

Evaluación agronómica de cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) frente a tres testigos comerciales en la vereda el Juncal del municipio de Palermo Huila, en el periodo agrícola 2017-A.

Arfair Clavijo Barreiro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente-ECAPMA

Programa de agronomía

Neiva

2022

Evaluación agronómica de cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) frente a tres testigos comerciales en la vereda el Juncal del municipio de Palermo Huila, en el periodo agrícola 2017-A.

Arfair Clavijo Barreiro

Trabajo para optar el título de Agrónomo

Director:

Guillermo Caicedo Díaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y del medio ambiente-ECAPMA

Programa de agronomía

Neiva

2022

Dedicatoria

A Dios por ser el centro de mi vida y darme salud, sabiduría y fortaleza para soñar.

A mis padres Pedro Nel (q.e.p.d.) y Ana Rita por darme la mejor herencia de la vida “El Estudio” a quienes agradezco por su inmenso amor, apoyo incondicional, paciencia y esfuerzo y a mis hermanos por brindarme su confianza y apoyo.

A mi esposa Aracely Tapia Narváez, por darme todo su apoyo, amor y fuerza incondicional para salir adelante.

A mis hijos Andrés Felipe, Alexandra, María Lensiska y mi nieta María José, por apoyarme y colaborarme en todo momento y estar siempre a mi lado.

Agradecimientos

A la empresa Semillas del Huila S.A, liderada por la Doctora Mónica Adriana Segovia Romero por su apoyo financiero, logístico y de infraestructura.

Al Doctor José Alejandro Vargas Martínez, director del Centro de Investigación de Semillas del Huila S.A, por su orientación, ayuda técnica y a su personal técnico y de campo.

Al Ingeniero Guillermo Caicedo Díaz, director de tesis, por su orientación en la elaboración y desarrollo del proyecto.

Al ingeniero Agrónomo Fernando Mirques, por su asesoría y orientación en el desarrollo del proyecto.

Resumen

El presente trabajo investigativo se realizó en el centro experimental de la empresa Semillas del Huila S.A, ubicado en la vereda el Juncal, del municipio de Palermo, departamento del Huila. En dicha vereda se encuentra ubicada la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal “ASOJUNCAL”, con un área aproximada de 3.100 ha, dedicadas en su mayoría a la siembra de arroz.

El cultivo de arroz en la zona, no es competitivo, especialmente por los bajos rendimientos, por la presencia de nuevas plagas y enfermedades, por la baja calidad del grano, por los altos costos de producción y especialmente por la falta de adaptación de las variedades comerciales al cambio climático.

Por tal motivo la finalidad de la investigación, consistió en evaluar las características agronómicas de las líneas promisorias de arroz SH101-1-N1-2-2-M, SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML y compararlas con las variedades comerciales coprosem 304, fedearroz 60 y fedearroz 2000, correspondientes a los genotipos más sembrados en la zona de estudio.

El diseño de campo utilizado fue el de bloques completos al azar con siete tratamientos: cuatro líneas promisorias y tres variedades comerciales como testigos, con cuatro repeticiones.

Con los datos obtenidos se realizó análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de comparación de medias para las características: floración, días a cosecha, altura de planta, panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, granos llenos, espiguillas por panícula, peso de 1000 granos, vaneamiento, rendimiento de molino, índice de pilada, porcentaje de grano partido, grano con centro blanco, grano yesado y rendimiento de grano al 14 por ciento de humedad. para lo anterior, se utilizó el paquete estadístico de Infostat, versión 1.0 (2008).

En relación a las enfermedades se realizó análisis de frecuencia para cada genotipo, estimándose la incidencia de cada genotipo según escala del sistema de evaluación estándar del IRRI-CIAT, (2002).

Los resultados de la Prueba, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de las características evaluadas de los genotipos SH111-1-N3-2-2-2-MC, SH108-2-N11-1-1-MC, SH101-1-N1-2-2-M y SH117-1-N9-1-1-1-ML, indicando que tienen un comportamiento diferente al de las variedades Coprosem 304, fedearroz 60 y fedearroz 2000 en la zona de estudio. Sus altos rendimientos con 6.580, 6.338, 5.530 y 5286 kg respectivamente, reflejan su buen potencial genético para asumir que los materiales evaluados pueden avanzar a una fase de evaluación semicomercial.

Palabras claves: Líneas promisorias, características, genotipos, enfermedades, rendimiento, calidad.

Abstract

The present investigative work was carried out in the experimental center of the company Semillas del Huila S.A, located in the village of Juncal, in the municipality of Palermo, department of Huila. In this village is located the association of users of the medium-scale land adaptation district el juncal "ASOJUNCAL", with an approximate area of 3,100 ha, dedicated mostly to rice planting.

Rice cultivation in the area is not competitive, especially due to low yields, the presence of new pests and diseases, the low quality of the grain, the high production costs and especially due to the lack of adaptation of the varieties. business to climate change.

For this reason, the purpose of the research was to evaluate the agronomic characteristics of the promising rice lines SH101-1-N1-2-2-M, SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3 -2-2-2-MC and SH117-1-N9-1-1-1-ML and compare them with the commercial varieties coprosem 304, fedearroz 60 and fedearroz 2000, corresponding to the most planted genotypes in the study area.

The field design used was a randomized complete block design with seven treatments: four promising lines and three commercial varieties as controls, with four replications.

With the data obtained, an analysis of variance (ANOVA) was performed with comparison tests of means for the characteristics: flowering, days to harvest, plant height, panicles per square meter, panicle length, full grains, spikelets per panicle, weight of 1000 grains, drainage, mill yield, pile index, percentage of broken grain, white center grain, chalked grain, and grain yield at 14 percent moisture. For this, the Infostat statistical package, version 1.0 (2008), was used.

In relation to the diseases, frequency analysis was carried out for each genotype, estimating the incidence of each genotype according to the scale of the standard evaluation system of IRRI-CIAT, (2002).

The results of the Test showed highly significant statistical differences for the averages of the evaluated characteristics of the genotypes SH111-1-N3-2-2-2-MC, SH108-2-N11-1-1-MC, SH101-1 -N1-2-2-M and SH117-1-N9-1-1-1-ML, indicating that they have a different behavior than the varieties Coprosem 304, fedearroz 60 and fedearroz 2000 in the study area. Their high yields with 6,580, 6,338, 5,530 and 5,286 kg respectively, reflect their good genetic potential to assume that the evaluated materials can advance to a semi-commercial evaluation phase.

Keywords: Promising lines, characteristics, genotypes, diseases, yield, quality.

Introducción

El arroz (*Oryza sativa L.*) es uno de los cereales más utilizados en la alimentación del ser humano y proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. El 75% de la población mundial lo incluye en su dieta alimentaria diaria y puede superar, en algunos casos, el consumo de otros cereales como el maíz y el trigo.

En Colombia, el arroz ocupa el primer lugar en términos de valor económico entre los cultivos de ciclo corto. Es el segundo país productor de arroz de América Latina y del Caribe con una superficie sembrada semestral de 437.481 hectáreas y una productividad de 2.099,195 toneladas para el 2010 (Fedearroz, 2011).

Durante el calendario agrícola del año 2016, se sembraron en Colombia 570.802 hectáreas de arroz, las cuales produjeron 2.971.975 toneladas de arroz paddy verde, con un rendimiento promedio de 5.7 toneladas por hectárea y el Huila fue el departamento con mayor área sembrada con 19.759 hectáreas, presentando el mayor rendimiento con 7.8 toneladas por hectárea.

El municipio de Palermo, es el segundo productor de arroz mecanizado en el Huila, después de Campoalegre, cuyo cultivo es el principal producto agrícola, cultivándose alrededor de unas 8.341 hectáreas semestralmente, con unos rendimientos promedio de 7.2 ton/ha. y que abarca las veredas El Juncal, Porvenir, la Orquídea, Amborco, Betania y san Francisco.

En la vereda el Juncal, se cultivan alrededor de unas 3.100 hectáreas de este cereal semestralmente, que a partir del segundo semestre del 2009, sus rendimientos se han visto reducidos en más de una tonelada de grano, debido principalmente al cambio climático que ha generado temperaturas extremas que afectan la fisiología de la planta, ocasionando problemas en el llenado del grano, que sumado a la escases de agua y la baja en el precio de la carga ha

generado consecuencias graves para los agricultores, quienes han tenido que disminuir el área cultivada y otros han dejado esta actividad a causa de las grandes pérdidas económicas.

La zona ha experimentado cambios especialmente en los regímenes de lluvias, pues estas se volvieron erráticas, alternándose parciales con inundaciones y periodos largos de sequía, modificando la temperatura y la humedad relativa, lo que ha generado la aparición de nuevas plagas y enfermedades como el ácaro (*Steneotarsonemus spinki Smiley*), la bacteria (*Burkholdeia glumae*), Bruzone o Añublo del Arroz (*Pyricularia grisea.*), Añublo de la Vaina (*Rhizoctonia solani.*), *Helminthosporiosis* o Mancha Parda (*Bipolaris oryzae*), Pudrición de la Vaina (*Sarocladium oryzae.*), El Virus de la Hoja Blanca, Mal del pie causada por el hongo *Gaeumannomyces graminis.* (ICA, 2009).

Motivo por el cual se evaluaron las características agronómicas de las líneas SH101-1-N1-2-2-M, SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, provenientes del banco de germoplasma de la Unidad de Investigación de la empresa Semillas del Huila S. A, y se compararon con las variedades comerciales coprosem 304, fedearroz 60 y fedearroz 2000, que representan los genotipos más sembrados en la zona, con el objetivo de estimar su tolerancia a las principales plagas, enfermedades, adaptación, rendimiento, calidad de grano y definir de acuerdo a sus bondades que materiales o líneas promisorias pueden avanzar a una fase de evaluación semi comercial.

Tabla de contenido

Resumen	5
Abstract	7
Introducción.....	9
Problema de investigación.....	26
Planteamiento del problema	28
Justificación	29
Objetivos.....	31
Objetivo general.....	31
Objetivos específicos.....	31
Marco referencial	32
Marco teórico	32
Antecedentes Investigativos.....	32
Marco conceptual.....	37
Generalidades Cultivo del Arroz.....	37
Clasificación botánica	38
Taxonomía	38
Morfología de la Planta de Arroz.....	38
Raíz.....	38

	12
Tallo.....	39
Hoja	41
Las Flores.....	42
La Semilla.....	43
Formación de la semilla de arroz	44
Germinación de la Semilla de Arroz.	46
Fases de crecimiento y desarrollo.	47
Fase vegetativa.	47
Fase reproductiva.....	48
Fase de madurez fisiológica.	49
Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz.....	50
Clima.....	50
Temperatura	51
Radiación solar	51
Agua.....	52
Viento.....	52
Humedad relativa.....	53
Suelo	53
PH.....	54
Demanda nutricional de la planta de arroz	54
Estrategia para la obtención y desarrollo de variedades.	57
Cruzamientos.....	59
Generación F ₁	59

	13
Generación F ₂	60
Generación F ₃	60
Generación F ₄	60
Generación F ₅	60
Prueba nacional.	61
Prueba de evaluación agronómica ante el ICA (PEA)	61
Oferta varietal	62
Fedearroz 2000	62
Siembra	62
Características de la variedad	62
Fedearroz 60.....	63
Siembra	63
Características de la variedad	63
Coprosem – 304.....	64
Origen	64
Descripción de la Variedad.	64
Comportamiento de la variedad respecto a plagas y enfermedades.	64
Calidad de Molinería	65
Rendimiento	65
Metodología.....	66
Localización y duración de la investigación.....	66
Materiales e insumos.....	69

	14
Materiales	69
Insumos.....	69
Genotipos evaluados.....	69
Metodología de la investigación.....	71
Diseño Experimental	71
Tamaño de la parcela.....	71
Instalación del ensayo	75
Labores Del Cultivo	75
Preparación Del Terreno.....	75
Siembra.....	76
Control De Malezas.....	76
Manejo agronómico de la prueba.....	76
Cosecha.....	76
VARIABLES A EVALUAR.....	77
Variables relacionadas con el crecimiento	77
Días de emergencia a floración.....	77
Días de emergencia a cosecha.....	77
Altura de planta.....	77
Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios	77
Variables relacionadas con el rendimiento de grano y sus componentes.....	79
Panículas efectivas por metro cuadrado	79

	15
Longitud de panícula	79
Granos por panícula.....	79
Vaneamiento	79
Peso de 1000 granos	80
Rendimiento de grano.....	80
VARIABLES RELACIONADAS CON CARACTERÍSTICAS DE CÁLIDA MOLINERA DE GRANO.....	80
Rendimiento en molino (RM) o porcentaje de blanco.	80
Índice de pilada (IP) o porcentaje de grano excelso.....	81
Porcentaje de grano partido.	81
Porcentaje de grano con centro blanco.	81
Porcentaje de grano yesado.....	81
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	81
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
Características relacionadas con el crecimiento	82
Días de emergencia a Floración	82
Características relacionadas con el crecimiento	82
Días de emergencia a Cosecha.....	84
Altura de planta.....	85
Rendimiento de grano y sus componentes.....	86
Panículas efectivas por metro cuadrado	87
Longitud de panícula	89
Granos por panícula.....	90

	16
Espiguillas por panícula.....	91
Vaneamiento	93
Peso de 1000 granos	94
Rendimiento de grano.....	96
Características de calidad molinera de grano	97
Rendimiento en molino	97
Índice de pilada	100
Grano partido	101
Grano con centro blanco.....	102
Grano yesado.....	103
Reacción a enfermedades e insectos plagas.....	104
Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	104
Pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>)	108
Añublo del arroz en hoja (<i>Magnaporthe grisea</i> (=Pyricularia grisea)	110
Añublo del arroz en panícula (<i>Magnaporthe grisea</i> (=Pyricularia grisea).....	111
Añublo bacterial (<i>Burkholderia glumae</i> , <i>Pseudomonas fuscovagine</i>)	113
Conclusiones.....	116
Bibliografía.....	118

Tablas

Tabla 1	55
Requerimientos nutricionales del cultivo del arroz.	55
Tabla 2	56
Extracción de nutrientes (%) de acuerdo a la fase de desarrollo de arroz.	56
Tabla 3	67
Características Agroclimáticas.	67
Tabla 4	68
Características pedológicas	68
Tabla 5	72
Prueba de evaluación agronómica 2017-A	72
No. Parcela	72
Tabla 7	73
Proceso de obtención de las cuatro líneas promisoras de arroz de semillas del Huila 2017-A.	73
Tabla 8.	78
Cronograma de evaluación de enfermedades en la prueba de evaluación agronómica	78
Tabla 9	82
Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias de las variables relacionadas con crecimiento del arroz.	82
Tabla 10	88

	18
Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias relacionadas con el rendimiento del arroz.	88
Tabla 11	99
Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias de variables relacionadas con la calidad molinera.	99
Tabla 12	106
Frecuencias relativas de reacción a enfermedades en porcentaje de incidencia, en escala de 1-9 (sistema de evaluación estándar IRRI-CIAT).	106
Tabla 13	121
Base de datos componentes de rendimiento prueba de eficiencia agronómica 2017 A.	121
Tabla 14	123
Base de datos enfermedades prueba de eficiencia agronómica, 2017 A.	123

Figuras

Figura 1	39
Raíz	39
Figura 2	40
Tallo	40
Figura 3	42
Flores	42
Figura 4	43
Semilla	43
Figura 5	44
Semilla de arroz	44
Figura 6	46
Germinación	46
Figura 7	47
Fase vegetativa	47
Figura 8	48
Fase reproductiva	48
Figura 9	49
Fase de madurez	49
Figura 10	50

	20
Fases de crecimiento de la planta de arroz	50
Figura 11	59
Cruzamientos	59
Figura 12	66
Localización Geográfica de la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal “ASOJUNCAL”	66
Figura 13	71
Plano de campo	71
Tabla 7	73
Proceso de obtención de las cuatro líneas promisoras de arroz de semillas del Huila 2017-A	73
Figura 14	84
Promedio de días a floración de genotipos de arroz evaluados 2017-A	84
Figura 15	85
Promedio de días a cosecha genotipos de arroz	85
Figura 16	86
Promedio de altura de planta en centímetros de genotipos de arroz	86
Figura 17	89
Promedio de numero de panículas por m. ²	89
Figura 18	90
Promedio de longitud de panícula de genotipos de arroz.	90

	21
Figura 19	91
Promedio de numero de granos por panícula.	91
Figura 20	92
Promedio de numero de espiguillas por panícula	92
Figura 21	93
Promedio de porcentaje de vaneamiento	93
Figura 22	95
Promedio de peso de 1000 granos	95
Figura 23	96
Promedio de rendimiento de grano en Kg/ha	96
Figura 24	97
Características de calidad molinera	97
Tabla 11	99
Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias de variables relacionadas con la calidad molinera	99
Figura 25	100
Promedio en porcentaje de rendimiento	100
Figura 26	100
Promedio en porcentaje de índice de pilada	101
Figura 27	102

	22
promedio en porcentaje de grano partido.	102
Figura 28.	103
Promedio en porcentaje de grano en centro blanco.	103
Figura 29	104
Promedio en porcentaje de grano yesado.	104
Figura 30	105
Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>)	105
Figura 31	108
Frecuencia del porcentaje de incidencia de la enfermedad del añublo de la vaina.	108
Figura 32	109
Pudrición de la vaina	109
Figura 33	109
Frecuencia del porcentaje de incidencia de la enfermedad pudrición de la vaina	109
Figura 34	110
Añublo del arroz en hoja (<i>Magnaporthe grisea</i> (=Pyricularia grisea)	110
Figura 35	111
Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad de añublo en hoja.	111
Figura 36	112
Añublo del arroz en panícula (<i>Magnaporthe grisea</i> (=Pyricularia grisea)	112
Figura 37	113

	23
Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad añublo en la panícula.	113
Figura 38	114
Añublo bacterial (<i>Burkholderia glumae</i> , <i>Pseudomonas fuscovagine</i>)	114
Figura 39	115
Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad del añublo bacterial.	115
Figura 40	125
Prueba de eficiencia agronómica en etapa de plántula.	125
Figura 41	125
Evaluación de población de malezas para programar su control	125
Figura 42	126
Control químico de malezas con aguilillo	126
Figura 43	126
Prueba de eficiencia agronómica libre de malezas	126
Figura 44	127
Evaluación de plagas y enfermedades en los primeros 30 (D.D.G)	127
Figura 45	127
Prueba de eficiencia agronómica iniciando etapa reproductiva	127
Figura 46	128
Evaluación de enfermedades en etapa reproductiva	128
Figura 47	128

		24
Inicio etapa de embuchamiento		128
Figura 48		129
Evaluación de enfermedades y toma de floración en materiales precoz		129
Figura 49		129
Evaluación de pyricularia en cuello de panícula		129
Figura 50		130
Evaluación de enfermedades, toma de altura y programación de corta		130
Figura 51		130
Visita del asesor de tesis y estudiantes de la UNAD a la prueba de eficiencia agronómica.		130
Figura 52		131
Recolección manual de genotipos con madurez fisiológica cumplida.		131
Figura 53		132
Desgrane de prueba de eficiencia agronómica 2017 A		132
Figura 54	Figura 55	132
Línea SH111-1-N3-2-2-2-MC		132
Figura 56	Figura 57	133
Línea SH101-1-N1-2-2-M	Línea SH117-1-N9-1-1-1-ML	133

Lista de anexos

Anexos A. Bases de datos	122
Anexos B. Evidencia fotográfica	126

Problema de investigación

Palermo es un municipio colombiano ubicado en el noroccidente del departamento del Huila. Hace parte de la región andina, localizado en el valle alto del Magdalena, al oriente de la cordillera Central y hace parte de la región SubNorte del departamento. Su extensión territorial es de 92.288 hectáreas, su altura es de 690 msnm y su temperatura promedio es de 28°C. Cuenta con una población de 34.987 habitantes y el sector agrícola es uno de los renglones más importantes en la economía del municipio siendo el café y el arroz, los cultivos más destacados.

En la vereda el Juncal se encuentra ubicada, la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal “ASOJUNCAL”, sobre la margen izquierda del río Magdalena, a una distancia de 13 kilómetros de la ciudad de Neiva. Conformado por 343 predios, con un área de influencia de 5.100 hectáreas, de las cuales se benefician 3.100 con este proyecto y 2600 hectáreas utilizan el riego para el monocultivo del arroz. Mientras que en 50 hectáreas hay concentrada una producción de piscicultura en concesión con el distrito y aproximadamente unas 74 hectáreas en espejo de agua que pertenecen a la laguna el Juncal y la Sucia. (Asojuncal,2018)

En las áreas arroceras del distrito, los niveles de productividad han venido decreciendo a partir del segundo semestre del 2009, debido principalmente al cambio climático que ha generado temperaturas extremas que afectan la fisiología de la planta, ocasionando problemas en el llenado del grano, que sumado a la escases de agua y la baja en el precio de la carga ha generado consecuencias graves para los agricultores, quienes han tenido que disminuir el área cultivada y otros han dejado esta actividad a causa de las grandes pérdidas económicas.

Los factores del clima tales como la temperatura, la radiación solar y la precipitación, influyen sobre el crecimiento y rendimiento de la planta de arroz en dos vías: Directamente

afectan los procesos fisiológicos involucrados en la producción de grano, tales como el crecimiento vegetativo, desarrollo de espiguillas y llenado de granos; Indirectamente afectan los rendimientos a través de la incidencia de enfermedades e insectos, (Sastry 1976, Seshu 1989, Yoshida 1978, 1981)

A pesar de los importantes avances logrados en la investigación en el cultivo del arroz, para los diferentes sistemas de siembra prevalecientes en Colombia, en la actualidad el cultivo posee un bajo nivel de competitividad ocasionado por los altos costos de producción, bajos rendimientos y baja calidad del grano, en parte debido al uso de variedades que han resultado susceptibles a los cambios climáticos, a las plagas y enfermedades, como el complejo ácaro-bacteria. Por tal motivo es una necesidad prioritaria la búsqueda de nuevos materiales que ofrezcan buen comportamiento sanitario, adaptación, rendimiento y calidad de grano para la zona de influencia.

Planteamiento del problema

En las áreas arroceras, de la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal “ASOJUNCAL”, los niveles de productividad han venido decreciendo, debido principalmente al cambio climático y a la falta de adaptación de las variedades comerciales a los mismos, lo que ha generado desordenes en la fisiología de la planta, ocasionando problemas en el llenado y calidad del grano, en la aparición de nuevas plagas y enfermedades, que sumado a la escases de agua, los altos costos de producción y la baja en el precio de la carga al momento de la venta, ha generado consecuencias graves para los agricultores, quienes han tenido que disminuir el área cultivada y otros han optado por dejar esta actividad a causa de las grandes pérdidas económicas.

Justificación

El cultivo del arroz (*Oryza sativa L*), comenzó hace casi 10.000 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 cualquiera de los otros cereales cultivados (Rivas, 2008).

La producción total nacional durante el 2016, llegó a 2.971.975 toneladas en paddy verde. La zona con mayor producción fue la zona Llanos, con una participación de 1.360.541 toneladas del total nacional, le sigue la zona Centro con una participación de 1.011.453 toneladas y la zona del Bajo Cauca con una participación de 261.759 toneladas. El rendimiento promedio a nivel nacional en el año 2016 fue de 5,7 t/ha, en cuanto a las zonas arroceras, el rendimiento más alto lo registró la zona Centro con 7,2 t/ha, seguido de la zona de los Santanderes con 5,8 t/ha.

El área total de arroz mecanizado, por sistemas de producción en el primer semestre de 2016, estuvo distribuida de la siguiente manera: el 65,1 % del área de arroz se sembró bajo el sistema seco y el 34,9 % bajo el sistema de riego. Según la Encuesta de Calidad de Vida, realizada en el año 2015, en los hogares colombianos el consumo promedio semanal fue de 5,4 libras por hogar y 1,5 libras por persona.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y a raíz de la variabilidad climática que ha generado cambios bruscos en la temperatura, en la humedad del ambiente, en la disminución de las lluvias y principalmente en el alargamiento de los periodos de sequía, ha traído como consecuencia la aparición de nuevas plagas en el cultivo de arroz como el ácaro (*Steneotarsonemus spinki Smiley*), la bacteria (*Burkholdeia glumae*), el incremento del Virus de la Hoja Blanca en campo, por el aumento de las poblaciones del insecto sogata, como agente

transmisor del virus, por la aparición de nuevas razas de piricularia en hoja y en cuello de la panícula, por la incidencia y severidad de patógenos como *Rhizoctonia solani*, *Helminthosporiosis*, *Sarocladium oryzae* y *Gaeumannomyces graminis*, que sumado a la falta de información sobre el manejo agronómico y control de las mismas, ha llevado a los agricultores a tomar decisiones equivocadas en las labores del cultivo, ya que realizan aplicaciones de productos químicos de una manera indiscriminada, causando graves daños al mismo, al medio ambiente y el incremento de los costos de producción.

El desarrollo de este trabajo investigativo tuvo como objetivo principal, evaluar las características agronómicas de cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*), y compararlas con las principales variedades comerciales cultivadas en la zona de estudio, con lo que se espera que al menos dos de las líneas evaluadas presenten mejor adaptación y comportamiento con posibilidades de avanzar a una fase de evaluación semicomercial para su posterior validación y difusión como variedades comerciales. Además, estas variedades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y, en general, ser tolerantes a determinado factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar las características agronómicas de cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) SH101-1-N1-2-2-M, SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, frente a tres variedades comerciales, Fedearroz 60, Fedearroz 2000 y Coprosem 304, en la vereda el Juncal del municipio de Palermo, Huila.

Objetivos específicos

Analizar si una o más de las líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) estudiadas reúne las características que le permitan avanzar a una fase de evaluación semicomercial.

Determinar con respecto a las variables agronómicas, si existen diferencias significativas entre las cuatro líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) y las tres variedades comerciales de arroz cultivadas en la zona de influencia.

Marco referencial

Marco teórico

Antecedentes Investigativos

La selección masal es el método de mejoramiento más antiguo que se ha utilizado en especies autógonas. Los agricultores seleccionaron plantas o semilla dentro de cultivares heterogéneos con el fin de efectuar la siguiente siembra. Esto lo hacían sin conocer la genética del carácter y las consecuencias genéticas de su actividad. En los primeros años del mejoramiento de plantas la selección masal fue el principal y único método para mejorar el cultivo. Antiguamente se le conocía como selección sistemática y se creía que la selección continua producía un efecto acumulativo.

La selección masal fue adoptada por los Fitomejoradores como un método para aumentar la frecuencia de genotipos deseables durante la autofecundación en poblaciones desarrolladas por hibridación o mutación. Consiste en seleccionar, en la población original, centenas de plantas con fenotipos semejantes y deseables, mezclar las semillas de plantas seleccionadas y finalmente tomar una muestra para efectuar la próxima siembra. Este procedimiento se repite tantas veces que sea necesario hasta que la población se tome homogénea. Cuando el material llega a la homogeneidad se procede a la multiplicación de las semillas y a la distribución a los agricultores. (Berrio L., Torres E., Barona J., Cuasquer J. 2014)

Durante los años 2014 y 2015, se realizó un estudio, cuyo objetivo fue determinar la base genética, el coeficiente de parentesco y la diversidad genética de las variedades de arroz liberadas entre el 2003 - 2014 en trece países miembros del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira,

Colombia. El estudio comprendió el análisis de las genealogías de 51 variedades, en trece países de América Latina y el Caribe (LAC), Estas variedades provenían de un total de 37 cruces de tres líneas realizados por el FLAR a partir de 76 progenitores, de ellos 32 desarrollados por el FLAR (FL), veintiocho líneas del CIAT (CT y P), trece de programas regionales y tres líneas del IRRI (IR).

Del cruce FL05372 (dos en Costa Rica, tres en Venezuela, cuatro en Panamá y una en Ecuador) se originaron diez de estas variedades. Las variedades liberadas de este cruce se caracterizan por expresar excelentes características morfológicas y buena tolerancia a enfermedades y buena calidad de grano. Asimismo, la variedad SAAVEDRA 28 de Bolivia, proviene del mismo cruce de la variedad Cortez FL 48 de Costa Rica. El cruce de FEDEARROZ 60 de Colombia es igual al de la variedad MAC 18 de Bolivia; la variedad Paititi de Bolivia proviene del mismo cruce de IDIAP 145-05 de Panamá; Palmar 18 de Costa Rica comparte el mismo pedigrí y cruce con ANAR 2012 FL de Nicaragua, y dos de las últimas variedades liberadas en Costa Rica (Pasquiel 2 FL y Jonhiquí FL) son del mismo cruce.

La variabilidad genética de las variedades estuvo representada por 120 ancestrales (2,4 ancestral/variedad); 33 de estos contribuyeron con el 83,9% de sus genes, de los cuales tres (ancestrales que originaron IR8) aportaron el 35,6% de sus genes. También se mostró que el coeficiente de parentesco entre las diferentes variedades comerciales varió de 0,03 (muy poco relacionadas), hasta 0,99 (altamente relacionadas). El promedio de todas las 51 variedades fue de 0,19. A nivel de variedades por país, se encontró que el promedio fue variable, el mínimo lo obtuvo Ecuador con 0,13, y el máximo fue de 0,31 para las variedades de Venezuela. El análisis de agrupamiento separó a los genotipos en catorce grupos distintos, donde existen materiales

bastante relacionados y otros muy poco relacionados. Estos resultados muestran que se ha obtenido una ampliación de la base genética.

La ampliación de la base genética o mejoramiento del germoplasma es fundamental, debido a que el mejoramiento intensivo moderno reduce la variabilidad genética, problema que se acrecienta más en especies que se auto-fecundan como en el caso del arroz. La estrecha variabilidad genética existente en las variedades de arroz modernas, las ha convertido en más vulnerables a estrés biótico y abiótico, lo cual explica la tasa más lenta de progreso genético alcanzada últimamente por los mejoradores (Tanksley y Nelson, 1996).

En América Latina, aún se menciona la estrecha base genética que se cree ha causado un supuesto techo de rendimiento en los materiales genéticos. En el programa de arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se utilizó material genético japónica tropical de origen africano durante la década de los 80, principalmente entre 1984 y 1989. En un estudio realizado con la finalidad de determinar cambios en la variabilidad genética en el programa de arroz del CIAT entre los años 1998 y 1999 (Berrio-Orozco, 1999), se concluyó que a pesar de que se identificaron genotipos morfológica y molecularmente diferentes al tipo índica, la mayoría de las líneas desarrolladas entre cruces índica x japónica tuvieron un comportamiento similar al material tipo índica. Se considera que dichos resultados se explican por el hecho que los fitomejoradores se han concentrado en la selección de aquellos materiales con características similares a los tipos índica, propios de la región latinoamericana. Sin embargo, dicho autor encontró que se han incorporado algunas características propias de la subespecie japónica a los materiales latinoamericanos, como son el peso de mil granos, buena ejerción de panícula, tolerancia a piricularia (*Pyricularia grisea*), al virus de la hoja blanca y estabilidad al centro blanco del grano.

El conocimiento de la diversidad genética entre cultivares en una región es importante para planificar estrategias de mejoramiento y reducir la vulnerabilidad genética, debido a apariciones repentinas de plagas o enfermedades. Además, el conocimiento de los valores del coeficiente de parentesco puede ser útil para la predicción de los valores como progenitor.

El análisis de la genealogía de las 51 variedades de arroz estudiadas, mostró que un total de 120 ancestrales contribuyen con la base genética del arroz de riego en la región. Esto da un promedio de 2,4 ancestral/variedad. En el Cuadro 2 se indican los nombres de dichos ancestrales, origen y su contribución. El 45,8% de estos (55) fueron originados en Asia. Dichos ancestrales aportan un total de 74% de los genes; entre estos, el mayor número procede de la India con doce ancestrales, seguido de Filipinas con once, Taiwán con siete, Tailandia con seis y cuatro son de Japón. Entretanto, el 19,2% (veintitrés ancestrales) son originarios del continente americano con un aporte total del 9,7% de sus genes (Estados Unidos y Brasil con seis ancestrales, cada uno, Surinam con cinco, Guyana con dos, y Costa Rica, Chile, Honduras y México aportan solo uno). Otros 7,5% (nueve ancestrales) son de origen africano con un aporte total del 7,4% de sus genes (Zaire y Nigeria con dos cada uno, y con uno están: Senegal, Madagascar, Guinea, Nigeria, Liberia y Costa De Marfil). Dos ancestrales son de origen europeo (Italia). Un porcentaje grande, del 25,8% es ocupado por ancestrales de origen desconocido (31) y aportan un total del 7,7% de sus genes. La predominancia de germoplasma asiático, principalmente originado en India y Filipinas, probablemente es el resultado de la selección para condiciones de arroz de riego y las preferencias de consumo que se orientan hacia arroces de grano largo con amilosa alta; además, en esas regiones se localizan los centros primarios y secundarios de diversidad del arroz.

De acuerdo con los anteriores resultados, se considera que con la liberación de estas 51 nuevas variedades de arroz en trece países miembros de FLAR, se ha obtenido una ganancia o una ampliación de la base genética del arroz en la región. En Costa Rica se encontró que el nivel de consanguinidad de sus variedades ha disminuido notablemente, es decir, se ha incrementado la variabilidad entre las nuevas variedades liberadas. Estos resultados fueron también similares para las variedades de Ecuador. Las variedades de arroz estudiadas constituyen un grupo heterogéneo de materiales de acuerdo con su parentesco, existen materiales bastante relacionados y otros muy poco relacionados.

Se observó un gran esfuerzo de los mejoradores de involucrar un mayor número de progenitores en las nuevas variedades, en busca de ampliar la base genética estrecha reportada por varios autores en el pasado. Esto es importante para el mejoramiento genético, ya que permitirá lograr mayor ganancia genética y posiblemente reducirá la vulnerabilidad a factores adversos.

Marco conceptual

Generalidades Cultivo del Arroz

El arroz se ha considerado como una de las plantas más antiguas, razón por la cual se ha dificultado establecer con exactitud la época en que el hombre inició su propagación.

La literatura China hace mención de él, 3 mil años antes de Cristo donde consideraban el inicio de la siembra de arroz como una ceremonia religiosa importante que estaba reservada a su emperador.

Tampoco ha sido posible establecer con exactitud de donde vino cuándo llegó el arroz al hemisferio Occidental. Algunos afirman que Cristóbal Colón en su segundo viaje en 1493, trajo semillas, pero no germinaron.

El historiador Fray Pedro Simón, en 1961 afirma que en el valle del Magdalena en Colombia hubo siembras en 1580, en área de Mariquita (Tolima). En el municipio de Prado se cultivó hace 300 años y en 1778 lo introdujeron los Jesuitas a San Jerónimo (Antioquía).

Otra de las zonas arroceras importantes, es la de los Llanos, la cual inició su siembra a escala comercial hacia 1908 utilizando como mano de obra a los prisioneros de una colonia penal situada a 130 kilómetros de Bogotá, bajo la vigilancia del general Mariano Ospina Chaparro.

A lomo de mula se transportó a Bogotá y en 1914 se instaló el primer molino de arroz con capacidad para 4 mil 800 kilos en 24 horas. En 1928 se remonta la historia del cultivo a la Costa Pacífica con siembras en el bajo Atrato.

Los cultivos se intensificaron en área de los municipios de Armero, Venadillo, Alvarado y Mariquita en el Tolima, y Campoalegre en el Huila. (FedeArroz., 1995)

Clasificación botánica

El arroz se define como una gramínea anual de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas a los tallos por la vaina y su inflorescencia es una panícula.

Taxonomía

El arroz pertenece a las Fanerógamas, tipo Espermatofitas, subtipo Angiospermas, clase Monocotiledóneas, orden Glumifloras, familia Gramíneas, subfamilia Panicoideas, tribu Oryzae, subtribu oryzíneas, género *Oryza*, especie sativa. (Angladette, 1969; González, 1985; Porter, 1959). (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010)

Morfología de la Planta de Arroz.

Las variedades de arroz cultivadas pertenecen en gran parte a la especie *Oryza sativa L.* Se trata de una planta anual, de origen subtropical, bien adaptada a un hábitat acuático y a temperaturas y humedad relativamente elevadas.

Raíz.

Figura 1

Raíz



Fuente: Autor

Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes.

En los primeros estados de crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente. Las raíces son protegidas en la punta por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, que facilita su penetración en el suelo. Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales, y con frecuencia forman verticilios a partir de los nudos, que están sobre la superficie del suelo.

Tallo

Figura 2*Tallo*

Fuente: Autor

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida. La altura de la planta de arroz es una función de la longitud y número de los entrenudos, tanto la longitud como el número de los entrenudos, son caracteres varietales definidos, el medio ambiente, puede variarlos, pero en condiciones semejantes tienen valores constantes.

Un tallo con sus hojas forma una macolla. Estas se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Las macollas primarias se desarrollan de los nudos más bajos, y a la vez producen macollas secundarias; y éstas últimas producen macollas terciarias. El conjunto de macollas y el

tallo principal forman la planta. El número total de macollas es una característica varietal, que puede variar según el sistema de cultivo y el medio ambiente.

Hoja

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y están constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso las macollas jóvenes a la original. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera.

En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina. La vaina, cuya base se encuentra en un nudo, envuelve el entrenudo inmediatamente superior y en algunos casos hasta el nudo siguiente. La vaina, dividida desde su base, está finamente surcada y es generalmente glabra. Puede tener pigmentos antocianos en la base o en toda su superficie. El pulvínulo de la vaina es una protuberancia situada encima del punto de unión de la vaina con el tallo, en algunos casos es confundido con el nudo.

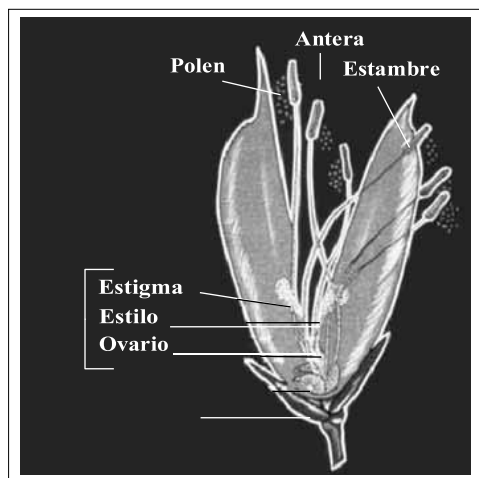
En el cuello se encuentran la lígula y las aurículas. La lígula es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece en la base del cuello como una prolongación de la vaina. Las aurículas son dos apéndices que se encuentran en el cuello, tienen forma de hoz, con pequeños dientes en la parte convexa. Las hojas de la planta de arroz tienen lígula y aurículas, mientras que malezas comunes en los arrozales, como *Echinochloa spp.* carecen de ellas, facilitando su identificación en el estado de plántula. La lámina es de tipo lineal, larga y más o menos angosta, según las variedades. La haz o cara superior tiene venas paralelas; la nervadura central es prominente y sobre ella, en algunos casos, se enrolla la lámina. La presencia de vello en las hojas y de pigmentación antociánica en los márgenes, o en toda la lámina son caracteres

varietales, con expresión variable según las condiciones ambientales. La lámina de la hoja bandera tiene un ángulo de inserción determinado, es más corta y ancha que las demás.

Las Flores

Figura 3

Flores



Fuente: Degiovanni B., V., Matínez R., C., & Motta O., F. (2010). *producción Eco-Eficiente del arroz en américa latina* (Vol. I). Centro Internacional de Agricultura Tropical .

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula. La panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar, cuello o base de la panícula; frecuentemente tiene la forma de un aro ciliado. El nudo ciliar o base de la panícula generalmente carece de hojas y yemas, pero allí pueden originarse la primera o las cuatro primeras ramificaciones de la panícula, y se toma como punto de referencia para medir la longitud del tallo y la de la panícula. El entrenudo superior del tallo en cuyo extremo se encuentra la panícula se denomina pedúnculo. Su longitud varía considerablemente según la variedad de arroz; en algunas variedades puede extenderse más allá de la hoja bandera o quedar

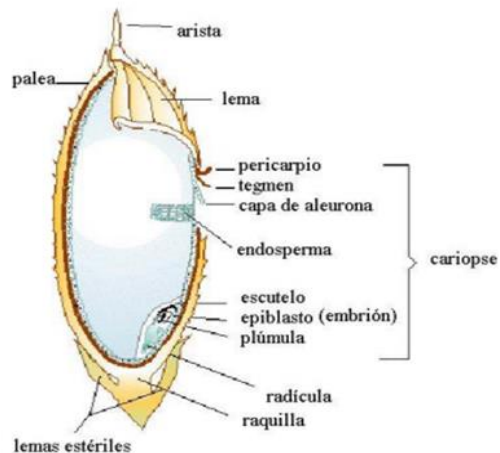
encerrado en la vaina de ésta. El raquis o eje principal de la panícula es hueco, de sus nudos nacen las ramificaciones. Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. En cada nudo del eje principal nacen, individualmente o por parejas, ramificaciones, las cuales a su vez dan origen a ramificaciones secundarias de donde brotan las espiguillas.

La Semilla

Figura 4

Semilla

Fig. 1. Grano de arroz



Fuente: Olmos, S. (2022).

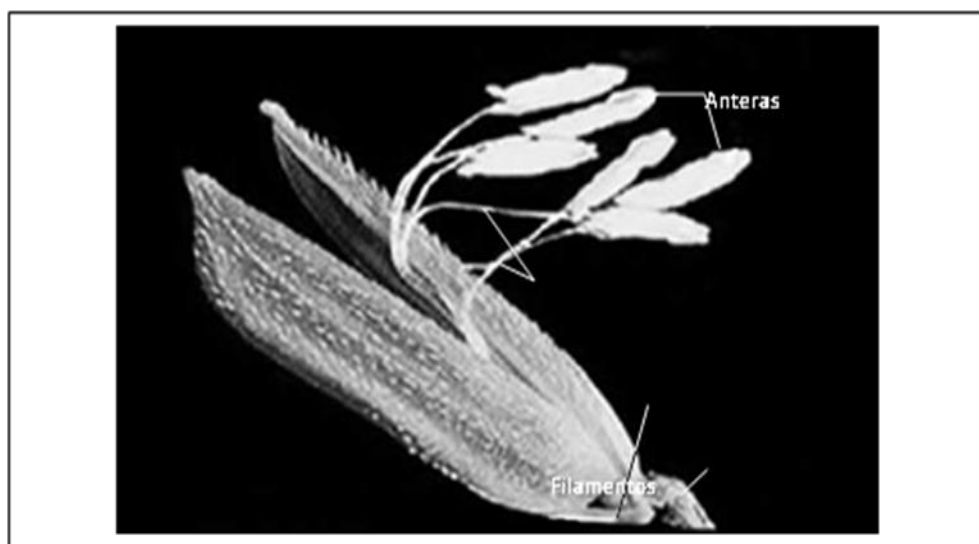
La semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente. Consta de la cáscara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación. Debajo de la lemma y la palea hay tres capas de células que constituyen el pericarpio; debajo de éstas se encuentran dos capas, el tegumento y la aleurona. El embrión consta de la plúmula u hojas embrionarias y la radícula o

raíz embrionaria primaria. La plúmula está cubierta por el coleóptilo, y la radícula está envuelta por la coleoriza. El grano de arroz descascarado es un cariopside; se conoce con el nombre de arroz integral, y aún conserva el pericarpio de color marrón rojizo o púrpura.

Formación de la semilla de arroz

Figura 5

Semilla de arroz



Fuente: Degiovanni B., V., Mat3nez R., C., & Motta O., F. (2010).

La estructura reproductiva del arroz es la espiguilla. La parte masculina es el estambre, que est3 conformado por la antera y el filamento; la antera contiene los granos de polen. Cada espiguilla tiene 6 estambres. El pistilo representa la parte femenina, que est3 compuesta por un ovario, dos estilos y dos estigmas plumosos.

La antesis es el proceso de la apertura de la espiguilla y de preparaci3n para la actividad reproductiva. En la etapa anterior a la antesis, el filamento crece en el interior de la espiguilla; cuando las anteras est3n a punto de tocar la parte superior de esta y de iniciar la antesis, se abren

y dejan caer el polen sobre los estigmas plumosos. Esta característica da por resultado la autopolinización del arroz; la tasa de apogamia (polinización cruzada) es menor que el 1% en condiciones climáticas normales.

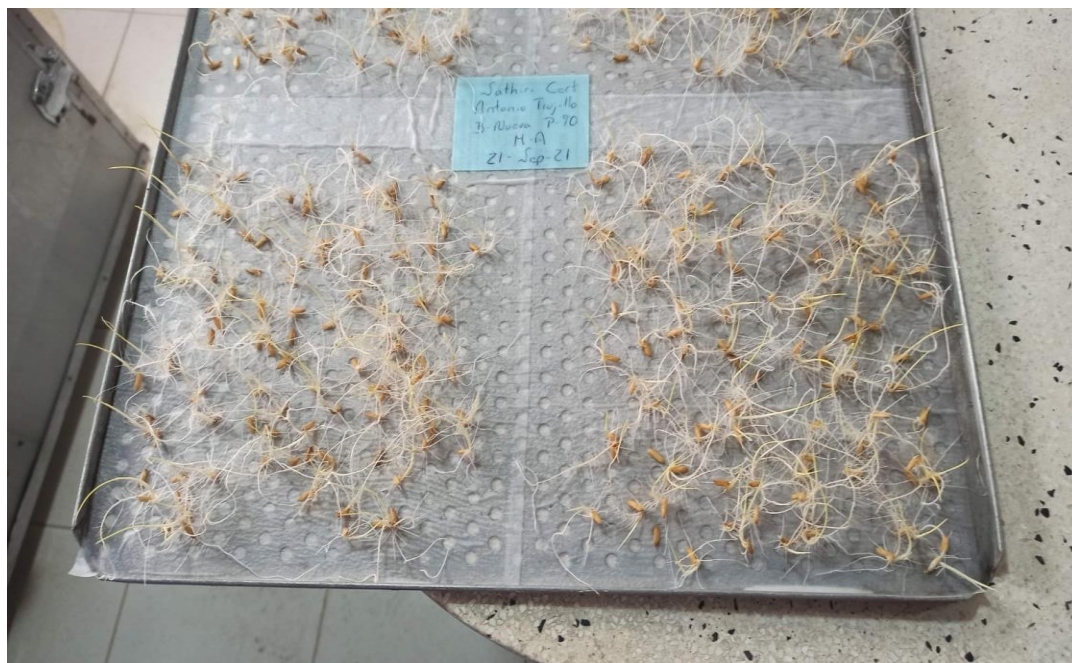
El proceso de formación de la semilla se inicia con la polinización, es decir, con la caída de los graos de polen de las anteras sobre los estigmas. La etapa siguiente es la fertilización, que comienza con la germinación del grano de polen. En esta se forma el tubo polínico por cuyo interior desciende el núcleo masculino hasta la parte interna del ovario, donde se fusiona con el núcleo femenino. Esta etapa dura de 18 a 24 horas, pero la formación completa del grano de arroz requiere de 25 a 30 días contando desde la fertilización.

La panícula contiene de 50 a 250 espiguillas. La floración empieza cuando la panícula emerge de su vaina; las primeras espiguillas que florecen son las de la parte superior de la panícula. Toda la panícula habrá florecido en un periodo de 5 a 7 días. Cada espiguilla permanece abierta durante 45 minutos, o un poco más, y sus estigmas son receptivos durante 4 o 5 días; los granos de polen, en cambio, pueden vivir fuera de las santeras solamente unos pocos minutos.

Germinación de la Semilla de Arroz.

Figura 6

Germinación



Fuente: Autor

Las semillas de arroz sin latencia pueden germinar inmediatamente después de su maduración. Las semillas con latencia requieren un período natural de reposo, que puede romperse artificialmente descascarándolas o sometiénolas a tratamientos especiales. Si las semillas germinan en agua el coleóptero que contiene las hojas embrionarias emerge antes que la coleorriza. Cuando las semillas de arroz germinan en un ambiente aireado, como el de los suelos con buen drenaje, surge primero la coleorriza.

Luego la radícula rompe la coleorriza poco después de que esta aparece; la siguen dos o más raíces seminales, las cuales desarrollan raíces laterales. Estas mueren posteriormente y son reemplazadas por raíces adventicias. El coleóptilo emerge como una estructura cilíndrica, y al

romperse por el ápice se desarrolla la hoja primaria y posteriormente la secundaria. El mesocótilo se alarga cuando las semillas germinan en el suelo sin luz; él eleva el coleótilo sobre la superficie del suelo.

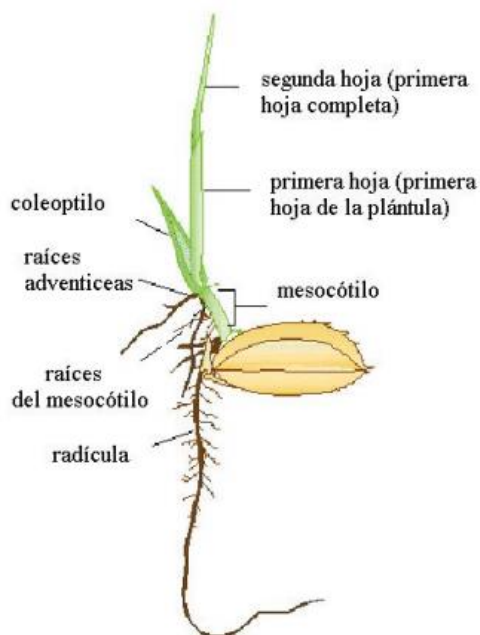
Fases de crecimiento y desarrollo.

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que se extiende, desde la germinación de la semilla hasta la maduración del grano. El conocimiento de la forma en que crece y se desarrolla el cultivo es esencial para el investigador y el productor de arroz, porque les facilita la aplicación de las técnicas agronómicas

Fase vegetativa.

Figura 7

Fase vegetativa



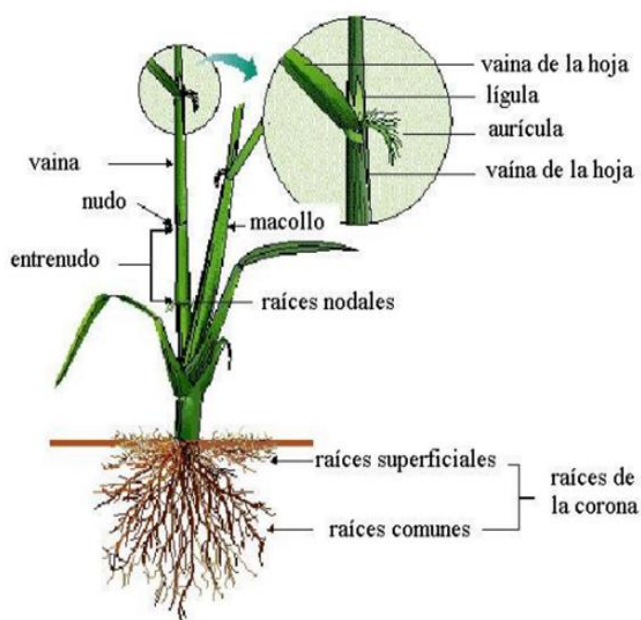
Fuente: Olmos, S. (2022).

Empieza con la germinación de la semilla y termina en la iniciación de la panícula. Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz.

Fase reproductiva.

Figura 8

Fase reproductiva



Fuente: Olmos, S. (2022).

Empieza en la iniciación de la panícula y termina en el inicio de la floración. Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento, hasta la emergencia de la

panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz.

Fase de madurez fisiológica.

Figura 9

Fase de madurez.



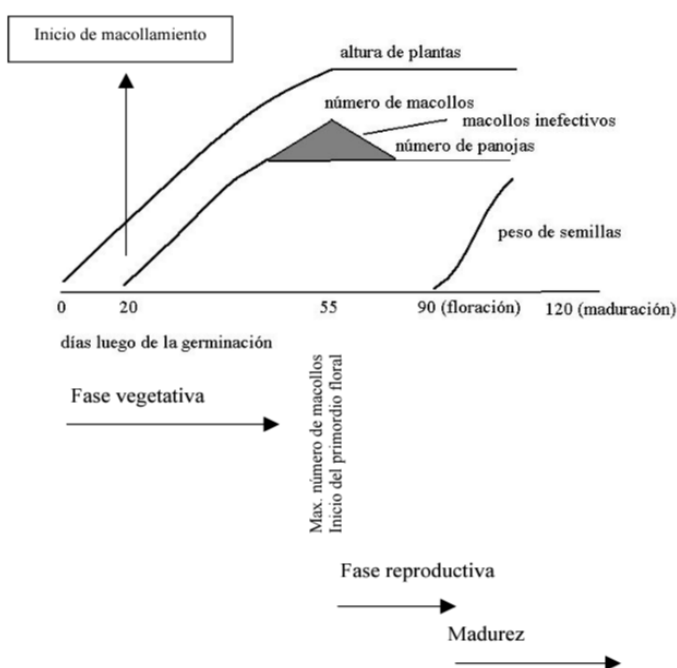
Fuente: Autor

Empieza en el inicio de la floración y termina en la madurez fisiológica del grano. Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que

se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días).

Figura 10

Fases de crecimiento de la planta de arroz



Fuente: Olmos, S. (2022).

Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz.

Clima.

El arroz es originario de un clima tropical lluvioso, el cual se caracteriza por altas temperaturas, baja intensidad de la luz, alta humedad y un alto promedio de precipitación (Tanaka,1976). El cultivo de arroz se da en ambientes tropicales y subtropicales, aunque la

mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (Agrinova Science, 2018)

Temperatura

La temperatura no solo afecta el crecimiento, sino que también el desarrollo de la planta de arroz. Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C. Con temperaturas superiores a estas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades. (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010, pág. 84)

Radiación solar

La radiación solar requerida para el cultivo del arroz varía según los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una radiación solar baja afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes durante la fase vegetativa, mientras que en la fase reproductiva causa una notoria disminución en el número de granos. Por otra parte, durante el período que va del llenado del grano a su maduración, baja drásticamente el rendimiento de la planta cuando se reduce (si se presenta un nivel bajo de radiación solar) el porcentaje de granos llenos. (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010, pág. 91)

Agua

El agua es indispensable para la planta de arroz. El contenido de agua de la planta varía según la estructura considerada (hoja, tallo) y el estado de desarrollo de la planta. La planta absorbe por las raíces la mayor parte del agua que necesita; emplea menos del 15% del agua absorbida y transpira el resto a través de las estomas de las hojas. El adecuado suministro de agua es uno de los factores más importantes de la producción de arroz. Muchas áreas productoras de arroz sufren por exceso de agua o por sequía, ya sea porque las lluvias son irregulares o porque falla el suministro de riego.

La principal razón para inundar un cultivo de arroz es que la mayoría de las variedades de arroz crecen mejor y dan mayor rendimiento cuando se cultivan en un suelo inundado. Esta agua cumple funciones esenciales como modificar las características físicas de la planta, cambiar las características físico-químicas y el estado nutricional y físico de los suelos y controlar las malezas, alterando la naturaleza de unas y restringiendo el crecimiento de otras.

En un cultivo de arroz con riego se pierde agua por la transpiración de las plantas, por la evaporación en la superficie del agua y por percolación a través del suelo. Las pérdidas por percolación son las más variables y dependen de condiciones del suelo como la textura, la topografía y el nivel freático. (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010, págs. 94, 95)

Viento

El viento desempeña un papel importante en la vida de la planta de arroz. Se ha informado que, cuando el viento sopla con poca velocidad, el rendimiento de la planta aumenta gracias a la turbulencia que se crea en medio de la comunidad de plantas. En los años 70, algunos investigadores japoneses hallaron que la tasa de fotosíntesis era mayor cuando aumentaba suavemente la velocidad del viento, ya que la turbulencia incrementaba el suministro de gas

carbónico (CO₂); este resultado confirmaba el obtenido en los 60 por un investigador australiano de que una velocidad del viento mayor que el rango de 0.3 a 0.9 m/seg causaba un pequeño efecto en la fotosíntesis de la planta.

Por otro lado, los vientos fuertes con características de vendaval son perjudiciales para las plantas de arroz, puesto que incrementan el fenómeno del volcamiento. Los vientos muy secos han causado secamiento en las hojas, que es grave para los cultivos de secano. Los vientos secos y calientes han producido laceraciones en las hojas y en los granos y, en muchos casos, han hecho abortar las flores. (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010, pág. 96)

Humedad relativa

La evaporación es un fenómeno inverso de la humedad relativa, que se puede definir como el vapor de agua ya contenido en el aire. Se ha demostrado que, manteniendo los demás factores constantes, un aumento de la humedad relativa reduce la intensidad de la evapotranspiración, puesto que el gradiente de presión de vapor de agua entre la atmósfera y una superficie húmeda es alto. La capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta rápidamente con la temperatura: por tanto, el aire caliente del trópico contiene más vapor de agua que el aire frío de otras zonas. (Degiovanni B., Matínez R., & Motta O., 2010, pág. 97)

Suelo

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz, se realiza mejor en suelos húmedos o inundados, ya que esta condición permite un buen suministro de nutrientes y agua. El agua produce en el suelo una serie de cambios químicos que no se presentan en un suelo seco, siendo necesario conocerlos y entenderlos, para tener una mayor eficiencia en la nutrición de la planta de arroz. Los suelos sembrados en arroz se caracterizan por ser reductores, debido a la presencia de agua en él. (FedeArroz, 2000, pág. 17)

PH

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (Agrinova Science, 2018).

Demanda nutricional de la planta de arroz

La planta de arroz requiere de una cantidad de nutrientes esenciales para completar su ciclo de vida como todos los cultivos, donde el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) son tomados del aire, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), considerados como elementos mayores son tomados del suelo, sin embargo, la mayoría de nuestros suelos son deficientes de ellos y, por consiguiente, hay necesidad de aplicarlos como fertilizantes. También se tienen los elementos secundarios como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), además de los elementos menores o micronutrientes como el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn) y boro (B). Igualmente existen otros elementos importantes para el cultivo de arroz como silicio (Si) y molibdeno (Mo).

La cantidad de nutrientes demandados por la planta, dependerá del potencial de producción y estará sujeto a las condiciones ambientales, características de los suelos y la misma variedad, estos valores se deben ajustar de acuerdo al análisis de suelo.

Tabla 1*Requerimientos nutricionales del cultivo del arroz.*

Nutriente	Kg/t	Nutriente	g/t
N	20	Fe	200
P	5	Zn	20
K	18	Cn	10
Ca	4	B	15
Mg	2	Mn	80
S	3	-	.
Si	50	-	.

Fuente: Autor.

En el caso de las épocas de aplicación, los micronutrientes se pueden aplicar antes de sembrar o en el momento de la siembra, también se puede tratar la semilla con elementos menores como el zinc. Al inicio de la etapa de macollamiento es muy importante la aplicación del nitrógeno y el potasio y durante el macollamiento y el primordio floral se puede aplicar nitrógeno, potasio, azufre y magnesio.

Tabla 2

Extracción de nutrientes (%) de acuerdo a la fase de desarrollo de arroz.

Nutriente	Fase vegetativa	Fase reproductiva	Fase maduración
N	75	23	2
P	50	40	10
K	36	61	3
Ca	16	79	5
Mg	18	78	4
S	43	34	23
Si	28	58	14
Fe	43	14	43
Mn	39	19	42
Cu	37	11	52
B	30	53	17
Zn	31	13	56

Fuente: Autor.

El fraccionamiento de los fertilizantes depende mucho de la retención de humedad y de la textura del suelo. En suelos con alta retención de humedad la mayoría del abono va en la fase vegetativa y se puede realizar de una a tres aplicaciones, pero cuando hay manejo de agua, se pueden realizar hasta cinco aplicaciones. (Lozano Hernandez, Diago Ramirez, & Castilla L, 2000, págs. 7, 14)

Estrategia para la obtención y desarrollo de variedades.

El mejoramiento del arroz requiere de años de trabajo constante, con muchos fracasos y pocos éxitos. Tal vez de unos 500 cruzamientos o más, solo 1 dará origen a una nueva variedad que llega a los agricultores y logra satisfacer las necesidades de la industria molinera y de los consumidores del arroz. El éxito del fitomejoramiento depende de tres factores principales:

1. Una definición clara de los objetivos específicos, que solucionen los problemas limitantes por orden de importancia.
2. Disponer de suficiente variabilidad genética y de un banco de germoplasma con los suficientes recursos genéticos de las características deseables.
3. Disponer de una metodología adecuada para identificar las plantas superiores o selección de segregantes.

La obtención y desarrollo de variedades se pueden lograr mediante dos procesos:

El primero, el cual ha sido parcialmente realizado, es obtener líneas elite con genes simples de interés y con adaptación restringida provenientes de viveros de otras empresas o instituciones, las cuales pueden ser lanzadas como variedades.

El segundo proceso es realizar cruzamientos con parentales caracterizados y seleccionados en el banco de germoplasma y en los viveros de características específicas de resistencia y tolerancia a factores adversos limitantes en la producción con amplia adaptación y que por medio del método genealógico y de retro cruzamientos con selección a través de ambientes permitan obtener y desarrollar líneas elite con caracteres de interés que luego se convertirán en variedades comerciales.

En Colombia existen tres zonas principales arroceras y dos sistemas de producción. La zona centro compuesta por los departamentos del Tolima, Huila y Valle; la segunda zona es la

costa, compuesta por los departamentos de la Costa Norte, bajo Cauca y los Santanderes y la tercera zona con importancia son los Llanos Orientales. Los dos sistemas de producción son riego y seco favorecido.

Para continuar con la estrategia de obtención y desarrollo de variedades por parte de un programa de mejoramiento, en adelante su esquema será dividido en dos zonas para el país arrocero: la zona Centro junto con el Caribe seco y el Caribe húmedo y la zona de los Llanos.

Los materiales parentales seleccionados para realizar los cruzamientos se caracterizan en cada una de las zonas descritas evaluando las siguientes características:

1. Potencial de rendimiento de grano y ciclo de cultivo.
2. Reacción a enfermedades: piricularia, virus de la hoja blanca, helminthosporiosis, bacteriosis, añublo de la vaina o Rhyzoctonia y manchado de grano.
3. Reacción a altas y bajas temperaturas.
4. Reacción a insectos plagas: sogata, hydrellia y enrolladores.
5. Reacción a volcamiento, a toxicidades asociadas con elementos del suelo (hierro, aluminio, carbonatos y sales), a la foto período (horas luz).

Cruzamientos

Figura 11

Cruzamientos



Fuente: Autor

Los cruzamientos según los objetivos se realizarán cada año en Neiva, con siembras en abril y septiembre. El número de cruzamientos a realizarse se definirá cada año según los objetivos; estos se realizarán en forma simple y triple. El número de panículas por cada cruzamiento será de 2 con el propósito de dejar semillas F_1 como reserva que irían a conservarse en el cuarto frío de la empresa Semillas del Huila y ser utilizados en el cruzamiento triple. En el siguiente esquema se definen el tipo de cruzamiento, la fecha de siembra y el semestre. Lo anterior se realiza con extrema puntualidad porque de este paso depende la obtención sistemática de generaciones para seleccionar en las diferentes zonas objetivo cada año y semestre.

Generación F_1

La siembra de esta generación se realizará en la localidad de Neiva, en los meses de septiembre (semestre B) y enero (semestre A), en trasplante con plantas individuales y su

cosecha será en forma masal para cruzas simples y planta individual para cruzas triples, después de una selección fenotípica y de confirmar la efectividad del cruzamiento planeado.

Generación F₂

Esta generación será sembrada por el sistema de trasplante en la localidad del Juncal en el mes de abril (buena oferta ambiental) con plantas individuales en parcelas de 2 a 4 surcos por 5 metros a 25 cm entre plantas y surcos.

Generación F₃

La siembra de esta generación se hará en trasplante en la localidad del Juncal en el mes de noviembre (baja oferta ambiental) con plantas individuales en parcelas de 2 surcos por 5 metros a 25 cm entre plantas y surcos.

Generación F₄

Esta generación se sembrará en el mes de abril en forma directa en parcelas de 2 surcos por 5 metros a 25 centímetros entre surcos, utilizando 10 gramos de semilla por surco (20 gramos por parcela), en las localidades de: Juncal, Tesalia, Villa vieja, Montería y Villavicencio. En la localidad de Tesalia serán seleccionadas entre 40 y 50 panículas individuales de las mejores líneas seleccionadas a través de las localidades mencionadas.

Generación F₅

Las semillas de las mejores Líneas F₄ (semilla F₅) se sembrarán en el mes de noviembre por el sistema de panícula por surco y por trasplante en la localidad del Juncal. En esta generación se evaluará el comportamiento de los materiales en el semestre de baja oferta ambiental y a las líneas seleccionadas como semilla F₆ se les realizaran prueba de molinería: Índice de pilada, porcentaje de grano partido, yesado y centro blanco, además se enviará las muestras al CIAT para evaluar reacción al virus de hoja blanca y porcentaje de amilosa. Con la

semilla restante, es decir los masales, se conformarán los respectivos ensayos. Se debe guardar una muestra de 100 gramos de cada selección del vivero para conservar en el banco base en Neiva. En las líneas seleccionadas en los ensayos de rendimiento a través de las anteriores localidades debe realizarse la prueba de molinería con retraso de cosecha. (Topolanski, 1975)

Prueba nacional.

Las pruebas nacionales de rendimiento estarán bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y con parcelas de 4 a 10 surcos de 5 metros a 25 centímetros entre surco con una densidad de 15 gramos de semilla por surco (90 o 150 gramos por parcela). El sistema de siembra será en forma directa y la fecha límite de siembra será en abril para primer semestre y en noviembre para el segundo semestre. Para aumentar la semilla de las líneas a utilizar en la prueba de evaluación agronómica y en lotes demostrativos de las líneas seleccionadas se deberán seleccionar panículas para la semilla genética y sembrar en trasplante en la localidad del Juncal en el segundo semestre, en áreas de 1500 m² cada una. La evaluación de las pruebas nacionales abarcará varias localidades de las tres zonas arroceras (Centro, Caribe húmedo y Caribe seco) en las fincas de los agricultores. También se debe sembrar una repetición en Villavicencio.

Prueba de evaluación agronómica ante el ICA (PEA)

Las pruebas de evaluación agronómica (PEA) estarán bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y con parcelas de 20 surcos de 10 metros a 25 centímetros entre surco (50 metros cuadrados) con una densidad de 25 gramos por surco (500 gramos por parcela). El sistema de siembra será en forma directa y la fecha límite de siembra será en el mes de abril para el primer semestre y en noviembre para el segundo semestre. En caso de siembra al voleo, se utilizarán en parcelas de 50 metros cuadrados una densidad de 180 kg de

semilla por hectárea o 900 gramos por parcela. Cada zona debe sembrar mínimo cuatro localidades en cada semestre. La zona del Caribe húmedo mínimo dos en el sistema seco y dos en el sistema riego en cada uno de los dos semestres.

En la localidad del Juncal, al inicio de la PEA se deberán sembrar por el sistema de trasplante un lote de 2500 m² de cada línea seleccionada para obtener semilla para utilizarse en el segundo ciclo de la PEA, en la siembra de mínimo tres lotes demostrativos en dos ciclos consecutivos de evaluación con área de 1.0 hectárea en cada zona. En aquellos lotes demostrativos que coincidan con la sede del ingeniero especialista, se debe realizar para cada línea seleccionada los estudios de fenología, fraccionamiento de nitrógeno y reacción a herbicidas.

Oferta varietal

Fedearroz 2000

Siembra

Para preparación en seco y semilla tapada se recomiendan 120-180 kg/ha de semilla. Con sembradora de precisión entre 100 a 130 kg/ha. Óptima producción con 200 a 250 plantas /m² y 500 a 600 panículas /m².

Germinación: Se recomienda un moje rápido para su germinación, no exponer a lámina de agua permanente en estados iniciales.

Características de la variedad

Es una variedad que presenta un buen potencial de rendimiento, calidad molinera y de cocina. Su altura oscila entre 80 y 100 cms, el período vegetativo es de 110 a 125 días.

El crecimiento inicial es rápido, vigoroso y mejora cuando se preabona. La variedad presenta un alto macollamiento y es tolerante al volcamiento, sin embargo, se debe evitar el exceso de fertilizantes nitrogenados y la lámina de agua demasiada alta.

La variedad es resistente al virus de la hoja blanca (la única de América Latina). Es susceptible a *Piricularia* en hoja y cuello, *Burkholderia glumae* y *Rhizoctonia*. Es de amplia adaptabilidad y estabilidad en ambos semestres, puede presentar arista en el grano por efecto climático. Se recomienda la recolección entre el 23 y 24% de humedad de campo.

(FedeArroz, 2000)

Fedearroz 60

Siembra

Para preparación en seco y semilla tapada se recomiendan 120-180 kg/ha de semilla, con sembradora de precisión entre 100 a 130 kg/ha. Óptima producción con 200 a 250 plantas /m² y 500 a 600 panículas/m².

Características de la variedad

El material presenta un vigor inicial alto y mejora cuando se pre abona, presenta alto macollamiento, la variedad es tolerante al volcamiento, se debe tener cuidado en las partes bajas de los lotes donde por exceso de agua, presencia de arroz rojo y exceso de fertilización nitrogenada.

Es sensible a dosis altas de fenoxaprop, metsulfuron metil, propanil y herbicidas hormonales. Evite aplicar hormonales y en especial después de los 40 días de emergencia del cultivo. Es tolerante a *Piricularia*, susceptible a *Rhizoctonia* y a hoja blanca en campo. Bajo condiciones climáticas y de manejo desfavorables, se puede presentar *Gaeumanomyces* (mancha naranja) y *Helminthosporium*. Esta variedad es de alto potencial productivo en las épocas de

mayor oferta lumínica del año. Se recomienda realizar la recolección con humedades de grano entre 22-26 %. (Fedearroz, Variedad fedearroz 60, 2022)

Coprosem – 304

Origen

La variedad Coprosem -304 proviene del cruzamiento C72 efectuado en el año 1999 entre los progenitores femenino Coprosem 1/AZ017 y masculino Coprosem 2/AZ019. Fue seleccionada por método pedigree. En el segundo semestre de 2004 y primer semestre de 2005 fue incluida en pruebas de evaluación agronómica supervisadas por el ICA y se inscribió en el Registro Nacional de Cultivares del ICA. De esta prueba se seleccionó la Línea 304 que se denominó Coprosem- 304 para su comercialización.

Descripción de la Variedad.

La planta es de altura intermedia con tallos fuertes, erectos, flexibles y tolerantes al volcamiento; en estado de plántula tiene crecimiento vigoroso; con buen potencial de macollamiento de acuerdo a las condiciones de manejo, las hojas son erectas, pubescentes y de color verde oscuro; la hoja bandera sobresale por encima de la panícula presentando una senescencia intermedia. El grano es largo, delgado pubescente y presenta arista; el ápice del lema encorvado hacia la palea; la cáscara del grano es de color crema.

El ciclo vegetativo varía para primer semestre entre 110 – 115 días dependiendo de la zona agroecológica, y segundo semestre entre 105 - 110 días.

Comportamiento de la variedad respecto a plagas y enfermedades.

Coprosem -304 es tolerante al daño mecánico de *Sogatodes oriziculus* y al virus de hoja blanca y tanto en condiciones de laboratorio como de campo, en la zona agroecológica del alto Magdalena, presenta una marcada tolerancia a las enfermedades fungosas como piricularia,

helmintosporiosis, añublo de la vaina, pudrición de la vaina y manchado de grano. Tiene un alto potencial de rendimiento debido a su buen tipo de panícula y llenado de grano.

Calidad de Molinería

La calidad de molinería de Coprosem 304 es aceptable siempre y cuando el agricultor cumpla con un buen manejo agronómico del cultivo. Tiene buen rendimiento de arroz excelso, el grano es largo y de apariencia translúcida con poco centro blanco. Tiene un contenido de amilosa intermedio y presenta una buena característica culinaria.

Rendimiento

Coprosem -304 tiene un alto potencial de rendimiento debido a su buen tipo de panícula y llenado de grano.

En diferentes pruebas semi comerciales realizadas en la zona agroecológica del Alto Magdalena su producción en arroz paddy verde (20%-24% de humedad) osciló entre 6 y 10 Tn/ha aproximadamente, dependiendo del manejo agronómico dado al cultivo. (Huila, 2022)

Metodología

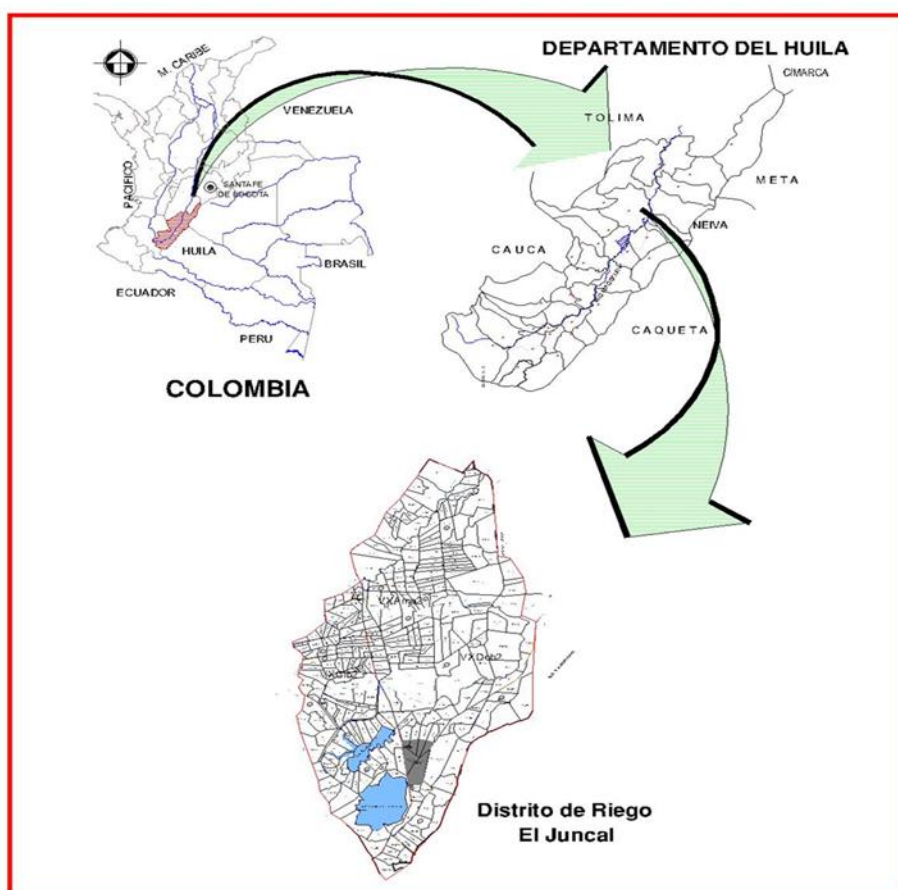
Tipo de investigación

Este trabajo se enmarca dentro de la investigación cuantitativa experimental ya que se utilizan diferentes repeticiones para determinar sus resultados.

Localización y duración de la investigación

Figura 12

Localización Geográfica de la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal “ASOJUNCAL”



Fuente: Asojuncal. (2022). Obtenido de <https://www.asojuncal.com/>

La investigación se llevó a cabo en la zona arrocera de la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de mediana escala el juncal (ASOJUNCAL), ubicado en la vereda el Juncal, del municipio de Palermo Huila, en el centro experimental de la empresa Semillas del Huila S.A. En el semestre A del año 2017. El área está localizada en las coordenadas geográficas N: 2.86646, W: -75.29755, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). El trabajo de campo de la investigación tuvo una duración de 120 días.

Tabla 3

Características Agroclimáticas.

Parámetros	Unidad	Promedio
Altitud	Msnm	460
Temperatura promedio	°C	26.7°
Humedad relativa	%	73
Precipitación promedio anual	Mm	1350
Brillo solar	Horas/día	5.2
Velocidad del viento	m/seg	1.2
Evaporación	mm	1734
Evapotranspiración	mm	1478

Fuente: Autor.

Tabla 4*Características pedológicas*

Parámetros	Unidad
Topografía	plana
Textura del suelo	FA/FArA
Infiltración (cm/hr)	6.3-12.7 Mod. rápida
Ph	6,6
% de materia orgánica	2.06
Consistencia	Friable húmedo-arrastre
Temperatura °C	39.7
Porosidad %	45.8
Limi/te profundidad (0-50cm)	Pedregosidad-horizonte argilico
Da(gr/cm³)	1.37

Fuente: Autor.

Materiales e insumos

Entre los materiales y equipos que se utilizaron para la realización de la investigación tenemos los siguientes:

Materiales

- Cinta métrica
- Estacas de madera
- Bomba de espalda o aguilillo
- Escardillos
- Cuadro de PVC de 12.5 x 12.5 cmt
- Marcadores permanentes, lapiceros, lapiz
- Balanza
- Herramienta para recolectar el arroz (hoz)
- pala, rastrillos manuales
- Marcador
- Bolsas de papel y polipropileno
- Tractor, rastra, rastrillo
- Fibra de polipropileno

Insumos

- Fertilizantes: Urea, Dap, Kcl, Sam, Agrimins,
- Herbicidas Pendimetalina, butaclor y papyrus.

Genotipos evaluados

1. Línea SH101-1-N1-2-2-M
2. Línea SH108-2-N11-1-1-MC

3. Línea SH111-1-N3-2-2-2-MC
4. Línea SH117-1-N9-1-1-1-ML
5. Fedearroz 2000(Testigo)
6. Fedearroz-60(Testigo)
7. Coprosem 304(Testigo)

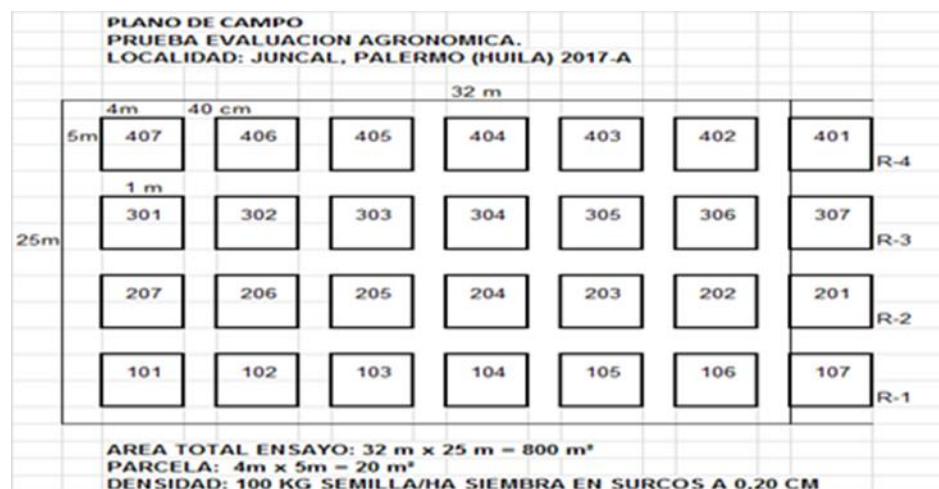
Metodología de la investigación

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos: cuatro líneas promisorias y tres variedades comerciales como testigos. Se utilizaron cuatro repeticiones.

Figura 13

Plano de campo



Fuente: Autor

Tamaño de la parcela

El tamaño de cada una de las parcelas fue de 20 m². La siembra se realizó en surcos, con una densidad de 100 kilogramos de semilla por hectárea. A Cada una de las parcelas del ensayo se le realizaron 20 surcos de 5 metros lineales, separados cada uno a una distancia de 20 centímetros. Para la siembra de cada uno de los surcos se empleó 10 gramos de semilla, empleando 2 gramos por metro lineal. En total se emplearon 200 gramos de semilla por parcela.

Las características de las parcelas experimentales que se utilizaron en el estudio se detallan a continuación:

La ubicación de cada tratamiento en las respectivas repeticiones, se distribuyó con base a un sorteo, como lo indica el diseño de bloques completos al azar, y se detallan a continuación:

Tabla 5*Prueba de evaluación agronómica 2017-A*

No.	Genealogía	No. Parcela			
		REP 1	REP 2	REP 3	REP 4
1	SA101.1.N1.2.2.M	101	206	303	404
2	SA108.2.N11.1.1.MC	102	202	306	401
3	SA111.1.N3.2.2.2.MC	103	201	301	406
4	SA117.1.N9.1.1.1.ML	104	204	307	403
5	COPROSEM 304	105	207	304	407
6	FEDEARROZ 2000	106	203	305	402
7	FEDEARROZ 60	107	205	302	405

Fuente: Autor.

Testigos variedades comerciales:

COPROSEM 304

FEDEARROZ 60

FEDEARROZ 2000

Parcelas 20 surcos a 0,20 cm – 4m x 5m – 20m²

Cada parcela va con 200 gramos de semilla.

Tabla 6*Libro de campo prueba de evaluación agronómica 2017-A*

Parcela	TRA/TO	GENEALOGIA	301	3	SA111.1.N3.2.2.2.MC
101	1	SA101.1.N1.2.2.M	302	7	FEDEARROZ 60
102	2	SA108.2.N11.1.1.MC	303	1	SA101.1.N1.2.2.M
103	3	SA111.1.N3.2.2.2.MC	304	5	COPROSEM 304
104	4	SA117.1.N9.1.1.1.ML	305	6	FEDEARROZ 2000
105	5	COPROSEM 304	306	2	SA108.2.N11.1.1.MC
106	6	FEDEARROZ 2000	307	4	SA117.1.N9.1.1.1.ML
107	7	FEDEARROZ 60	401	2	SA108.2.N11.1.1.MC
201	3	SA111.1.N3.2.2.2.MC	402	6	FEDEARROZ 2000
202	2	SA108.2.N11.1.1.MC	403	4	SA117.1.N9.1.1.1.ML
203	6	FEDEARROZ 2000	404	1	SA101.1.N1.2.2.M
204	4	SA117.1.N9.1.1.1.ML	405	7	FEDEARROZ 60
205	7	FEDEARROZ 60	406	3	SA111.1.N3.2.2.2.MC
206	1	SA101.1.N1.2.2.M	407	5	COPROSEM 304
207	5	COPROSEM 304			

Fuente: Autor.

Tabla 7*Proceso de obtención de las cuatro líneas promisoras de arroz de semillas del Huila 2017-A.*

Genealogía:	SA101-1-N1-2-2-M	
Progenitor Femenino:	SAN JUAN VENEZUELA21/CT15150-M-13-2-1-2-1V	
Progenitor Masculino:		
Generación Filial:	Localidad	Año-semestre
F1	Neiva	2011A
F2	Juncal	2011B

F3	Juncal	2012A
F4	Juncal	2012B
F5	Juncal	2013A
F6	Juncal	2013B

Fuente: Autor.

Nota. Proceso de obtención de la línea SH-101.

Genealogía: SA111-1-N3-2-2-2-MC
LV1063-543-

Progenitor Femenino: 12
FEDEARROZ

Progenitor Masculino: 60

Generación Filial:	Localidad	Año-semestre
F1	Neiva	2011A
F2	Juncal	2011B
F3	Juncal	2012A
F4	Juncal	2012B
F5	Juncal	2013A
F6	Juncal	2013B

Fuente: Autor.

Nota. Proceso de obtención de la línea SH-111.

Genealogía: SA108-2-N11-1-1-1-MC
FEDEARROZ

Progenitor Femenino: 473

Progenitor Masculino: VENEZUELA21/SC112

Generación Filial:	Localidad	Año-semestre
F1	Neiva	2011A
F2	Juncal	2011B
F3	Juncal	2012A
F4	Juncal	2012B
F5	Juncal	2013A
F6	Juncal	2013B

Fuente: Autor.

Nota. Proceso de obtención de la línea SH-108.

Genealogía: SA117-1-N9-1-1-1-ML

Progenitor Femenino: CT21375-43-1/LV1063-4

Progenitor Masculino: SAN JUAN

Generación Filial:	Localidad	Año-semestre
F1	Neiva	2011A

F2	Juncal	2011B
F3	Juncal	2012A
F4	Juncal	2012B
F5	Juncal	2013A
F6	Juncal	2013B

Fuente: Autor.

Nota. Proceso de obtención de la línea SH-117

Instalación del ensayo

Labores Del Cultivo

Preparación Del Terreno

El terreno donde se realizó la investigación, provenía de una rotación con frijol mungo al cual se le realizaron dos pases de rastra y una de rastrillo pulidor, posteriormente se hizo una micro nivelada para corregir desniveles del terreno y facilitar las labores de riego. El área del ensayo se surco manualmente con escardillos, formando surcos cada 20 cm para proceder al marcado de las parcelas. El área del ensayo se distribuyó en 28 parcelas de 20 metros cada una.

Siembra

La siembra de cada una de las parcelas se realizó de forma manual a chorro continuo, empleando 2 gramos de semilla por metro lineal; por surco se utilizó 10 gramos y por parcela 200 gramos, empleándose en total una densidad de siembra de 100 kilogramos por hectárea.

Control De Malezas

Terminada la siembra del ensayo, se demarco el área con un caballón para poder manejar el riego independientemente y se procedió a realizar el llenado de la piscina, para estimular el proceso de germinación de los materiales. Sobre suelo húmedo se aplicó con aguilillo el sello para evitar la germinación de malezas. Se empleó 2.5 litros de pendimetalina, 2 litros de butaclor y 500 gramos de papyrus por hectárea.

Manejo agronómico de la prueba

El manejo agronómico de la prueba fue similar para todos los tratamientos y la nutrición se efectuó de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, previo análisis del mismo. No se realizaron controles químicos para insectos fitófagos ni enfermedades.

Cosecha

La cosecha de cada una de las líneas y variedades se realizó cuando los granos presentaban entre 22 – 23% de humedad. Cada tratamiento se cosechó por separado de manera

manual, utilizando la hoz como herramienta de corte, al tiempo que se desgranaba o destamaba cada uno de los manojos cortados golpeándolos contra una caneca de plástico. El arroz paddy verde resultante de la corta, se depositaba en una bolsa de polipropileno debidamente marcada con el número del tratamiento.

Variables a evaluar

Las variables evaluadas se agruparon teniendo en cuenta el tipo de afinidad entre sus componentes para el análisis apropiado de los resultados obtenidos.

Variables relacionadas con el crecimiento

Las siguientes características se estimaron en 10 plantas tomadas al azar en la parcela útil.

Días de emergencia a floración

Se contó el número de días comprendidos entre la fecha de emergencia y cuando el 50% de las panículas estaban completamente fuera de la hoja bandera e iniciando la antesis o emisión de polen.

Días de emergencia a cosecha

Se contó el número de días comprendidos desde la fecha de emergencia hasta cuando las plantas estaban aptas para ser recolectadas.

Altura de planta

Se midieron los centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta sin considerar las aristas.

Variables relacionadas con aspectos fitosanitarios

La medida de una enfermedad fue tomada como la cuantificación del daño que ésta causo al cultivo. Esta cuantificación normalmente fue visual y auxiliada por un diagrama del área

foliar afectada o del tipo de lesión causada (escalas del sistema de evaluación estándar del IRRI-CIAT, 2002), y fue el método principal para medir su incidencia y su severidad.

Incidencia: Definido como el porcentaje de unidades (plantas infectadas en el número total de unidades estimadas).

Severidad: Referida como la medida de cuanto de la planta o cuanto de tejido de la planta se encuentra afectada por la enfermedad.

En el siguiente cronograma se listan las enfermedades evaluadas, su agente causal, así como el periodo de evaluación.

Tabla 8.

Cronograma de evaluación de enfermedades en la prueba de evaluación agronómica.

Enfermedad	Agente causal o vector	Periodo
Añublo de la vaina	<i>Thanethoporus cucumeris</i> (= <i>Rhizoctonia solani</i>)	30 DDF
Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	30 DDF
Añublo del arroz	<i>Magnaporthe grisea</i> (= <i>Pyricularia grisea</i>)	35, 45 DDS
Añublo del Arroz	<i>Magnaporthe grisea</i>	12-17-23-28 DDF
Panícula	(= <i>Pyricularia grisea</i>)	
Añublo bacterial	<i>Burkholderia glumae</i> , <i>Pseudomonas fuscovagine</i>	30 DDF

Fuente: Autor

DDS = Días después de siembra; DDF =Días Después de Floración.

Se evaluó en el periodo de cada enfermedad, utilizando la escala del IRRI-CIAT (2002) donde:

0 No incidencia o no daño

1 menos del 1% de daño

3 1-5%

5 6-25%

7 26-50%

9 51-100%

Variables relacionadas con el rendimiento de grano y sus componentes

Panículas efectivas por metro cuadrado

Antes de la cosecha se tomó una muestra de plantas en un marco de 12.5 x12.5 centímetros en los surcos o áreas de muestreo. Se contó en número de panículas efectivas y se llevó el dato a panículas por metro cuadrado.

Longitud de panícula

En 5 panículas de las anteriores al azar se midió la longitud, desde el nudo ciliar hasta la punta del grano más pronunciado sin incluir la arista; promediando y registrando en centímetros.

Granos por panícula

El total de las panículas efectivas de la muestra del marco, se desgranaron y separaron los granos de las panículas (granos vanos); contando el total de los granos que al dividir por el número de panículas efectivas generará el número de granos por panícula.

Vaneamiento

Esta dado en porcentaje por la relación:

porcentaje vaneamiento = $\frac{\text{Total espiguillas}}{\text{Total granos más Total espiguillas}} \times 100$.

Peso de 1000 granos

Se pesará el total de los granos expresados en gramos para realizar la siguiente relación:

Peso 1000 granos = $(1000 \times \text{Peso total granos}) / \text{Número total de granos}$.

Rendimiento de grano

El rendimiento de grano de cada unidad experimental luego de ser cosechada el área útil (20 metros cuadrados) se registrara como peso de campo en kilogramos (con un decimal) y se determinara el porcentaje de humedad para uniformizar al 14 por ciento; mediante la siguiente formula:

$\text{Kg/Ha} = \text{peso campo (kg)} \times (100 - \text{porcentaje humedad}) \times (10000\text{m}^2/20\text{m}^2) \times (1/(100 - 14))$.

Variables relacionadas con características de cálida molinera de grano

Al momento de la cosecha oportuna (humedad del grano 22-24%) se cosecharon de los surcos de muestreo una muestra (empacada en bolsa de papel) de 1500 gramos de cada una de las parcelas (en las cuatro repeticiones), para luego extraer las impurezas y proceder al secado a la sombra, para llevarlas a una humedad del 12 al 14 por ciento.

Estas muestras se enviaron al laboratorio de calidad de molinos Roa S.A, de Neiva para sus respectivos análisis, realizando el siguiente procedimiento:

Descascarada. De la muestra de grano seco libre de impurezas se pesaron 1000 gramos y se descascararon en molino de prueba para determinar el porcentaje de arroz integral y el porcentaje de cascarilla.

Pulida. El arroz integral se sometió al pulidor por un tiempo de un minuto y de allí se determinó:

Rendimiento en molino (RM) o porcentaje de blanco.

Corresponde al grano blanco más el partido en porcentaje con respecto a la muestra de 1000 gramos.

Índice de pilada (IP) o porcentaje de grano excelso.

Corresponde al grano blanco entero más el grano hasta $\frac{3}{4}$ de tamaño en porcentaje. Se obtuvo tomando la muestra del RM para extraer el partido por medio de un clasificador automático de 4.5; pesamos el grano blanco entero y el partido para su cálculo con base a 1000 gramos de la muestra inicial.

Porcentaje de grano partido.

Corresponde al grano menor de $\frac{3}{4}$ de tamaño en porcentaje; luego 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:

Porcentaje de grano con centro blanco.

Es la cantidad de grano entero más $\frac{3}{4}$ que presenta centro blanco dado en porcentaje.

Porcentaje de grano yesado.

Es la cantidad de grano entero más $\frac{3}{4}$ que presenta yeso dado en porcentaje.

Análisis estadístico

El diseño que se empleó en el desarrollo de la investigación fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para la localidad y la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5%. Las enfermedades se compararon mediante la prueba de Friedman para variables no paramétricas.

Resultados y discusión

Características relacionadas con el crecimiento

Los resultados de los análisis de varianza muestran diferencias altamente significativas para las características floración (días), cosecha (días), altura de planta (cm) entre los genotipos (líneas y variedades) en el ambiente El Juncal, Palermo (Huila). (Tabla 9).

Días de emergencia a Floración

Esta característica fue estimada como el número de los días de emergencia a floración. La línea con menor floración promedio fue SH101-1-N1-2-2-M con 78 días, y la de mayor la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML con 97 días; seguida de las líneas SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH108-2-N11-1-1-MC con 83 y 96 días respectivamente. La variedad más precoz fue Coprosem 304 con 78 días y la más tardía Fedearroz 2000 con 88 días. En general el rango de floración en las líneas fue muy similar a la variedad testigo Fedearroz 60 (Tabla 9).

Características relacionadas con el crecimiento

Tabla 9

Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias de las variables relacionadas con crecimiento del arroz.

Fuentes de Variación	GL	Cuadrados medios		Altura planta (cm)
		Floración (Días)	Cosecha (Días)	
Modelo	9	162 **	162 **	80 **

Repetición	3	1	ns	1	ns	12	ns
Genotipo	6	242	**	242	**	114	**
Error	18	5		5		8	
CV (%)		3		2		2	

*, ** = niveles de significancia al 0,05 y 0,01, respectivamente. ns= no significativo.

CV= Coeficiente de variación.

Genotipo	Comparación de Medias								
	Floración			Cosecha			Altura planta		
	(Días)			(Días)			(cm)		
SA117-1-N9-1-1-1-ML	(7)	97	c	(7)	127	d	(7)	121	c
SA111-1-N3-2-2-2-MC	(3)	83	ab	(3)	113	ab	(3)	107	ab
SA108-2-N11-1-1-MC	(6)	96	c	(6)	126	d	(6)	112	b
SA101-1-N1-2-2-M	(1)	78	a	(1)	108	a	(1)	105	a
Fedearroz 60	(4)	84	bc	(4)	114	bc	(4)	109	ab
Fedearroz 2000	(5)	88	c	(5)	118	c	(2)	105	a
Coprosem 304	(2)	78	a	(2)	108	a	(5)	109	ab
Promedio		86			116			110	
DMS		5			5			6	

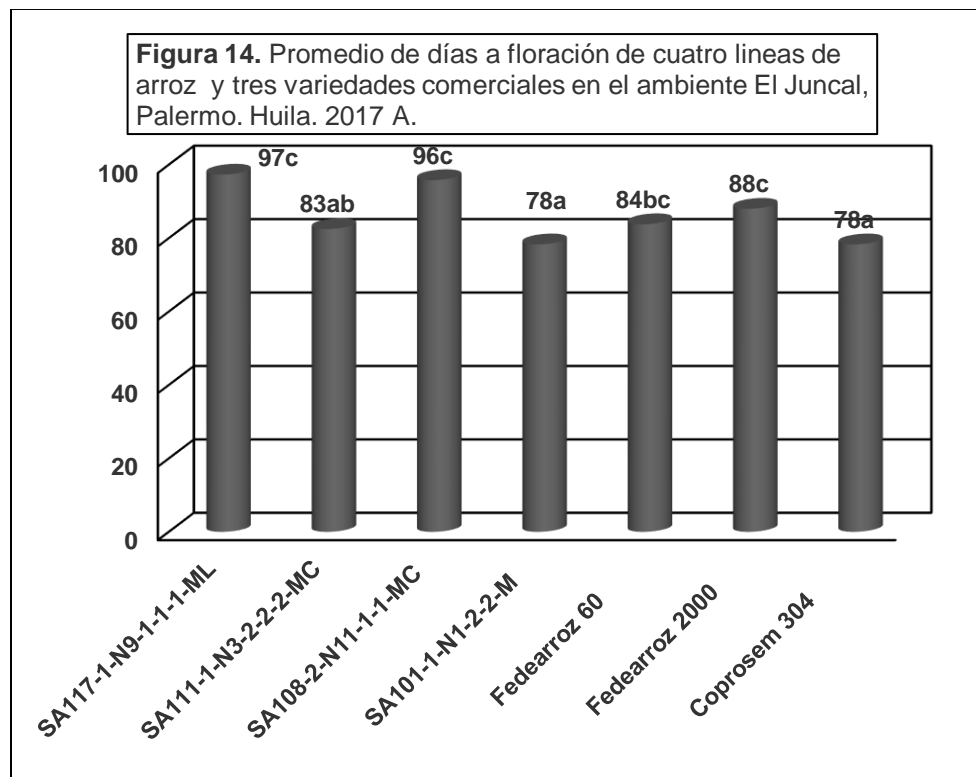
()= Indica el lugar ocupado por el genotipo. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con $P < 0,05$ (Tukey).

DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de 4 repeticiones.

En general el rango de floración en las líneas fue más amplio entre 78 días en SH101-1-N1-2-2-M y 97 días en SH117-1-N9-1-1-1-ML; mientras, en las variedades fue más estrecho entre 78 días en la variedad Coprosem 304 y 88 días en Fedearroz 2000 (Figura 14).

Figura 14

Promedio de días a floración de genotipos de arroz evaluados 2017-A



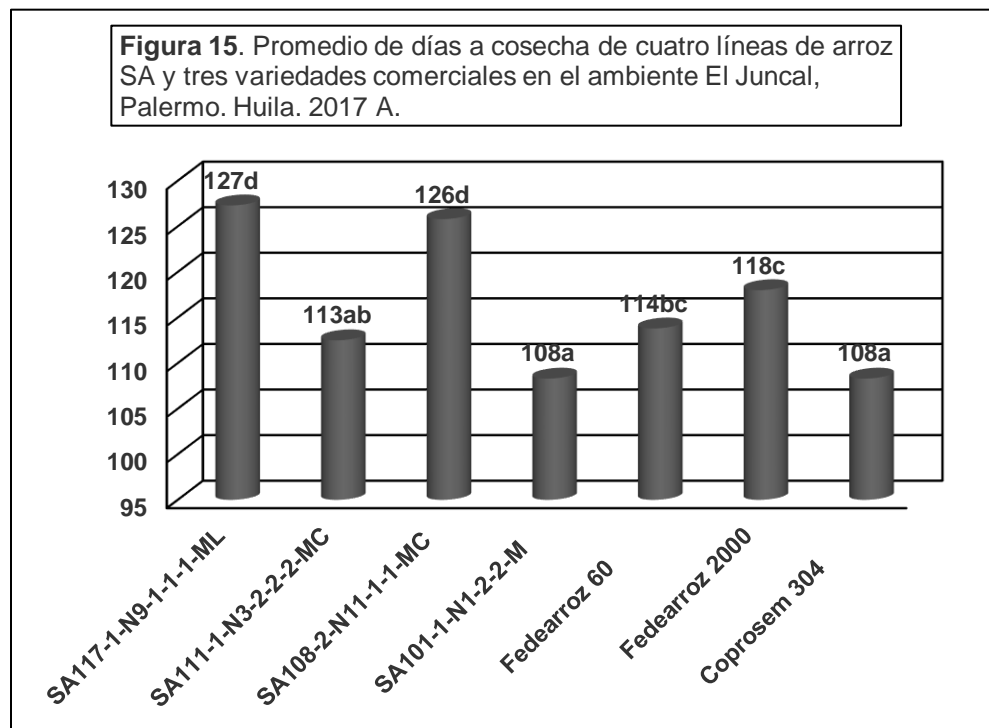
Fuente: Autor

Días de emergencia a Cosecha

Esta característica fue estimada como el número de los días de emergencia a cosecha. La línea con menor días a cosecha promedio fue SH101-1-N1-2-2-M con 108 días, y la de mayor la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML con 127 días; seguida de las líneas SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH108-2-N11-1-1-1-MC con 113 y 126 días respectivamente. La variedad más precoz fue Coprosem 304 con 108 días y la más tardía Fedearroz 2000 con 118 días.

Figura 15

Promedio de días a cosecha genotipos de arroz



Fuente: Autor

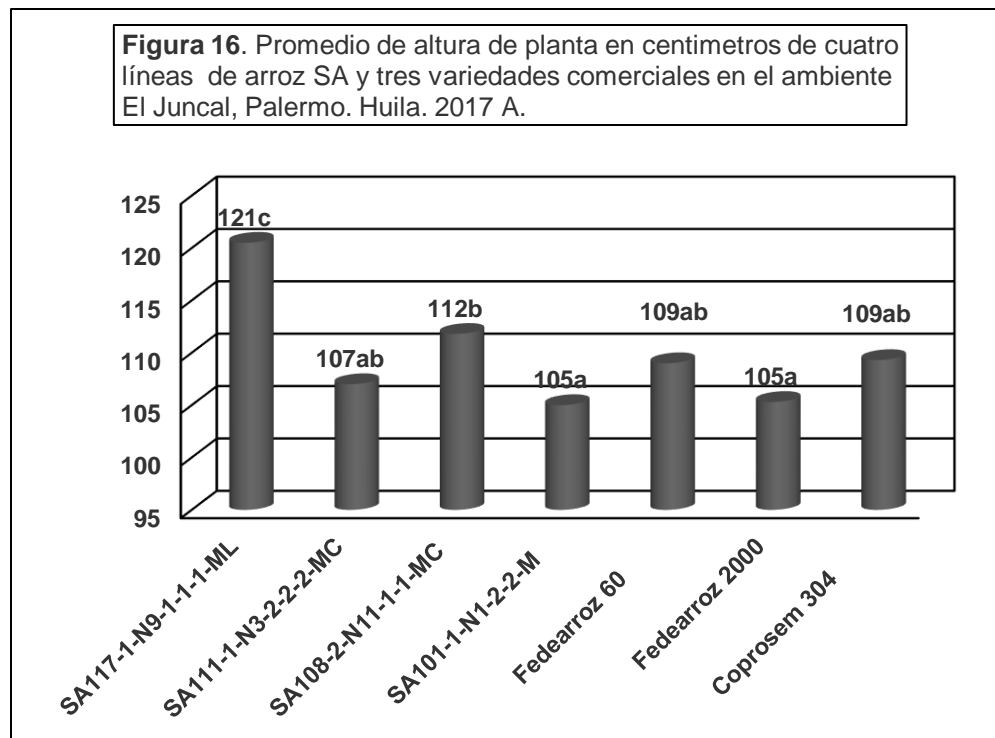
En general el rango de días a cosecha en las líneas fue más amplio entre 108 días en SH101-1-N1-2-2-M y 127 días en SH117-1-N9-1-1-1-ML; mientras, en las variedades fue más estrecho entre 108 días en la variedad Coprosem 304 y 118 días en Fedearroz 2000 (Figura 15).

Altura de planta

Esta característica fue estimada en centímetros (cm). La línea con menor altura promedio fue SH101-1-N1-2-2-M con 105 y la mayor la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML con 121 cm. La línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presentó 107 cm de altura y la línea SH108-2-N11-1-1-1-MC, 112 cm. La variedad con menor altura fue Fedearroz 2000 con 105 cm y las más altas Coprosem 304 y Fedearroz 60 con 109 cm. (Tabla 9).

Figura 16

Promedio de altura de planta en centímetros de genotipos de arroz



Fuente: Autor

Las líneas SH101-1-N1-2-2-M, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH108-2-N11-1-1-1-MC, presentaron alturas de planta similares a las variedades testigo Fedearroz 60 y Coprosem 304; mientras, en la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML su altura de planta fue mayor que las variedades testigo. (Figura 16).

Rendimiento de grano y sus componentes

Los resultados de los análisis de varianza en la tabla 2 muestran diferencias altamente significativas para las características de panículas efectivas promedio por m² (No), longitud de panícula promedio (cm), granos por panícula promedio (No), espiguillas por panícula promedio (No), vaneamiento promedio (%), peso de 1000 granos promedio (g) y rendimiento de grano

promedio (kg/ha) al 14 por ciento de humedad entre los siete genotipos (líneas y variedades) en el ambiente El Juncal, Palermo.

Panículas efectivas por metro cuadrado

Los resultados indican que el número de panículas efectivas promedio por metro cuadrado fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor número de panículas fue SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 1367 seguida de la línea SH108-2-N11-1-1-MC, con 1308, luego de la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 1108; y con menor número de panículas, la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 867. La variedad con mayor número de panículas fue Fedearroz 60 con 1234, luego Fedearroz 2000 con 1008 y la menor Coprosem 304 con 867 panículas (Tabla 10)

Tabla 10

Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias relacionadas con el rendimiento del arroz.

Fuentes de Variación	GL	Cuadrados medios													
		Panículas/m ² (No)		Longitud panícula (cm)		Granos/panícula (No)		Espiguillas/panícula (No)		Vaneamiento (%)		Peso 1000 granos (gr)		Rendimiento (14 %hum.) (kg/ha)	
Modelo	9	108331	*	11,8	**	573	*	694	**	9	**	12,3	**	3174822	**
Repetición	3	42260	ns	2,5	ns	118	ns	79	ns	3	ns	0,1	ns	1157163	**
Genotipo (Gen.)	6	141367	**	16,5	**	800	**	1002	**	6	**	18,3	**	4183652	**
Error	18	38146	*	2,1		167		90		18		0,8		136957	
CV (%)		17,4		5,7		19,9		29,3		11,9		3,6		7,1	

*, ** = niveles de significancia al 0,05 y 0,01, respectivamente. ns= no significativo.

&: Porcentaje de explicación de la variación.

CV= Coeficiente de variación.

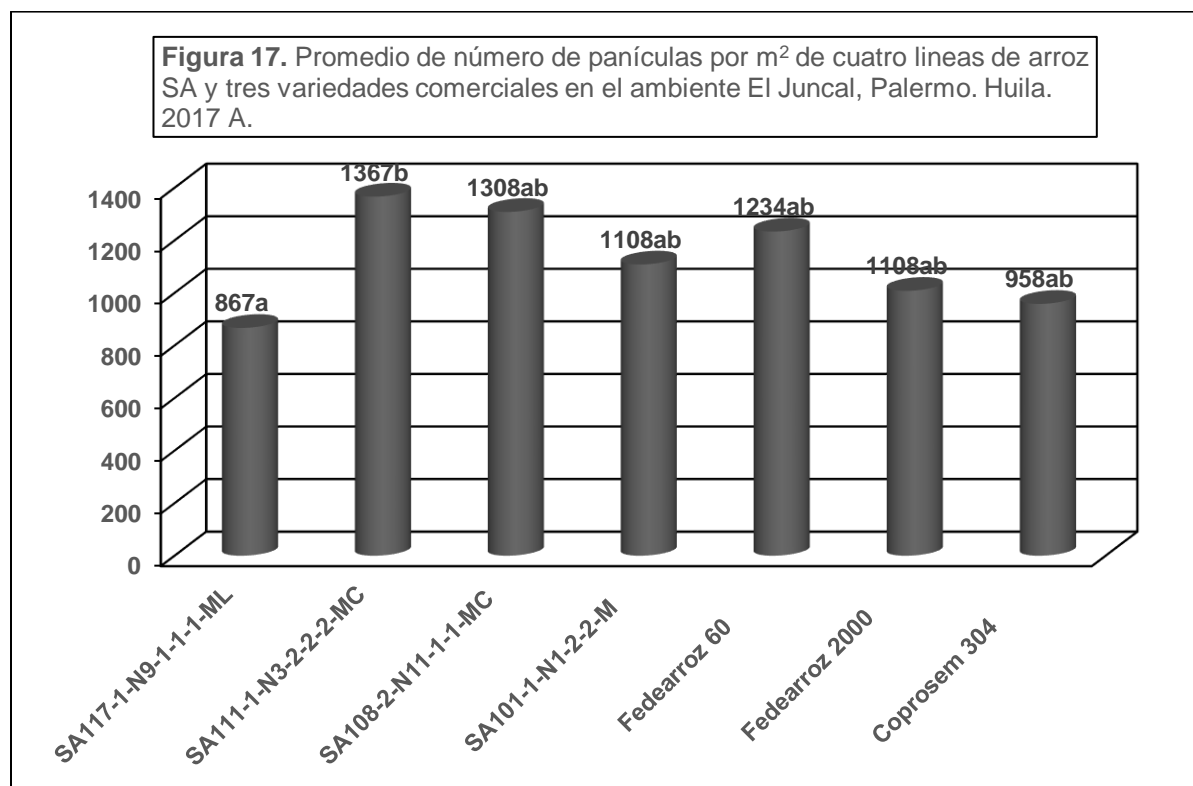
Genotipo	GL	Comparación de Medias																			
		Panículas/m ² (No)		Longitud panícula (cm)		Granos/panícula (No)		Espiguillas/panícula (No)		Vaneamiento (%)		Peso 1000 granos (gr)		Rendimiento (14 %hum.) (kg/ha)							
SA117-1-N9-1-1-1-ML	(7)	867	a	(1)	29	b	(1)	94	b	(6)	42	bc	(4)	31	c	(6)	23	ab	(4)	5286	bc
SA111-1-N3-2-2-2-MC	(1)	1367	b	(3)	27	ab	(4)	62	a	(1)	16	a	(2)	21	ab	(1)	28	d	(1)	6580	e
SA108-2-N11-1-1-MC	(2)	1308	ab	(5)	24	a	(2)	69	ab	(2)	16	a	(1)	19	a	(5)	23	b	(2)	6338	de
SA101-1-N1-2-2-M	(4)	1108	ab	(6)	24	a	(7)	52	a	(3)	23	ab	(3)	30	bc	(3)	24	bc	(3)	5530	cd
Fedearroz 60	(3)	1234	ab	(2)	27	ab	(6)	54	a	(5)	39	bc	(6)	42	de	(2)	26	c	(6)	4321	a
Fedearroz 2000	(5)	1008	ab	(7)	23	a	(5)	58	a	(4)	32	ab	(5)	36	cd	(7)	21	a	(5)	4442	ab
Coprosem 304	(6)	958	ab	(4)	26	ab	(3)	66	ab	(7)	60	c	(7)	48	e	(4)	24	bc	(7)	3931	a
Promedio		1121		26		65		32		32		24		24		5204					
DMS		456		3		30		22		9		2		864							

Fuente: Autor

()= Índica el lugar ocupado por el genotipo. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con $P < 0,05$ (Tukey).
 DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de 4 repeticiones.

Figura 17

Promedio de numero de panículas por m.²



Fuente: Autor

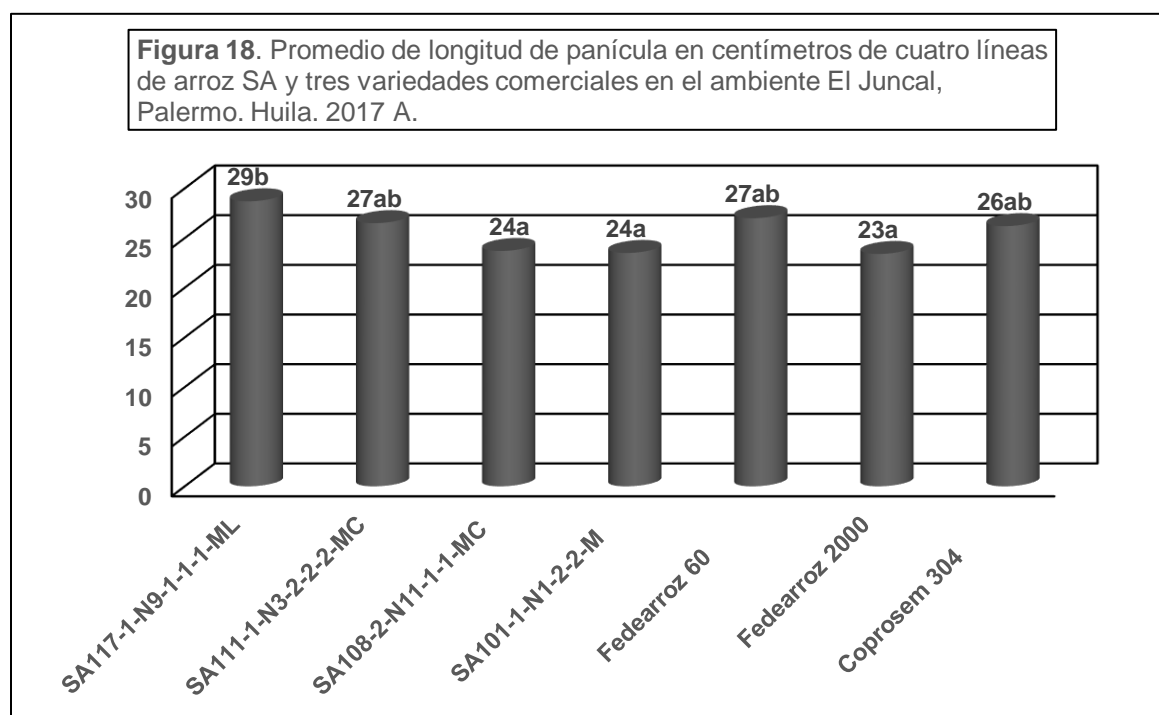
La línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presento mayor número de panículas efectivas por metro cuadrado promedio que las variedades testigo; este componente superior permite obtener mayores rendimientos de grano en esta línea evaluada (Figura 17).

Longitud de panícula

Los resultados indican que la longitud de panícula promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). Esta característica fue estimada en centímetros (cm). La línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, presento la mayor longitud de panícula con 27 cm y la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, la menor longitud de panícula con 26 cm; mientras, en las líneas SH101-1-N1-2-2-M y SH108-2-N11-1-1-MC, la longitud de panícula fue de 24 cm. La variedad con mayor longitud de panícula Fedearroz 60 con 27 cm y la menor Fedearroz 2000 con 23 cm. (Tabla 10).

Figura 18

Promedio de longitud de panícula de genotipos de arroz.



Fuente: Autor

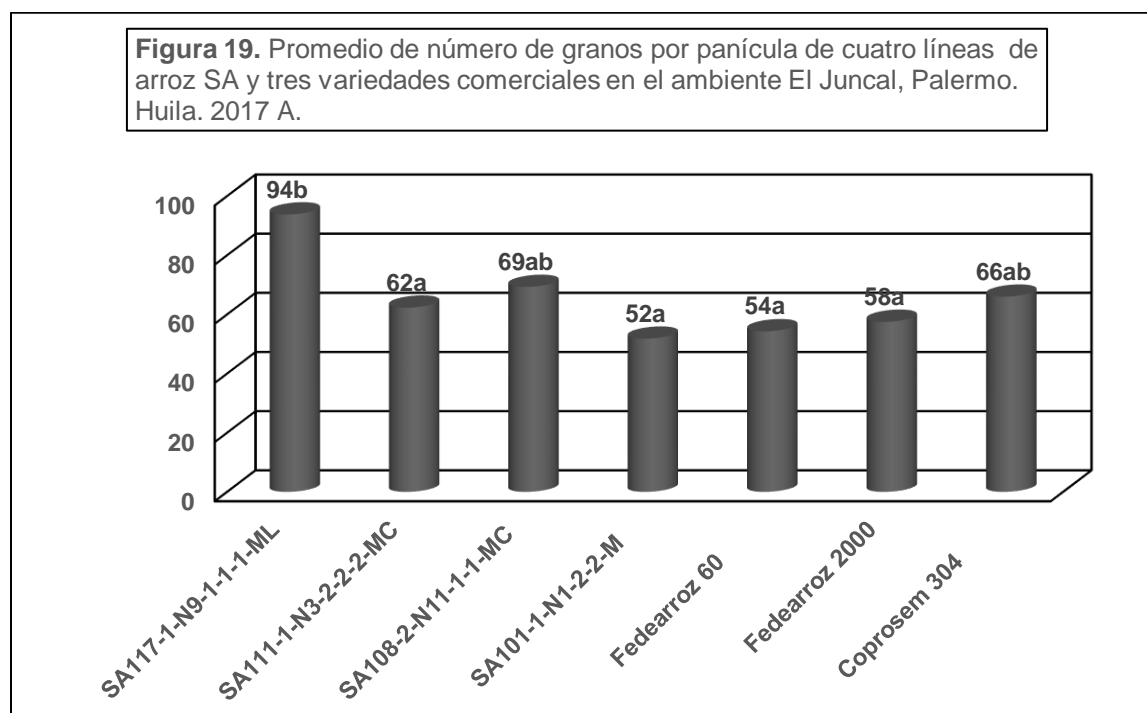
Las líneas SH117-1-N9-1-1-1-ML y SH111-1-N3-2-2-2-MC, presentaron mayor longitud de panícula promedio que las variedades testigo. Este componente contribuyo en parte a explicar sus altos rendimientos de grano a la cosecha (Figura 18).

Granos por panícula

Los resultados indican que el número de granos por panícula promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor número de granos por panícula fue SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 94 seguido de la línea SH108-2-N11-1-1-MC, con 69; luego, la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 62 granos y con menor número de granos la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 52 granos. La variedad con mayor número de granos fue Coprosem 304 con 66 y la menor Fedearroz 60 con 54 granos. (Tabla 10).

Figura 19

Promedio de numero de granos por panícula.



Fuente: Autor

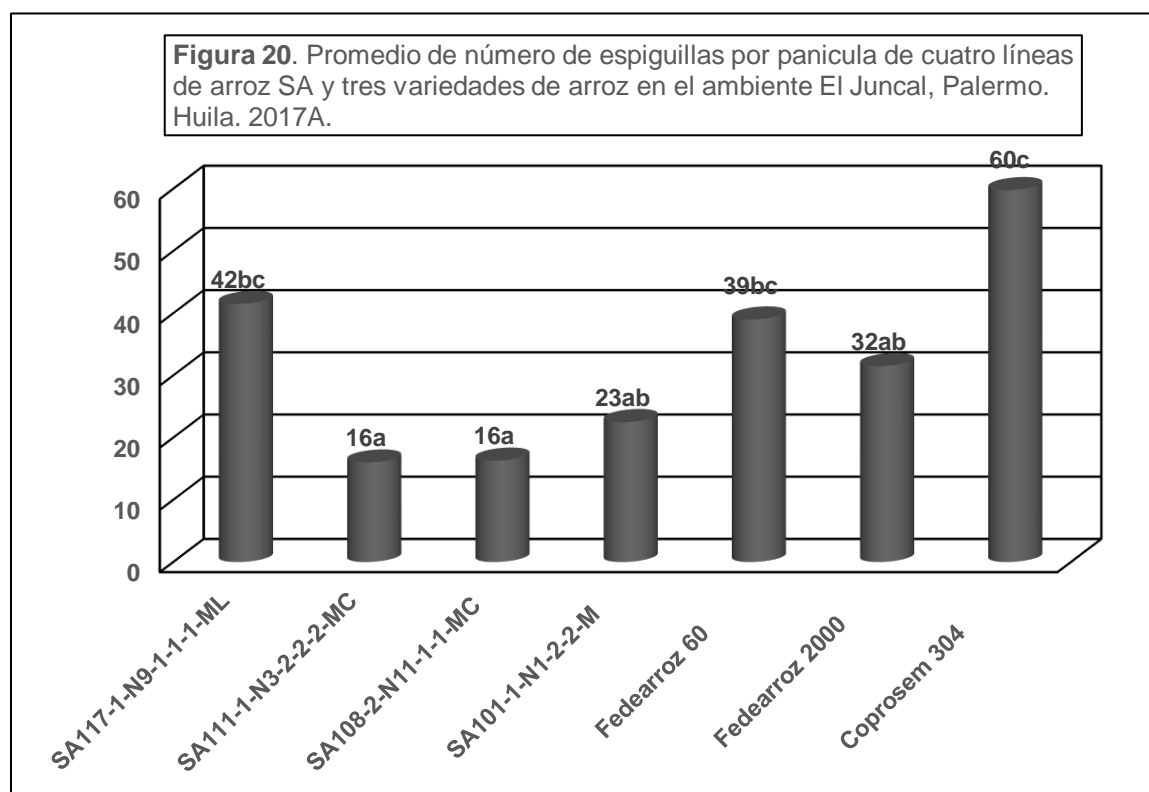
Las líneas SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, presentaron mayor número de granos por panícula promedio que las variedades testigo. Este componente de rendimiento también contribuyó en parte a explicar sus altos rendimientos de grano a la cosecha (Figura 19).

Espiguillas por panícula

Los resultados indican que el número de espiguillas por panícula promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). Las líneas con menor número de espiguillas por panícula fueron SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH108-2-N11-1-1-MC, con 16 espiguillas; seguido de la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 23 espiguillas y la de mayor numero de espiguillas por panícula fue la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 42 espiguillas. La variedad con menor número de espiguillas fue Fedearroz 2000 con 32 espiguillas y la mayor Coprosem 304 con 60 espiguillas. (Tabla 10).

Figura 20

Promedio de numero de espiguillas por panícula



Fuente: Autor

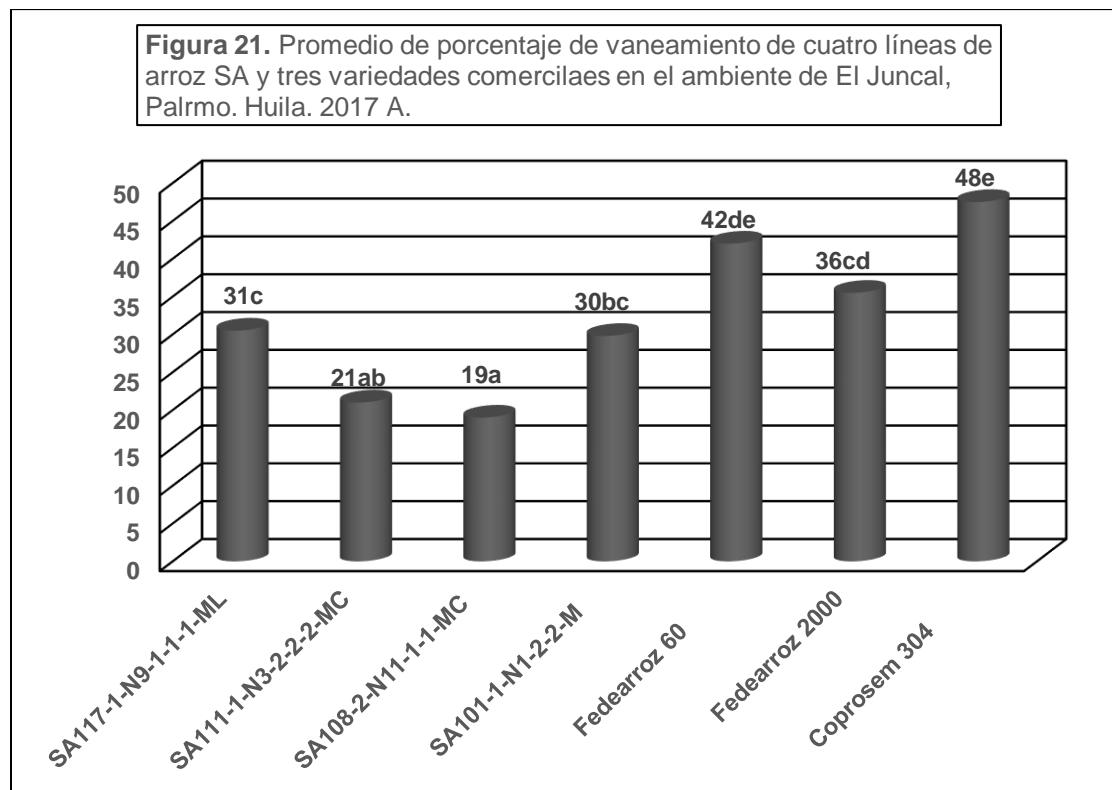
Tres líneas presentaron menor promedio de número de espiguillas que las variedades testigo. Este otro componente también contribuyó en parte a explicar sus altos rendimientos de grano a la cosecha (Figura 20).

Vaneamiento

Los resultados indican que el porcentaje de vaneamiento promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con menor vaneamiento fue SH108-2-N11-1-1-MC, con 19 por ciento, seguido de la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 21 por ciento; después, la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 30 por ciento y la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 31 por ciento. La variedad con menor vaneamiento fue Fedearroz 2000 con 36 por ciento y el mayor Coprosem 304 con 48 por ciento. (Tabla 10).

Figura 21

Promedio de porcentaje de vaneamiento.



Fuente: Autor

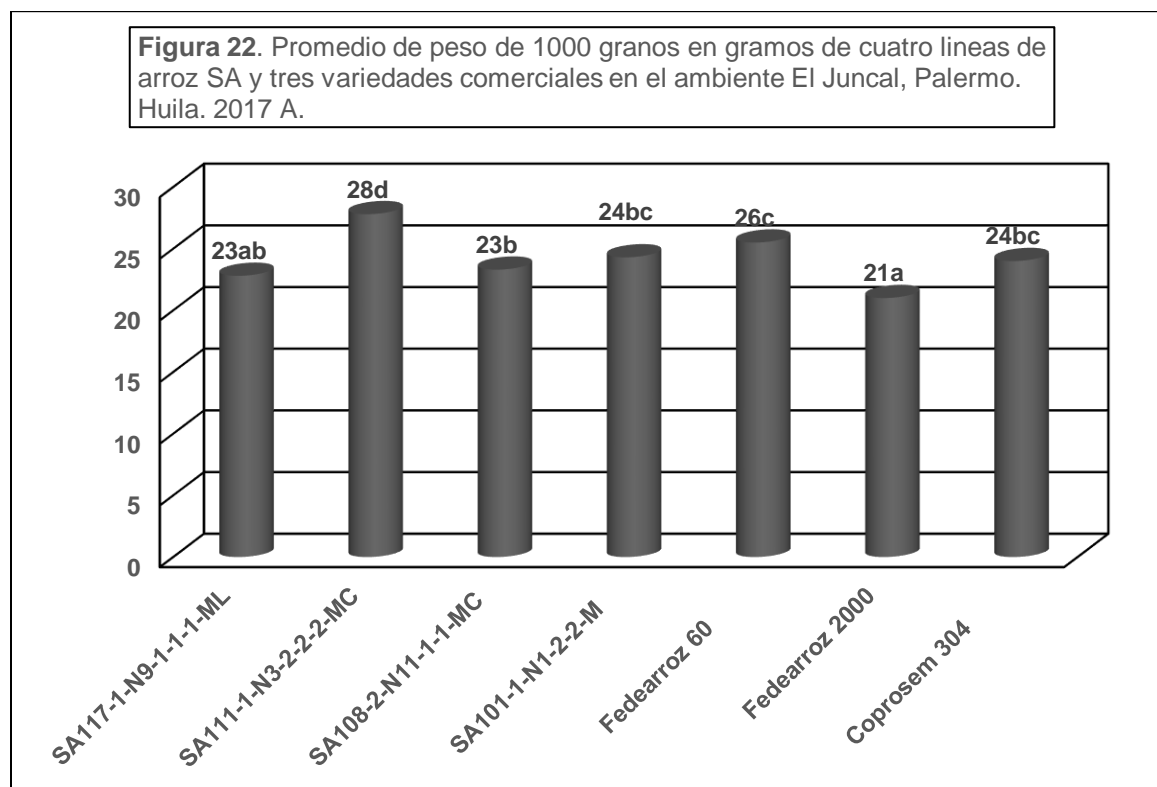
Las líneas presentaron menor vaneamiento promedio que las variedades testigo. Este otro componente también contribuyó en parte a explicar sus altos rendimientos de grano a la cosecha (Figura 21).

Peso de 1000 granos

Los resultados indican que el peso de 1000 granos promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor peso de 1000 granos fue SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 28 gramos seguido de la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 24 gramos; las líneas SH108-2-N11-1-1-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 23 gramos peso de 1000 granos. La variedad con menor peso de 1000 granos fue Fedearroz 2000 con 21 gramos y la mayor Fedearroz 60 con 26 gramos. (Tabla 10).

Figura 22

Promedio de peso de 1000 granos



Fuente: Autor.

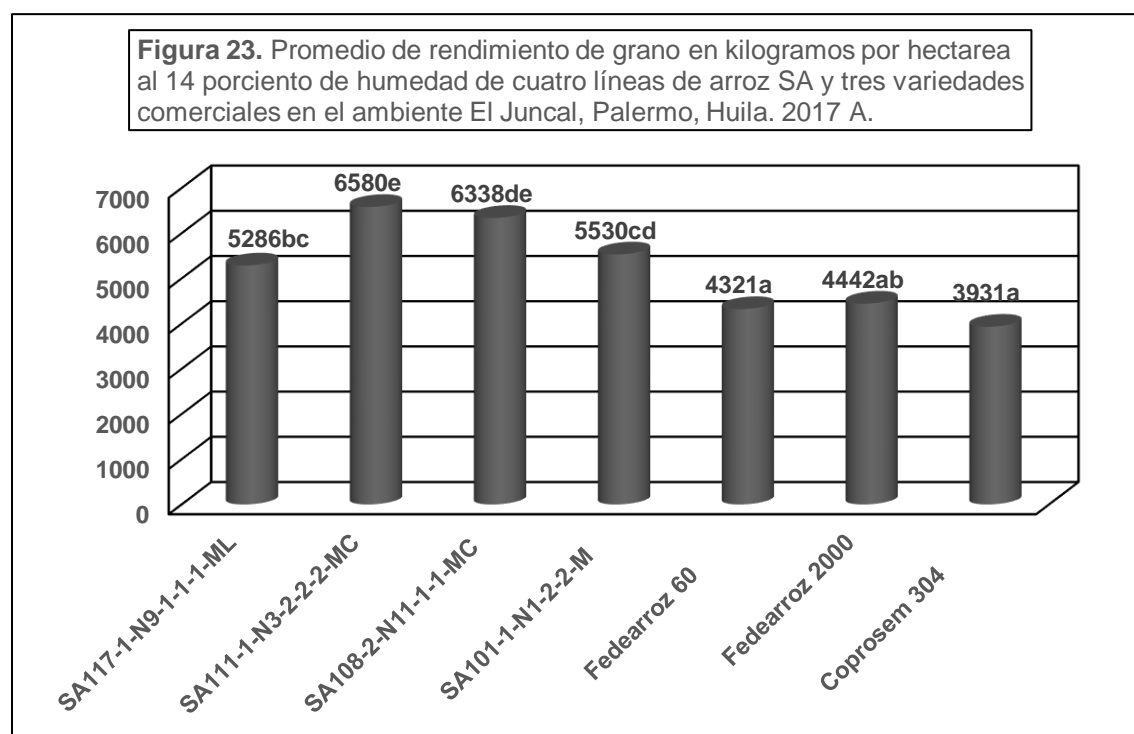
Solo la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presento el mayor peso de 1000 granos, lo que explica en parte su alto rendimiento de grano a la cosecha (Figura 22).

Rendimiento de grano

Los resultados indican que el rendimiento de grano (kg/ha) promedio al 14 por ciento de humedad fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor rendimiento promedio fue SH111-1-N3-2-2-MC, con 6580 kg/ha; seguida de la línea SH108-2-N11-1-1-MC, con 6338 kg/ha; mientras, en la línea SH101-1-N1-2-2-M, fue de 5530 kg/ha y en la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, de 5286 kg/ha. La variedad con mayor rendimiento fue Fedearroz 2000 con 4442 kg/ha y el menor Coprosem 304 con 3931 kg/ha (Tabla 10).

Figura 23

Promedio de rendimiento de grano en Kg/ha



Fuente: Autor.

Las cuatro líneas presentaron mayores rendimientos de grano al 14 por ciento de humedad que las variedades testigo (Figura 23).

Características de calidad molinera de grano

Los resultados de los análisis de varianza en la Tabla 11 muestran diferencias altamente significativas entre los genotipos (líneas y variedades) en las características de rendimiento en molino promedio (%), índice de pilada promedio (%), grano partido promedio (%) y grano yesado promedio (%) y sin diferencias en grano con centro blanco promedio (%) en el ambiente de El Juncal (Tabla 11).

Figura 24

Características de calidad molinera



Fuente: Autor.

Rendimiento en molino

Los resultados indican que el rendimiento en molino promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor rendimiento en molino fue SH101-1-N1-2-2-M, con 71 por ciento; seguida de la línea SH108-2-N11-1-1-MC, con 70 por

ciento y las líneas SH117-1-N9-1-1-1-ML, y SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 69 por ciento. Las variedades Fedearroz 60, Fedearroz 2000 y Coprosem 304 con 69 por ciento (Tabla 11).

Tabla 11

Cuadrados medios del análisis de varianza y comparación de medias de variables relacionadas con la calidad molinera.

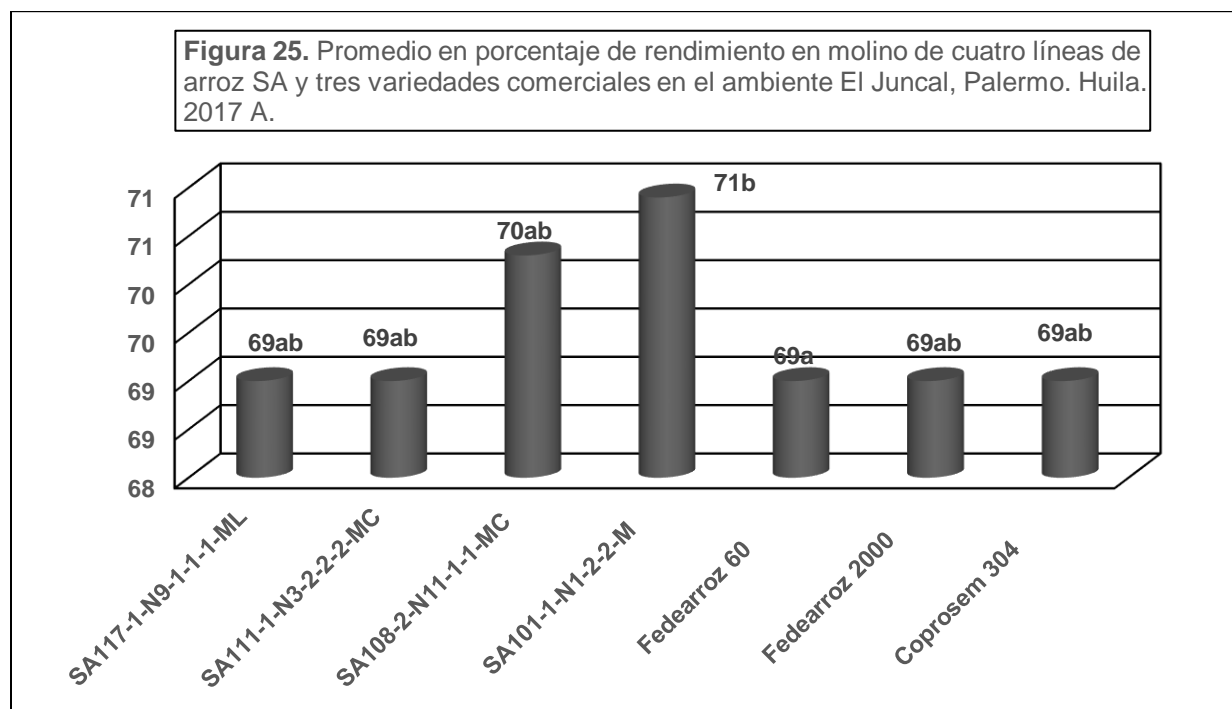
Fuentes de Variación	GL	Cuadrados medios											
		Rendimiento molino (%)			Índice pilada (%)			Grano partido (%)		Grano con centro blanco (%)		Grano yesado (%)	
Modelo	9	2,2	**	*	22	**	31	**	0,3	n.s.	4,5	**	
Repetición	3	1,2	ns		10	**	12	ns	0,2	n.s.	1,2	*	
Genotipo (Gen.)	6	2,7	**	*	27	**	40	**	0,3	n.s.	6,1	**	
Error	18	0,7			2		2		0,2		0,4		
CV (%)		1,2			2,4		6,7		53,1		2,2		

***, ** = niveles de significancia al 0,05 y 0,01, respectivamente. ns= no significativo.**
CV= Coeficiente de variación.

Genotipo	Comparación de Medias														
	Rendimiento molino (%)			Índice pilada (%)			Grano partido (%)		Grano con centro blanco (%)		Grano yesado (%)				
SA117-1-N9-1-1-1-ML	(3)	69	ab	(4)	56	ab	(4)	20	b	(7)	1,4	a	(3)	2,3	ab
SA111-1-N3-2-2-2-MC	(5)	69	ab	(6)	55	ab	(5)	20	b	(1)	0,6	a	(2)	2,1	ab
SA108-2-N11-1-1-MC	(2)	70	ab	(3)	56	ab	(6)	21	bc	(5)	1,0	a	(4)	3,0	bc
SA101-1-N1-2-2-M	(1)	71	b	(1)	62	c	(1)	13	a	(4)	0,9	a	(5)	3,4	bcd
Fedearroz 60	(7)	69	a	(5)	56	ab	(3)	19	b	(2)	0,7	a	(7)	4,8	d
Fedearroz 2000	(4)	69	ab	(7)	53	a	(7)	23	c	(6)	1,2	a	(5)	4,1	cd
Coprosem 304	(6)	69	ab	(2)	57	b	(2)	18	b	(3)	0,8	a	(1)	1,2	a
Promedio		69			56			19			0,9			3,0	
DMS		2			3			7			1			1	

()= Indica el lugar ocupado por el genotipo. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P <0,05 (Tukey).
DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de 4 repeticiones.

Fuente: Autor

Figura 25*Promedio en porcentaje de rendimiento***Fuente:** Autor.

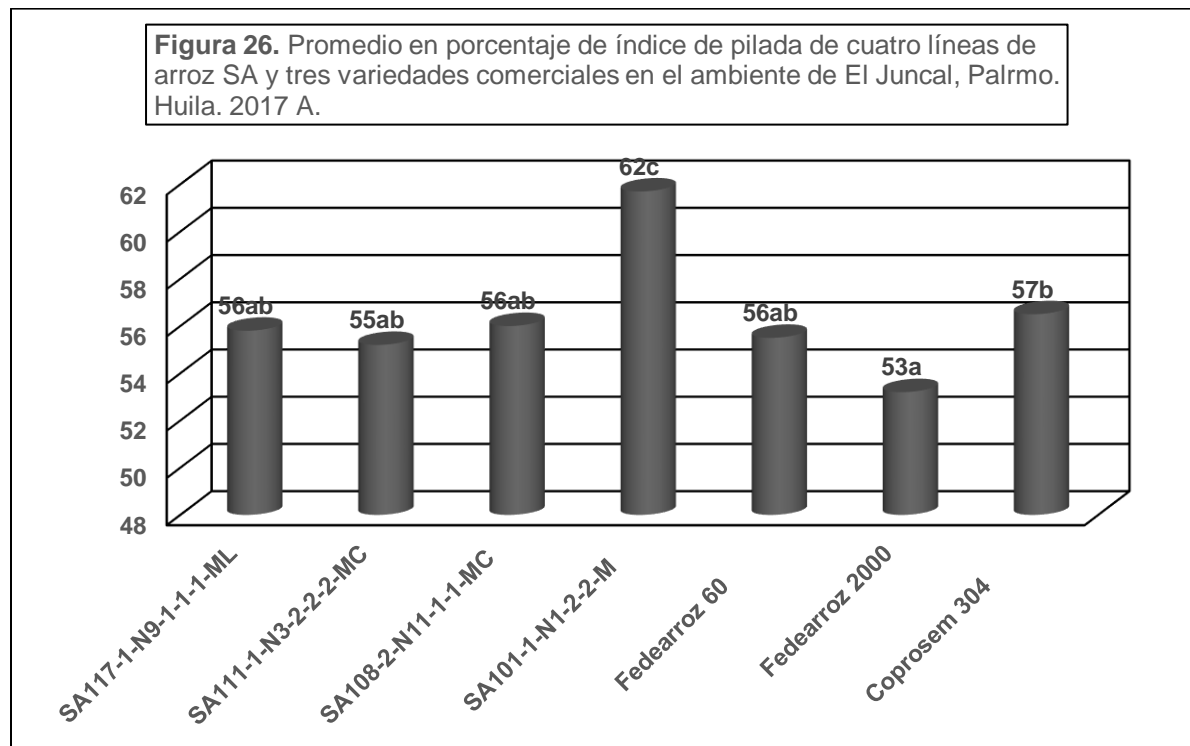
El mayor rendimiento en molino en porcentaje lo presentó la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 71 por ciento (Figura 25).

Índice de pilada

Los resultados indican que el índice de pilada promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con mayor índice de pilada fue SH101-1-N1-2-2-M, con 62 por ciento; seguida de las líneas SH108-2-N11-1-1-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 56 por ciento y la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presentó un índice de 55 por ciento. La variedad Coprosem 304 con un índice de pilada de 57 por ciento fue mayor que las variedades Fedearroz 60 y Fedearroz 2000 con un índice de pilada de 56 y 53 por ciento respectivamente (Tabla 11).

Figura 26

Promedio en porcentaje de índice de pilada.



Fuente: Autor.

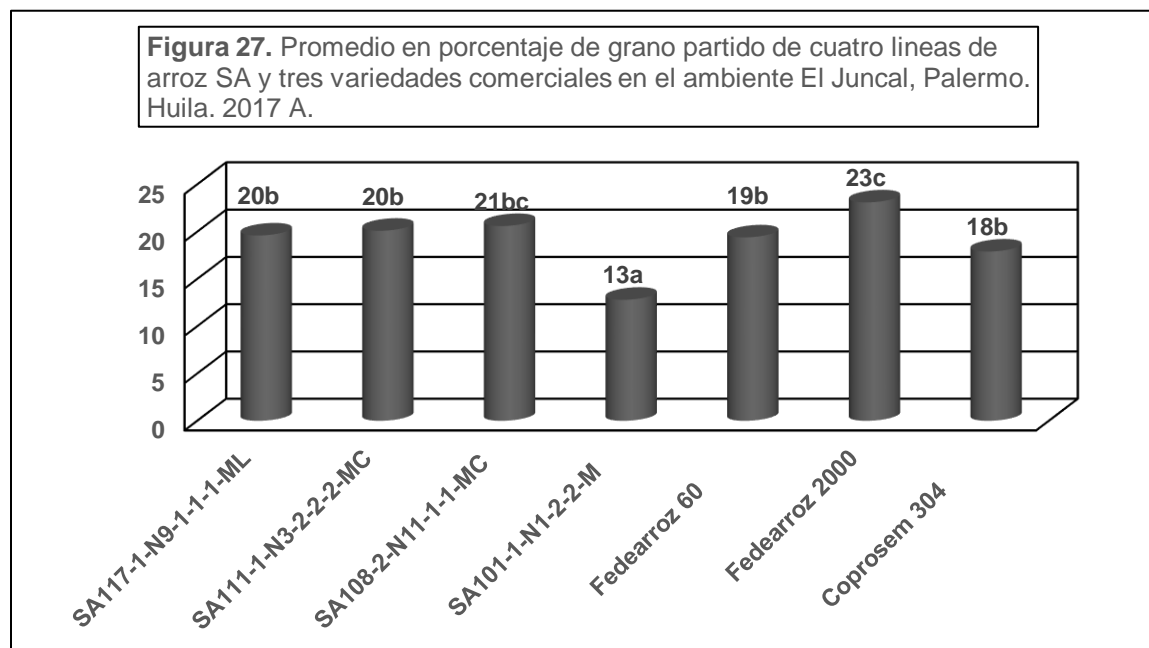
El mayor índice de pilada en porcentaje lo presentó la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 62 por ciento (Figura 26).

Grano partido

Los resultados indican que el grano partido promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con menor porcentaje de grano partido fue SH101-1-N1-2-2-M, con 13 por ciento; seguida de la línea SH108-2-N11-1-1-MC, con 21 por ciento; mientras, las líneas SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, presentaron un 20 por ciento. La variedad Fedearroz 2000 con 23 por ciento de grano partido fue mayor que las variedades Fedearroz 60 y Coprosem 304 con 19 y 18 por ciento de grano partido respectivamente (Tabla 11).

Figura 27

promedio en porcentaje de grano partido.



Fuente: Autor.

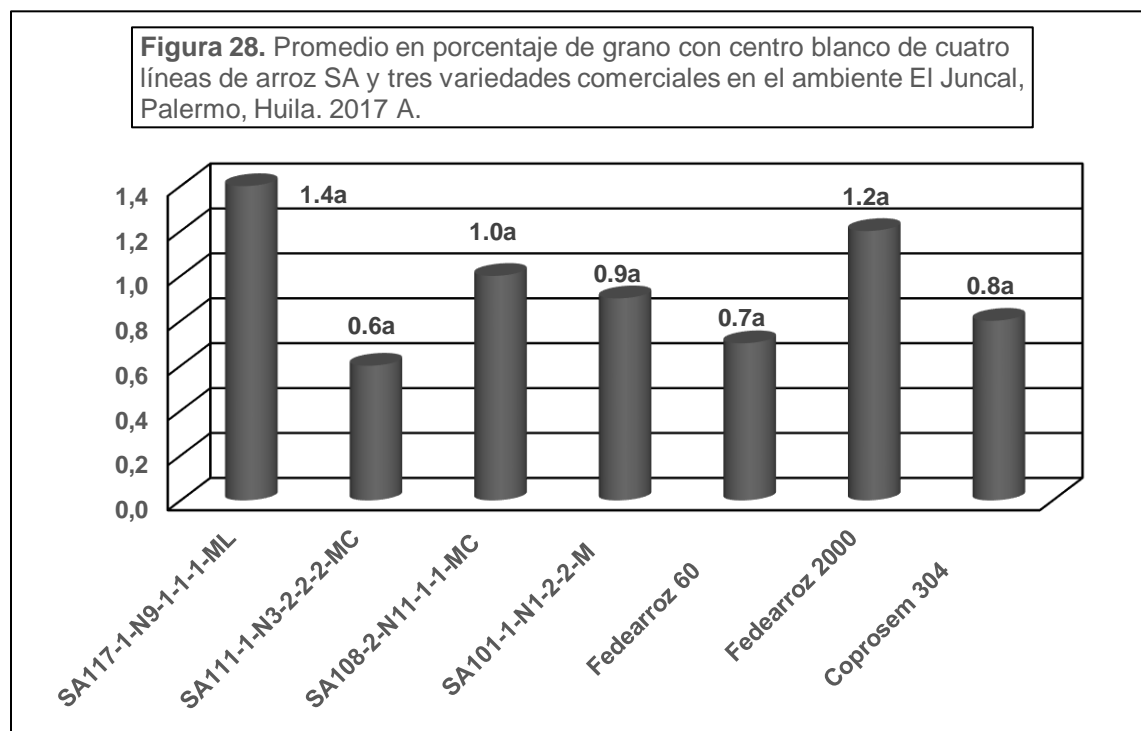
El menor porcentaje de grano partido lo presentó solo la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 13 por ciento (Figura 27).

Grano con centro blanco

Los resultados indican que el porcentaje de grano con centro blanco promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). El porcentaje de grano con centro blanco en la línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, fue de 0.6 por ciento; seguida de la línea SH101-1-N1-2-2-M, con 0.9 por ciento; luego la línea SH108-2-N11-1-1-1-MC, con 1.0 por ciento; mientras, en la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, el centro blanco fue 1.4 por ciento. El porcentaje de grano con centro blanco en la variedad Fedearroz 60 fue de 0.7 por ciento; mientras, las variedades Coprosem 304 y Fedearroz 2000 presentaron 0.8 y 1.2 por ciento respectivamente (Tabla 11).

Figura 28.

Promedio en porcentaje de grano en centro blanco.



Fuente: Autor.

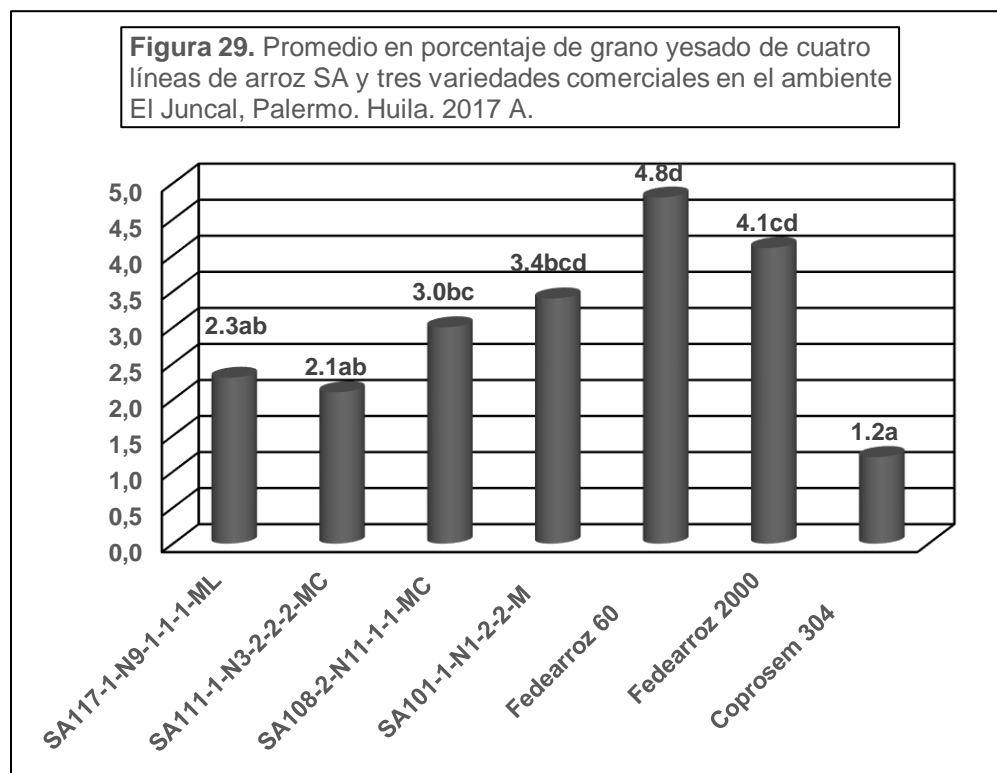
La línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presentó menor porcentaje de grano con centro blanco que las variedades testigo. En general el porcentaje de centro blanco de las cuatro líneas evaluadas estuvo entre los rangos del valor de centro blanco de las variedades testigo (Figura 28).

Grano yesado

Los resultados indican que el porcentaje de grano yesado promedio fue diferente entre los siete genotipos (líneas y variedades testigo). La línea con menor porcentaje de grano yesado fue SH111-1-N3-2-2-2-MC, con 2.1 por ciento; seguida de la línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, con 2.3, la línea SH108-2-N11-1-1-1-MC, con 3.0 por ciento y la línea SH101-1-N1-2-2-M, presentó un porcentaje de grano yesado de 3.4 por ciento. La variedad con menor porcentaje de grano yesado fue Coprosem 304 con 1.2 por ciento y el mayor Fedearroz 60 con 4.8 por ciento.

Figura 29

Promedio en porcentaje de grano yesado.



Fuente: Autor.

La línea SH111-1-N3-2-2-2-MC, presenta menor porcentaje de grano yesado; mientras, en la variedad Coprosem 304 fue de 1.2 por ciento (Figura 29).

Reacción a enfermedades e insectos plagas.

La evaluación de la reacción de las cuatro líneas y las tres variedades comerciales de arroz a las enfermedades foliares fue estimada en el ambiente El Juncal, Palermo con valores de incidencia utilizando la escala del IRRI-CIAT (2002) y luego se calcularon sus frecuencias relativas de las evaluaciones en el ambiente de El Juncal, Palermo (Huila).

Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*)

La frecuencia de la incidencia de esta enfermedad en las cuatro líneas estuvo entre el 10 a 100 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento) y entre el 60 a 90 por ciento con valores de escala 3 (1-5%); mientras en las variedades la incidencia fue entre el 10 a 60 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento) y entre el 40 a 100 por ciento con valores de escala 3 (1-5%) (Tabla 12).

Figura 30

Añublo de la vaina (Rhizoctonia solani)



Fuente: Autor.

La figura 32 muestra que la incidencia del añublo de la vaina fue más baja en las cuatro líneas que en las tres variedades.

Tabla 12

Frecuencias relativas de reacción a enfermedades en porcentaje de incidencia, en escala de 1-9

(sistema de evaluación estándar IRRI-CIAT).

Genotipo	Añublo de la vaina			
	1 (menos 1%)	3 (1-5%)	5 (6-25%)	7 (26-50%)
SA117-1-N9-1-1-1-ML	0,40	0,60	0,00	0,00
SA111-1-N3-2-2-2-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA108-2-N11-1-1-1-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA101-1-N1-2-2-M	0,10	0,90	0,00	0,00
Fedearroz 60	0,10	0,90	0,00	0,00
Fedearroz 2000	0,60	0,40	0,00	0,00
Coprosem 304	0,00	1,00	0,00	0,00

Genotipo	Añublo en hoja			
	1 (menos 1%)	3 (1-5%)	5 (6-25%)	7 (26-50%)
SA117-1-N9-1-1-1-ML	1,00	0,00	0,00	0,00
SA111-1-N3-2-2-2-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA108-2-N11-1-1-1-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA101-1-N1-2-2-M	1,00	0,00	0,00	0,00
Fedearroz 60	1,00	0,00	0,00	0,00
Fedearroz 2000	0,00	0,00	0,50	0,50
Coprosem 304	1,00	0,00	0,00	0,00

Genotipo	Añublo bacterial			
	1 (menos 1%)	3 (1-5%)	5 (6-25%)	7 (26-50%)
SA117-1-N9-1-1-1-ML	0,50	0,50	0,00	0,00
SA111-1-N3-2-2-2-MC	0,60	0,40	0,00	0,00
SA108-2-N11-1-1-1-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA101-1-N1-2-2-M	0,00	1,00	0,00	0,00
Fedearroz 60	0,30	0,30	0,40	0,00

Fedearroz 2000	1,00	0,00	0,00	0,00
Coprosem 304	0,00	1,00	0,00	0,00

Genotipo	Pudrición de la vaina			
	1 (menos 1%)	3 (1-5%)	5 (6-25%)	7 (26-50%)
SA117-1-N9-1-1-1-ML	0,30	0,70	0,00	0,00
SA111-1-N3-2-2-2-MC	0,30	0,70	0,00	0,00
SA108-2-N11-1-1-MC	0,10	0,90	0,00	0,00
SA101-1-N1-2-2-M	0,00	0,40	0,60	0,00
Fedearroz 60	0,00	1,00	0,00	0,00
Fedearroz 2000	0,00	1,00	0,00	0,00
Coprosem 304	0,00	1,00	0,00	0,00

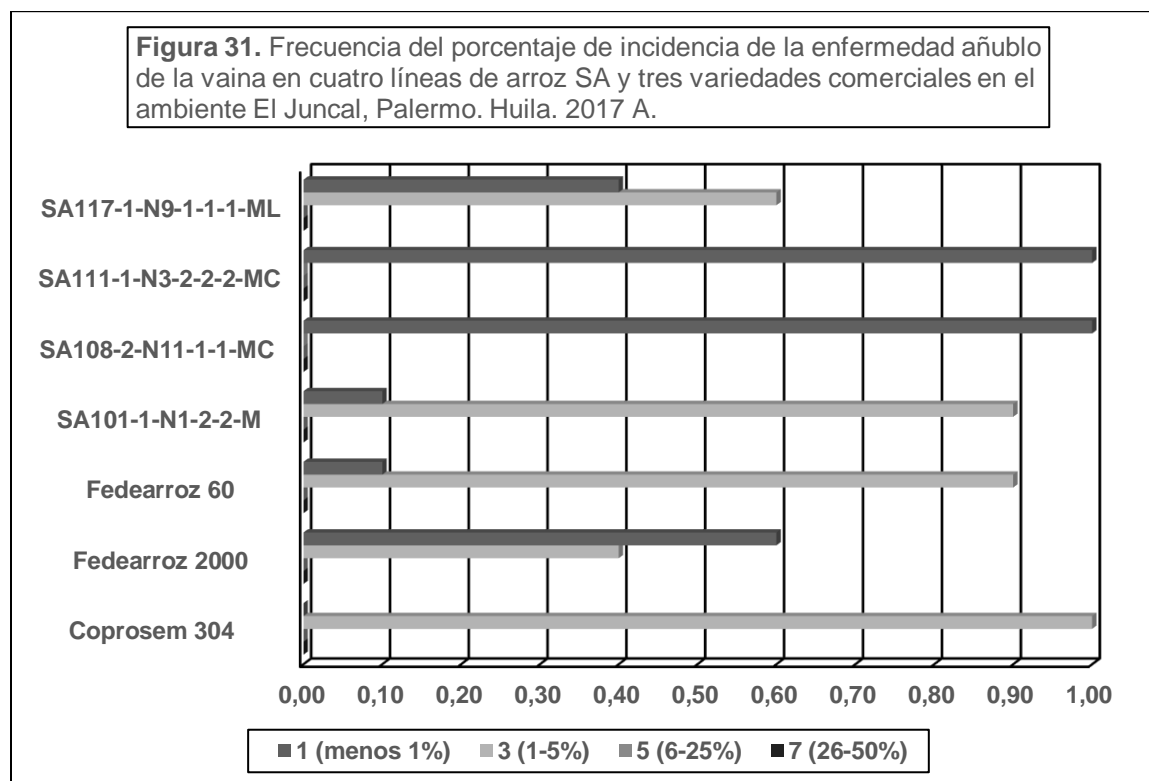
Genotipo	Añublo en panícula			
	1 (menos 1%)	3 (1-5%)	5 (6-25%)	7 (26-50%)
SA117-1-N9-1-1-1-ML	1,00	0,00	0,00	0,00
SA111-1-N3-2-2-2-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA108-2-N11-1-1-MC	1,00	0,00	0,00	0,00
SA101-1-N1-2-2-M	1,00	0,00	0,00	0,00
Fedearroz 60	1,00	0,00	0,00	0,00
Fedearroz 2000	0,00	0,40	0,20	0,40
Coprosem 304	1,00	0,00	0,00	0,00

Nota. Porcentaje de incidencia en siete genotipos de arroz.

Fuente: Autor.

Figura 31

Frecuencia del porcentaje de incidencia de la enfermedad del añublo de la vaina.



Fuente: Autor.

Pudrición de la vaina (Sarocladium oryzae)

La frecuencia de la incidencia de esta enfermedad en las cuatro líneas estuvo entre el 10 a 30 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento) y entre el 40 a 90 por ciento con valores de escala 3 (1-5%); mientras en las variedades la incidencia fue el 100 por ciento con valores de escala de valores de escala 3 (1-5%) y el 60 por ciento con valores de escala 5 (6-25%) (Tabla 12).

Figura 32

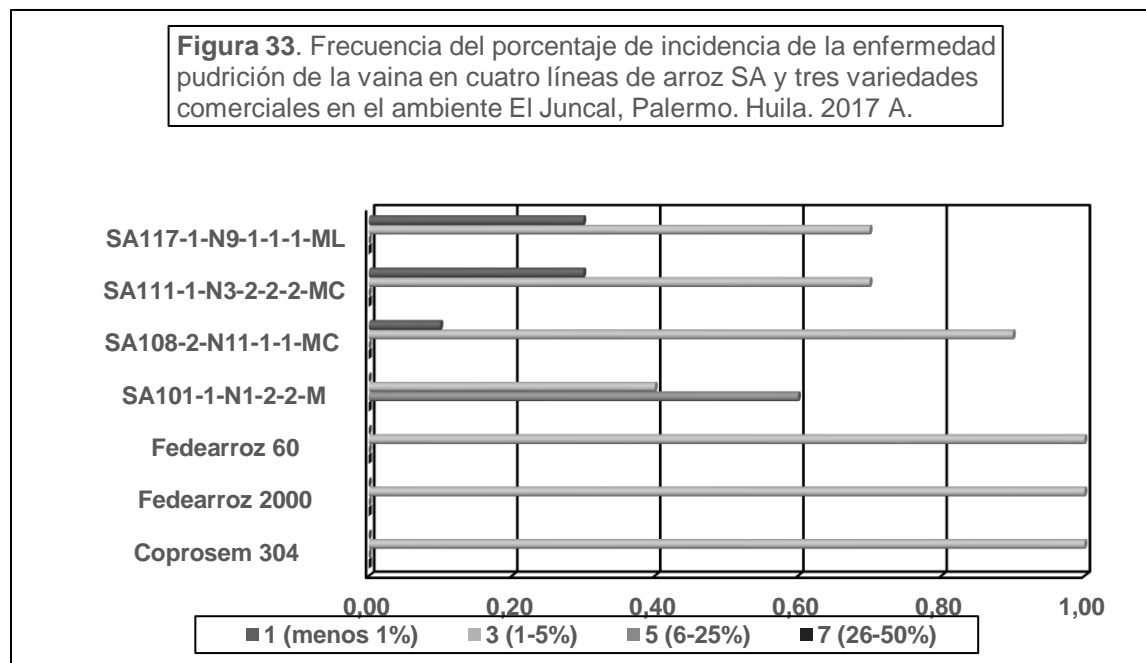
Pudrición de la vaina



Fuente: Autor.

Figura 33

Frecuencia del porcentaje de incidencia de la enfermedad pudrición de la vaina



Fuente: Autor.

La figura 33 muestra que la incidencia de la pudrición de la vaina fue más baja en las cuatro líneas que en las tres variedades.

Añublo del arroz en hoja (Magnaporthe grisea (=Pyricularia grisea))

La frecuencia de la incidencia de esta enfermedad en las cuatro líneas estuvo 100 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento); mientras en las variedades Fedearroz 60 y Coprosem 304 la incidencia fue el 100 por ciento con valores de escala 1 (menores del 1 por ciento) y la variedad Fedearroz 2000 con el 50 por ciento con valores de escala 5 (6-25%) y 50 por ciento con valores de escala 7 (26-50%) (Tabla 12).

Figura 34

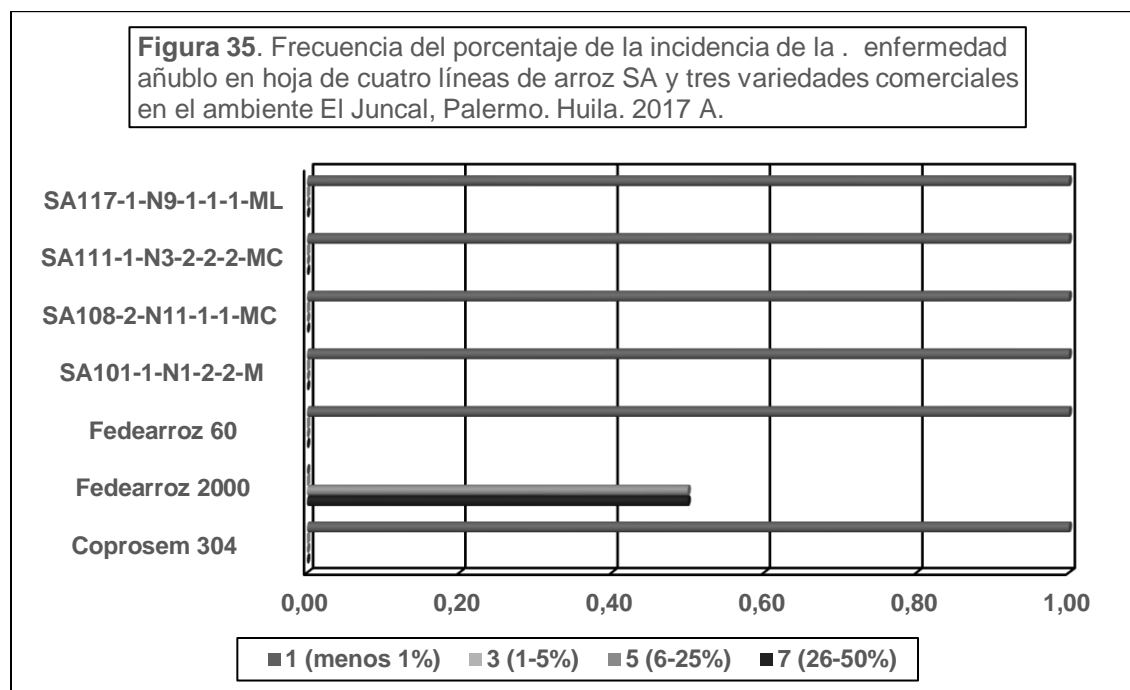
Añublo del arroz en hoja (Magnaporthe grisea (=Pyricularia grisea))



Fuente: Autor.

Figura 35

Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad de añublo en hoja.



Fuente: Autor.

Las cuatro líneas presentaron valores bajos de reacción al añublo de la hoja contrario a la alta susceptibilidad de la variedad Fedearroz 2000 (Figura 35).

Añublo del arroz en panícula (*Magnaporthe grisea* (=Pyricularia grisea)

La frecuencia de la incidencia de esta enfermedad en las cuatro líneas estuvo 100 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento); mientras en las variedades Fedearroz 60 y Coprosem 304 la incidencia fue el 100 por ciento con valores de escala 1 (menores del 1 por ciento) y la variedad Fedearroz 2000 con el 40 por ciento con valores de escala 3 (1 -5%) y el 20 por ciento con valores de escala 5 (6-25%) (Tabla 12).

Figura 36

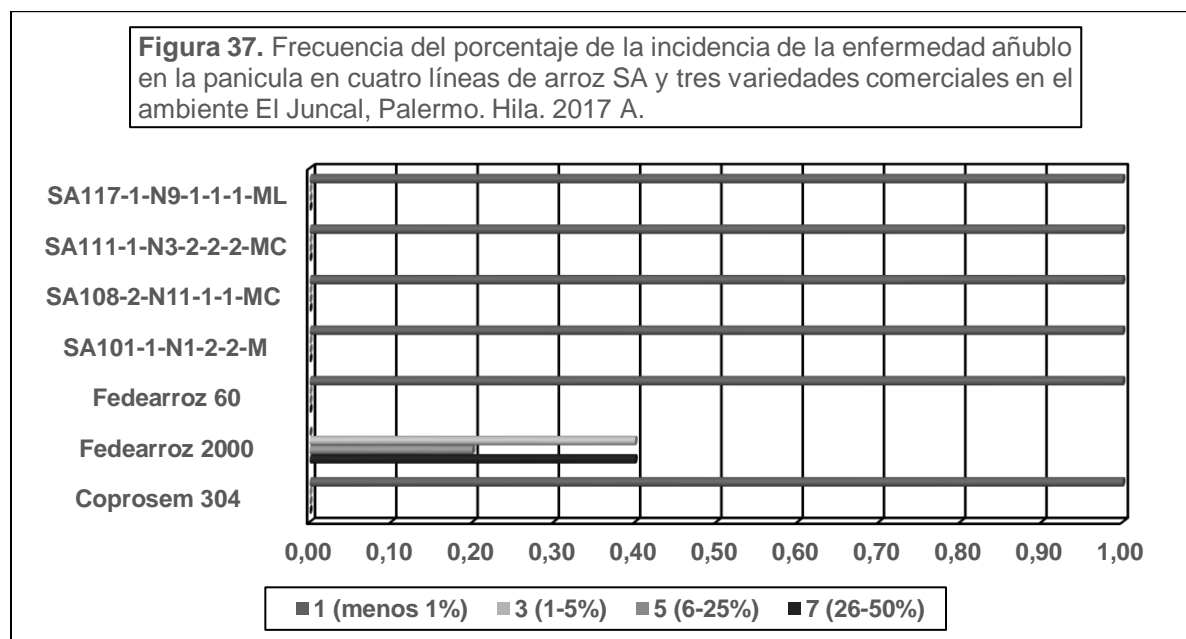
Añublo del arroz en panícula (Magnaporthe grisea (=Pyricularia grisea))



Fuente: Autor.

Figura 37

Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad añublo en la panícula.



Fuente: Autor.

Las cuatro líneas también presentaron valores bajos de reacción al añublo de la panícula contrario a la alta susceptibilidad de la variedad Fedearroz 2000 (Figura 37).

Añublo bacterial (*Burkholderia glumae*, *Pseudomonas fuscovagine*)

La frecuencia de la incidencia de esta enfermedad en las cuatro líneas estuvo entre el 0 a 100 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento) y entre el 40 a 100 por ciento con valores de escala 3 (1-5%); mientras en las variedades la incidencia fue entre 30 y 100 por ciento con valores de escala de 1 (menores del 1 por ciento) y entre el 30 a 100 por ciento con valores de escala 3 (1-5%) y el 40 por ciento con valores de escala 5 (6-25%) (Tabla 12).

Figura 38

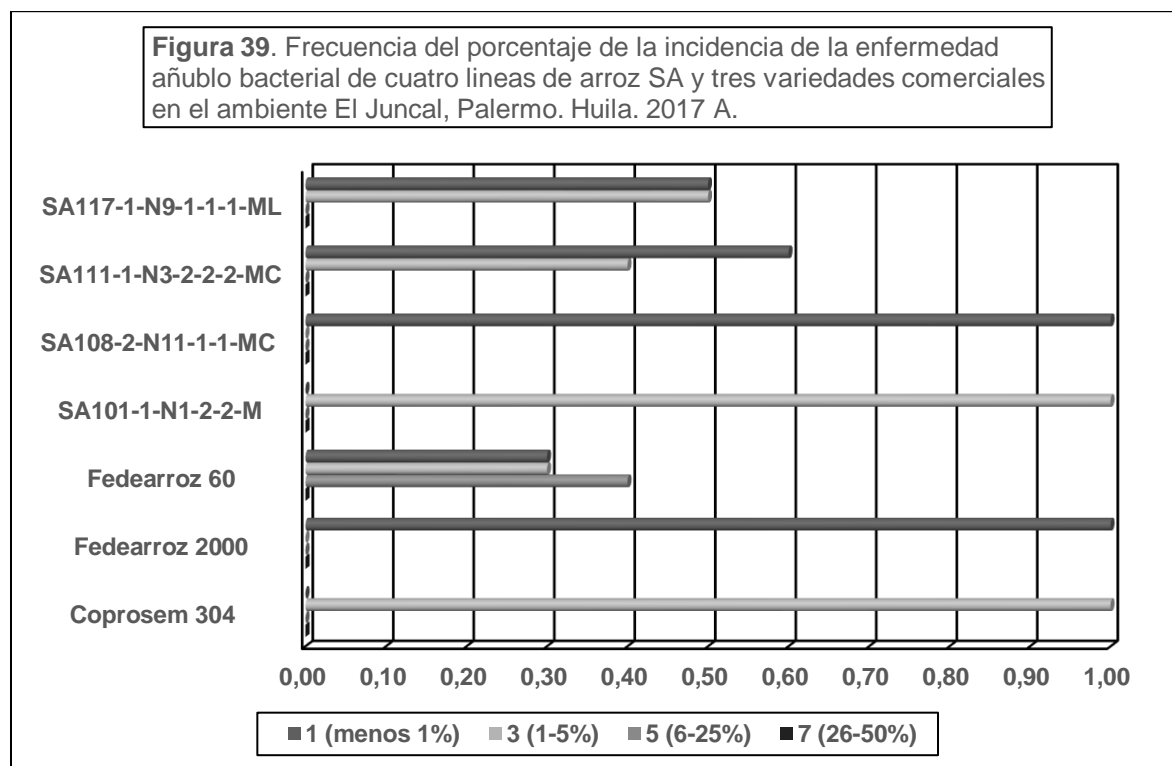
Añublo bacterial (*Burkholderia glumae*, *Pseudomonas fuscovagine*)



Fuente: Autor.

Figura 39

Frecuencia del porcentaje de la incidencia de la enfermedad del añublo bacterial.



Fuente: Autor.

En general las cuatro líneas presentan valores más bajos de incidencia de las enfermedades evaluadas al comparar estos valores con los de las variedades testigo en el ambiente El Juncal, Palermo.

Conclusiones

Los análisis de los resultados de esta prueba de evaluación agronómica aportan suficiente información para asumir que las líneas evaluadas en comparación con las variedades testigo presentan mejor adaptación y comportamiento con posibilidades de avanzar a una fase de evaluación semicomercial para su posterior validación y difusión como variedades comerciales de arroz para el ambiente de la vereda el Juncal, Palermo. Los argumentos que sustentan estas conclusiones, extraídos de la prueba son:

En las características de crecimiento; el rango de días a floración y cosecha en promedio en las líneas SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, fue muy similar a la variedad Fedearroz 60 con un ciclo intermedio y la línea SH101-1-N1-2-2-M, fue muy similar a la variedad Coprosem 304 con un ciclo precoz. Estos ciclos permiten realizar dos cosechas al año en la zona arrocera de la vereda el Juncal, Palermo.

La línea SH117-1-N9-1-1-1-ML, presento mayor altura de planta; mientras, en las otras tres líneas sus alturas fueron similares a las variedades testigo.

Con relación a las enfermedades en general las líneas SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, presentan valores más bajos de incidencia de las diferentes enfermedades evaluadas comparadas con las variedades testigo en el ambiente de la vereda el Juncal, Palermo.

En la característica de rendimiento de grano y sus componentes, las líneas SH101-1-N1-2-2-M, SH108-2-N11-1-1-MC, SH111-1-N3-2-2-2-MC y SH117-1-N9-1-1-1-ML, presentaron mayores rendimientos promedios que las variedades testigo, con estabilidad superior. Lo anterior es explicado porque las líneas presentaron mayor número de panículas por metro cuadrado, mayor longitud de panícula promedio, mayor número de granos por panícula promedio, menor

número de espiguillas por panícula promedio y menor vaneamiento promedio que las variedades testigo. Es de resaltar, que el rendimiento tanto en la prueba agronómica, como en la actividad agrícola comercial, está muy influenciado por ambiente,

Las líneas SH108-2-N11-1-1-MC y SH111-1-N3-2-2-2-MC, presentaron mayor número de panículas efectivas por metro cuadrado promedio que las otras dos líneas y las variedades testigo; componente que hace que sus rendimientos sean mayores.

La interacción genotipo ambiente fue significativo, indicado que las líneas evaluadas presentaron distinto comportamiento con respecto a los testigos en la expresión de su potencial de rendimiento en la zona de la vereda el Juncal. Este hecho sugiere que estos genotipos seleccionados, deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y, en general, ser tolerantes a determinado factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos

El avance de las cuatro líneas a ensayos semicomerciales, dado su buen comportamiento, pero similares entre sí, permitirá diseñar opciones de manejo comercial y búsqueda de nichos agroecológicos. Es temprano para saber el comportamiento en grandes áreas y la evolución de su tolerancia a enfermedades, pero el tener cuatro variedades es una alternativa importante para dar soluciones a problemas de la producción.

Bibliografía

- Arroceros, F. N. (1988-1989). *Investigación Arroz*. Bogotá D.C., Colombia: Presencia Ltda.
- Asojuncal*. (19 de 02 de 2022). <https://www.asojuncal.com/>
- Chatel, M., & Guimaraes P., E. (1998). *Selección recurrente con Andriesterilidad en Arroz*. (C. I. CIAT, Ed.) Cali, Colombia: Feriva S.A.
- Chatel, M., & Guimaraes, E. (1995). *Selección recurrente con Androesterilidad en arroz*. Cali, Colombia.
- Degiovanni B., V., Matínez R., C., & Motta O., F. (2010). *producción Eco-Eficiente del arroz en américa latina* (Vol. I). Centro Internacional de Agricultura Tropical .
- FedeArroz. (2000). *Manejo y conservación de suelos para la producción de arroz en Colombia*. Bogotá.
- Fedearroz. (19 de 02 de 2022). *Variedad Fedearroz 2000*.
https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documents/Ficha_tecnica_Fedearroz_2000.pdf
- Fedearroz. (19 de 02 de 2022). *Variedad fedearroz 60*.
https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documents/Ficha_tecnica_Fedearroz_60.pdf
- FedeArroz., P. d. (1995). *Un paso adelante en investigación y transferencia de tecnología*. . Bogotá D.C: Grafemas Ltda.
- Franquet bernis, J., & Borrás Pámies, C. (Abril de 2004). *Economía del arroz: Variedades y mejora*. eumed.net: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/index.htm>
- Gonzalo, H. (1989). *Método modificado de cruzamiento de arroz*. Cali.

- Guerrero Riascos, R., & Monómeros Colombo Venezolanos S.A (E.M.A). (1998). *Propiedades generales de los fertilizantes, Manual técnico* (Tercera ed.). Barranquilla, Colombia: Saenz & cia Ltda.
- Guimaraes, E. P. (1997). *Selección recurrente en arroz*. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Seleccion_recurrente_en_arroz.pdf
- Harlan, Hv, Mn Pope. (1922). *El uso y valor de retrocruzamientos en mejoramiento de granos pequeños*.
- Historia del arroz*. (07 de 02 de 2022). Fedearroz: <https://fedearroz.com.co/es/cereal-milenario/historia-del-arroz/>
- Huila, S. d. (19 de 02 de 2022). *Coprosem 304*. Semillas del Huila: https://www.semillasdelhuila.com/productos/coprosem_304.html
- Lozano Hernandez, R., Diago Ramirez, M., & Castilla L, L. (2000). *Fundamentos técnicos de los fertilizantes y la fertilización en el cultivo del arroz*. (F. N. Arroz, Ed.) Neiva, Colombia.
- Lozano, L. A. (2011). *Nutrición y fertilización en el cultivo del arroz*. (E. Florez, Ed.) Colombia: Fedearroz.
- Luis Armando Castilla L. Alberto Frye C. (2000). *Fertilidad de los suelos del valle cálido del alto Magdalena*. Ibagué - Tolima: Abocol.
- Medina, J. H. (2011). *Crecimiento y desarrollo del la planta de arroz,(Oryza sativa L.)* (Primera ed.). Colombia: Produmedios.

- Morejón, R., & Díaz Solís, S. (2015). En *Selección de líneas promisorias de arroz (Oryza sativa L.) provenientes del programa de mejoramiento genético en "Los Palacios* (págs. 36(4), 126-132). Cultivos Tropicales.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernandez de Soto, J. (1993). *Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, Sorgo*. (A. Walter, & F. Motta, Edits.) Cali, Colombia: CIAT.
- Olmos, S. (19 de 02 de 2022). *Apunte de morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del arroz*. <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Rangel, & Paulo H. N. (1997). *selección recurrente para arroz de riego manejada por CNPAF/EMBRAPA*. Brasil.
- Robayo Vanoy, G. (1988). *El arroz colombiano*. Ibagué, Colombia: Feriva Ltda.
- S. Vergara, B. (1985). *Manual para el nuevo arrocero*. international rice research institute.
- Topolanski, E. (1975). *El arroz, Su cultivo y producción* (Primera ed.). (C. R. tecnica, Ed.) hemisferio Sur.
- Vallejo Cabrera, F., & Estrada Salazar, E. (2002). *Mejoramiento genético de plantas*. (U. N. Colombia, Ed.) Palmira, Colombia: Feriva S.A.

4	SA117-1-N9-1-1-1-ML	96	126	117	767	29	105	35	25	23	69	55	22	0,5	2,0	510
4	SA101-1-N1-2-2-M	81	111	107	106	24	47	20	30	24	70	61	14	0,6	2,8	527
4	FEDEARROZ 60	82	112	110	106	30	56	52	48	25	69	55	20	1,5	5,2	373
4	SA111-1-N3-2-2-2-MC	82	112	110	110	27	73	14	16	29	69	55	19	0,5	2,0	573
4	COPROSEM 304	80	110	115	867	26	85	81	49	23	69	57	17	1,5	1,2	360

Fuente: Autor.

Tabla 14

Base de datos enfermedades prueba de eficiencia agronómica, 2017 A.

rep	Genealogía	ANUBLO DE LA VAINA	PUDRICION DE LA VAINA	ANUBLO EN HOJA	ANUBLO EN PANICULA	ANUBLO BACTERIAL
1	COPROSEM 304	3	3	1	1	1
1	FEDEARROZ 2000	1	3	5	3	1
1	FEDEARROZ 60	1	3	1	1	1
1	SA101-1-N1-2-2-M	1	3	1	1	3
1	SA108-2-N11-1-1-MC	1	1	1	1	1
1	SA111-1-N3-2-2-2-MC	1	3	1	1	1
1	SA117-1-N9-1-1-1-ML	3	1	1	1	1
2	COPROSEM 304	3	3	1	1	3
2	FEDEARROZ 2000	1	3	7	5	1
2	FEDEARROZ 60	3	3	1	1	1

2	SA101-1-N1-2-2-M	3	5	1	1	3
2	SA108-2-N11-1-1-MC	1	3	1	1	1
2	SA111-1-N3-2-2-2-MC	1	3	1	1	1
2	SA117-1-N9-1-1-1-ML	3	1	1	1	3
3	COPROSEM 304	3	3	1	1	3
3	FEDEARROZ 2000	1	3	9	3	1
3	FEDEARROZ 60	3	3	1	1	3
3	SA101-1-N1-2-2-M	3	3	1	1	3
3	SA108-2-N11-1-1-MC	1	3	1	1	1
3	SA111-1-N3-2-2-2-MC	1	1	1	1	1
3	SA117-1-N9-1-1-1-ML	3	3	1	1	3
4	COPROSEM 304	3	3	1	1	5
4	FEDEARROZ 2000	3	3	5	7	1
4	FEDEARROZ 60	3	3	1	1	5
4	SA101-1-N1-2-2-M	3	5	1	1	3
4	SA108-2-N11-1-1-MC	1	3	1	1	1
4	SA111-1-N3-2-2-2-MC	1	3	1	1	3
4	SA117-1-N9-1-1-1-ML	1	3	1	1	1

Fuente: Autor.

Anexos B. Evidencia fotográfica

Figura 40

Prueba de eficiencia agronómica en etapa de plántula.



Fuente: Autor.

Figura 41

Evaluación de población de malezas para programar su control



Fuente: Autor.

Figura 42

Control químico de malezas con aguilillo



Fuente: Autor.

Figura 43

Prueba de eficiencia agronómica libre de malezas



Fuente: Autor.

Figura 44

Evaluación de plagas y enfermedades en los primeros 30 (D.D.G)



Fuente: Autor.

Figura 45

Prueba de eficiencia agronómica iniciando etapa reproductiva



Fuente: Autor.

Figura 46

Evaluación de enfermedades en etapa reproductiva



Fuente: Autor.

Figura 47

Inicio etapa de embuchamiento.



Fuente: Autor.

Figura 48

Evaluación de enfermedades y toma de floración en materiales precoz



Fuente: Autor.

Figura 49

Evaluación de pyricularia en cuello de panícula



Fuente: Autor.

Figura 50

Evaluación de enfermedades, toma de altura y programación de corta



Fuente: Autor.

Figura 51

Visita del asesor de tesis y estudiantes de la UNAD a la prueba de eficiencia agronómica.



Fuente: Autor



Fuente: Autor.

Figura 52

Recolección manual de genotipos con madurez fisiológica cumplida.



Fuente: Autor.

Figura 53

Desgrane de prueba de eficiencia agronómica 2017 A



Fuente: Autor.

Figura 54

Línea SH111-1-N3-2-2-2-MC

**Figura 55**

Línea SH108-2-N11-1-1-MC



Fuente: Autor.

Figura 56*Línea SH101-1-N1-2-2-M***Figura 57***Línea SH117-1-N9-1-1-1-ML*

Fuente: Autor.