez, R., García de la Osa, J., & Valle, J. (2010). Comportamiento del rendimiento en seis materiales de arroz de ciclo corto frente a las enfermedades fungosas. *Revista Infociencia*, 14(1).
- U of A, U. o. (Enero de 2003). <http://www.aragriculture.org>. Recuperado el 16 de Junio de 2012, de <http://www.aragriculture.org/crops/rice/Publications/clearfield.pdf>
- Valerio, J., & Eloy, M. (Junio de 2012). Evaluación de una fuente de enmienda líquida en el rendimiento del arroz en un ultisol de la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 36(1), 89-96.
- Vivas, L., Astudillo, D., & Poleo, J. (Diciembre de 2009). Monitoreo de Tagosodes orizicolus M. e incidencia del virus De la hoja blanca "VHB" en el cultivo de arroz En calabozo, estado guárico, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 59(4), 457-467.
- Zeledon, M., Barboza, R., & Cruz, M. (2007). Efecto del beneficiado de mezclas de variedades de arroz sobre variables de rendimiento molinero. *Agronomía mesoamericana*, 18(1), 103-107.