



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

Trabajo de Tesis

Evaluación de 55 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L) biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 - 2019

Autores

Br. Junior Manuel López Ruíz
Br. Luis Miguel Vílchez González

Asesores

Ing. Martha Moraga Quezada
Msc. Juan Ariel Oporta Palacios

Managua, Nicaragua
Marzo, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

Trabajo de Tesis

Evaluación de 55 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L) biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 - 2019

Autores

Br. Junior Manuel López Ruíz
Br. Luis Miguel Vílchez González

Asesores

Ing. Martha Moraga Quezada
Msc. Juan Ariel Oporta Palacios

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Marzo, 2020

Hoja de aprobación del tribunal examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del tribunal examinador

Ing. Arnoldo Rodríguez
Presidente

Ing. Jorge Gómez. Msc
Secretario

Ing. Camilo Somarriba Rodríguez. Msc
Vocal

Lugar y fecha _____

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación	4
3.2. Diseño metodológico	5
3.3. Tamaño de la parcela	5
3.4. Manejo agronómico	8
3.4.1. Preparación del suelo	8
3.4.2. Siembra	8
3.4.3. Manejo de malezas	9
3.4.4. Fertilización.....	9
3.4.5. Manejo de plagas.....	9
3.5. Variables evaluadas.....	10
3.5.1. Altura de planta (cm)	10
3.5.2. Excerción de panícula (cm).....	10
3.5.3. Días a floración (Días)	11
3.5.4. Días a cosecha (Días).....	11
3.5.5. Habilidad de macollamiento (Unidad).....	11
3.5.6. Longitud de panícula (cm)	11
3.5.7. Peso de 1000 granos (g).....	11

3.5.8. Rendimiento en granza (kg ha ⁻¹).....	12
3.6. Análisis estadístico.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4.1. Altura de planta	13
4.2. Excerción de panícula (EDP).....	13
4.3. Días a floración (DAF).....	14
4.4. Días a cosecha (DAC).....	15
4.5. Habilidad de macollamiento	19
4.6. Longitud de panícula (LDP).....	20
4.7. Peso de mil granos (PMG).....	20
4.8. Rendimiento en granza kg ha ⁻¹	21
4.9. Análisis de correlación.....	26
4.10. Análisis de conglomerado.....	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
VII. LITERATURA CITADA	32
VIII. ANEXOS	34

DEDICATORIA

Dedico este trabajo que representa la culminación de mis estudios universitarios primeramente a Dios quien me guió por el buen camino de la vida y por ser el que me ayudó a concluir esta emprendedora carrera universitaria, porque de él proviene toda sabiduría y el entendimiento necesario que me ayuda hacer realidad el sueño que desde siempre anhelé alcanzar.

A mi madre Auxiliadora González por ser mi apoyo incondicional, regalándome siempre sus consejos y sus palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mi padre Benito Vílchez, mis hermanos y hermanas por también brindarme su apoyo y ayudarme a lograr este objetivo.

Br. Luis Miguel Vílchez González

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por su infinita bondad al permitirnos haber iniciado y concluir nuestro estudio como escalón más de superación personal, otorgándonos la sabiduría necesaria para lograr nuestras metas profesionales.

A mi abuela quien siempre estuvo apoyando de manera incondicional para poder ser un profesional en la vida.

Br. Junior Manuel López Ruiz

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos culminar esta etapa muy importante en nuestras vidas, al permitirnos alcanzar nuestra meta y cumplirla con éxito.

A nuestros asesores, el Msc. Juan Ariel Oporta Palacios e Ing. Martha Moraga Quezada, por ser nuestra fuente de sabiduría, consejo y motivación para alcanzar nuestros objetivos profesionales.

A quienes nos apoyaron en la fase de campo, trabajadores, compañeros de trabajo y amigos, que contribuyeron con este esfuerzo de trabajo de tesis: Danilo Huerta y Sergio Cuadra.

A la Universidad Nacional Agraria, en especial a los docentes que contribuyeron en nuestra formación profesional.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) quien nos dio la oportunidad de progresar intelectualmente para beneficio y servicio de Nicaragua.

Br. Junior Manuel López Ruiz

Br. Luis Miguel Vílchez González

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos de evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	6
2.	Manejo nutricional de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	9
3.	Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.	10
4.	Medias de las variables de crecimiento y desarrollo en la evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	16
5.	Medias de los componentes de rendimiento en la evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	23
6.	Análisis de correlación para los componentes del rendimiento, crecimiento y desarrollo, en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 - 2019.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación de centro experimental INTA Tainic, Darío, Matagalpa.	4
2.	Dendograma obtenido del análisis de conglomerado en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano.	29
3.	Análisis de componentes principales y la agrupación de los conglomerados, en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Plano de campo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	34
2.	Medidas del ensayo de evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	35
3.	Distribución de los tratamientos en campo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	36
4.	Labores de preparación de suelo y cosecha de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.	38

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la evaluación a 55 genotipos de arroz para condiciones de secano procedentes de Colombia y una variedad comercial de Nicaragua (INTA-L-9). El experimento se estableció en época verano en el ciclo agrícola 2018/19 en el Centro experimental de arroz TAINIC, ubicado en el municipio de Sébaco, en las coordenadas X 590979.316, Y 1415162.564. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de genotipos biofortificados de arroz de secano con alto potencial productivo, identificando genotipos promisorios y seleccionando los que incidan en mayor rendimiento. El diseño experimental fue un Alfa Lattice 8 x 8 con tres repeticiones el número de tratamientos evaluados fueron 64. Las variables a evaluar fueron rendimiento, habilidad de macollamiento, altura de planta, excerción de panícula, longitud de panícula, peso de mil granos, días a floración y días a cosecha, se tomaron como referencia para el mismo estudio los datos evaluados en la variedad testigo INTA L-9. Se utilizó Análisis de varianza (ANDEVA) y agrupación de medias según Tukey ($\alpha = 0.05$). Los principales resultados evidencian que existe diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los 64 tratamientos. El estudio revela que nueve genotipos obtuvieron rendimientos entre 5926 y 8018 kg ha⁻¹, los cuales superan al testigo local INTA L-9 (5643.3 kg ha⁻¹). El tratamiento que superó a todos los tratamientos fue el tratamiento 1 (CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP) el cual obtuvo un rendimiento de 8018 kg ha⁻¹. El tratamiento 6 (PCT-4\SA\2\1, Bo\4\1>183-1-4-M) presentó el rendimiento más bajo (1771 kg ha⁻¹). De igual manera, algunos de estos genotipos presentaron buen porte de planta (semi enana). Además estos genotipos poseen buen macollamiento y son de ciclo intermedio, lo que los beneficia en el rendimiento.

Palabras claves: variedad, promisorios, rendimiento, lattice, testigo.

ABSTRACT

In the present research work the evaluation of 55 genotypes of rice for rainfed conditions from Colombia and commercial variety of Nicaragua (INTA L-9) was carried out. The experiment was established in the summer season in the agricultural cycle 2018/19 in the experimental rice center TAINIC, located in the municipality of Sébaco, at coordinates X 590979.316, and 1415162.564. The objective was to evaluate the agronomic behavior of biofortified rainfed rice genotypes with high productive potential, identify promising genotypes and select those that affect the highest yield. The experimental design was an Alpha Lattice 8 x 8 with three repetitions the number of treatments evaluated were 64. Variance Analysis (ANDEVA) and group of means according to Tukey ($\alpha = 005$) were used. The main results show that there is a significant difference ($P = 00001$) between the 64 treatments. The variables to be evaluated were yield, tillering ability, plant height, panicle length, weight of a thousand grains, flowering days and harvest days. The data evaluated in the control variety were taken as reference for the some study INTA L-9. Variance Analysis (ANDEVA) and group of means according to Tukey ($\alpha = 005$) were used. The main results show that there is a significant difference ($P = 00001$) between the 64 treatments. The study reveals that nine genotypes obtained yields between 5926 and 8018 kg ha⁻¹, which exceed the local control INTA L-9 (5643.3 kg ha⁻¹). The treatment that exceeded all treatments was treatment 1 (CT19298- (100) -1-2-3-1-4MP) which obtained a yield of 8018 kg ha⁻¹. Treatment 6 (PCT4SA2, Bo411> 1S3-1-4 -M) had the lowest yield (1771 kg ha⁻¹). In the same way, some of these genotypes presented a good size of plant (semi dwarf). In addition, these genotypes have good clumping and are intermediate cycle, which favors them in performance.

Keywords: variety, promising, performance, lattice, witness.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es la principal fuente de proteína y calorías de la población más pobre de América Latina, la cual equivale al 40 % del total. Suministra más calorías a la dieta que el trigo, el maíz, la yuca y la papa. Las regiones donde la población depende del consumo de arroz presentan problemas nutricionales. Los niños, ancianos y mujeres embarazadas, son los más afectados y vulnerables. Las estrategias empleadas para combatir la mal nutrición no han dado los resultados esperados (Woods, 2004).

En la región centroamericana el promedio de rendimiento es de 3100 kg ha⁻¹, mientras que en Nicaragua es de 2500 kg ha⁻¹; esto contribuye a que el cultivo sea poco competitivo. En el ciclo agrícola 2010 - 2011, a nivel nacional se cultivaron 127 mil 624 manzanas con una producción de 5.4 millones de quintales, lo que ha contribuido a disminuir la dependencia externa del arroz para el consumo de la población. En el año 2006 los productores abastecían el 45 % del consumo nacional y para el 2011 esta cifra se elevó al 85 %, teniendo que importar el 15 %. El consumo per cápita de arroz en Nicaragua se duplicó en los últimos diez años pasando de 29.54 kg en 1997 a 51.82 kg en 2007 (INTA, 2009).

Fortificar los alimentos y proporcionar suplementos son las principales estrategias utilizadas para mejorar la nutrición. Sin embargo, el alcance de estas intervenciones puede ser bastante limitado, sobre todo en las zonas rurales de los países en desarrollo, donde viven la mayoría de los pobres. La biofortificación es una innovación prometedora que podría ayudar a combatir el hambre. Mediante el proceso conocido como biofortificación, los científicos están produciendo ahora alimentos básicos con mayor contenido de micronutrientes. HarvestPlus, un líder mundial de la biofortificación, está forjando una red mundial de científicos para producir y difundir nuevas variedades biofortificadas de cultivos de alimentos básicos ricos en vitamina A, zinc y hierro. Al centrarse en alimentos básicos que son ya importantes en las dietas de las poblaciones, HarvestPlus cree que será más fácil y con una mejor relación costo - eficacia reducir el hambre en las zonas rurales, integrando esos nuevos alimentos en las vidas de los pobres (Holtz, 2009).

El objetivo de la investigación para biofortificación del arroz tiene un enfoque en el desarrollo y la difusión de nuevas variedades con alto rendimiento y niveles de zinc en el grano pulido, que permitan a la población mejorar indirectamente su nutrición como una alternativa de enfoque alimentario sostenible a largo plazo. Como ventaja adicional, la biofortificación significa un enfoque más sustentable para hacer los alimentos más nutritivos, en lugar de suministrarle a las personas suplementos farmacéuticos para que eleven la ingestión de micronutrientes como el zinc que pudieran estar carentes en su dieta (Holtz, 2009).

Con la presente investigación se seleccionaron genotipos promisorios con buen comportamiento agronómico y que presentaron mayor rendimiento que el testigo local INTA L-9, lo que aumentaría las probabilidades de aceptación de los productores cuando se realicen las respectivas validaciones.

Para el desarrollo de la investigación se realizó un estudio de 55 genotipos promisorios de arroz biofortificado, usando como testigo local INTA L-9 y testigo centinela IR64 en cada uno de los bloques, las variables a evaluar fueron altura de planta, excursión de panícula, días a floración, días a cosecha, habilidad de macollamiento, longitud de panícula, peso de mil granos y rendimiento, se tomaron como referencia para el mismo estudio los datos obtenidos de la variedad testigo INTA L-9, para una comparación con los resultados de los genotipos biofortificados, una vez finalizado el estudio se realizó la selección de genotipos de acuerdo a las variables, usando como parámetro de selección los genotipos que superaron al testigo local (INTA L-9) para cada variable. El testigo centinela IR64 fue utilizado únicamente para disminuir la varianza generada por la heterogeneidad del suelo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de genotipos biofortificados de arroz de secano procedentes del CIAT.

2.2. Objetivos específicos

Identificar genotipos que presenten cualidades fenotípicas que incidan en mayor rendimiento.

Seleccionar genotipos promisorios de arroz para condiciones de secano con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El experimento se estableció el 15 de diciembre del 2018 y finalizó el 03 de mayo del 2019, durante la época de verano del ciclo agrícola 2018/19 en el Centro experimental de arroz TAINIC, ubicado en el municipio de Sébaco, en las coordenadas X 590979.316, Y 1415162.564. Según la clasificación bioclimática de Holdridge (1987), la zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T). El terreno se caracteriza por planicies arcillosas (orden de los vertisoles), fértiles, mecanizables y aptas para el cultivo del arroz. El sistema de siembra que predomina en la zona es por inundación. La altura promedio del Valle de Sébaco es de 465 m.s.n.m. La zona presenta una temperatura media anual de 26 °C, su humedad relativa promedio anual es de 73 %, la velocidad promedio anual de los vientos es de 3.09 m/s, con brillo solar de 7 horas y evaporación anual promedio de 8.7 mm (INETER, 2014).



Figura 1. Ubicación de centro experimental INTA Tainic, Darío, Matagalpa.

3.2. Diseño metodológico

El ensayo se realizó en un diseño experimental Alfa Lattice 8 x 8, con tres repeticiones. El número de materiales evaluados fueron 55 genotipos provenientes del CIAT, utilizando como testigo local la variedad INTA L-9 para la comparación con los tratamientos y como testigo centinela IR64 utilizado únicamente para absorber la varianza generada por la heterogeneidad del suelo. Los genotipos se sembraron el 15 de diciembre del 2018 y se terminó de cosechar el tres de mayo del 2019.

La toma de datos para las variables a evaluar se realizó en las siguientes fechas:

- a. Días a floración. Se inició el 20 de febrero y finalizó el 06 de abril del 2019.
- b. Habilidad de macollamiento. Se inició el 26 de febrero y finalizó el 13 de abril del 2019.
- c. Altura de planta. Se inició el 28 de febrero y finalizó el 16 de abril del 2019.
- d. Longitud de panícula. Se inició el 28 de febrero y finalizó el 16 de abril del 2019.
- e. Excerción de panícula. Se inició 20 de marzo y finalizó el 27 de abril del 2019.
- f. Días a cosecha. Se inició el 23 de marzo y finalizó el 03 de mayo del 2019.
- g. Rendimiento en granza. Se inició el 23 de marzo y finalizó el 03 de mayo del 2019.
- h. Peso de 1000 granos. Se inició el 26 de marzo y finalizó el 7 de mayo del 2019.

3.3. Tamaño de la parcela

Las parcelas estuvieron compuestas por dos surcos de cuatro metros de largo distanciados a 0.25 m, el área efectiva de la parcela fue 1 m² con densidad de semilla de un gramo de semilla por metro lineal, para una densidad de 40 kg ha⁻¹. Se cosecharon dos metros centrales de los dos surcos que componen el tratamiento. El área aproximada por repetición es 216 m² y el área total ensayo 648 m². (36m x 18m).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.

N°	Genotipo	Código
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	BF14AR01
2	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>125-1-4-M	BF14AR06
3	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>28-1-1-4-1-M	BF14AR09
4	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>188-1-1-M	BF14AR11
5	PCT-4\0\0\3>233-1-4-M	BF14AR13
6	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>183-1-4-M	BF14AR16
7	IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M	BF14AR18
8	IR87233-24-23-2-1-M	BF14AR19
9	IR31917-45-3-2-1-2SR-1-M	BF14AR21
10	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	BR14AR22
11	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-11-M	8544
12	PCT-4\0\0\4>149-1-1-5-3-M	8528
13	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-2-9-4-M	8558
14	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-2-1-M	8607
15	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-3-2-4-M	8561
16	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-3-M	8582
17	IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M	BF14AR33
18	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	BF14AR34
19	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-8-2-M	8579
20	IR90154-53-2-1-M	BF14AR37
21	IR90167-35-1-M-1SR-2-M	BF14AR38
22	IR90140-47-3-M-2SR-1-M	BF14AR39
23	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-3-3	BF14AR40
24	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-2-4	BF14AR41
25	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-3	BF14AR42
26	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-2	BF14AR43
27	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-3	BF14AR44
28	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-3	BF14AR45

Cuadro 1. Continuación...

N°	Genotipo	Código
29	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-2	BF14AR48
30	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-5	BF14AR49
31	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-9-M	8543
32	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>42-1-4-5-M	BF14AR51
33	PCT-4\0\0\1>295-2-3-2-1-4	BF14AR52
34	PCT-4\0\0\1>295-2-6-3-3-3	BF14AR53
35	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>37-2-6-3-M-3	BF14AR54
36	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-1	BF14AR56
37	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>82-3-3-1-3-1	BF14AR57
38	PCT-11\0\0\3>1044-M-2-3-M-1-M	BF14AR59
39	PCT-11\0\0\2>Bo\2\1>87-1-1-6-1-1-M	BF14AR64
40	PCT-4\SA\1\1>669-M-5-M-2-M-5-M	BF14AR65
41	PCT-11\0\0\2,Bo\1\1>58-1-1-3-1-M	BF14AR67
42	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M	BF14AR68
43	CT11891-3-3-3-M-1-5-M	BF14AR71
44	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>32-M-1-1-5-2-M	BF14AR73
45	PCT-4\SA\1\1,SA\4\1>11-1-1-M	BF14AR75
46	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>8-1-2-M	BF14AR76
47	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-1-M	BF14AR78
48	CT11231-2-2-1-3-M-4-2-M	BF14AR80
49	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-2-M	8581
50	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-4-M	8610
51	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-5-3-M	8608
52	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-10-1-M	8580
53	INTA L-9	Test
54	IR68144-2B-2-2-3-1-166	BF14AR89
55	Azucena	BF14AR87
56	PCT:SA:1:1,Bo:3:1>109-1-1-1-M	BF14AR88

Cuadro 1. Continuación...

N°	Genotipo	Código
57	IR64	BF14AR91
58	IR64	BF14AR91
59	IR64	BF14AR91
60	IR64	BF14AR91
61	IR64	BF14AR91
62	IR64	BF14AR91
63	IR64	BF14AR91
64	IR64	BF14AR91

3.4. Manejo agronómico

3.4.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se hizo mediante labranza mecanizada, inició con un pase de romplow, luego se le estableció una lámina de agua y se le realizó un pase de rota disco, luego dos pases de nivelación o banqueo. Una vez nivelado el suelo se drenó el agua de las terrazas, posteriormente se realizó el surcado del terreno y la siembra, a una distancia de 0.25 m entre surco. La semilla se depositó seca sembrada a chorrillo a razón de un gramo por metro lineal para un total de 40 kg ha⁻¹.

3.4.2. Siembra

La siembra se realizó el 15 de diciembre de 2018, de forma manual a chorrillo a razón de 40 kg ha⁻¹. El manejo del agua a la siembra se realizó en dependencia del crecimiento del cultivo y a la simulación de arroz de secano, es decir se aplicó pases de agua cada vez que el suelo se encontraba seco, hasta dejar en capacidad de campo.

3.4.3. Manejo de malezas

Se realizó una aplicación post emergente para el control de gramíneas 10 después de la siembra, a base de clomazone (*command* 36 SL) a una dosis de 1.4 l ha⁻¹ más Bispiribac sódico 40 SC (Bispiribac sódico) en dosis de 0.28 l ha⁻¹. Luego se realizó la segunda aplicación para el control de hojas anchas y cyperaceas 15 días después de la siembra utilizando Bentazón + MCPA (*Basagran* 46 SL) en dosis de 2.1 l ha⁻¹. Además se efectuaron controles manuales de algunas malezas que no controlaron los herbicidas.

3.4.4. Fertilización

Se aplicó fertilizante completo (NPK) de la fórmula 18 - 46 - 00 al momento de la siembra más muriato de potasio (MOP), y urea al 46 % N, fraccionados en tres aplicaciones como muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Manejo nutricional de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2 019.

Aplicaciones	Fórmula	Dosis kg ha ⁻¹
1 das	18 – 46 - 00	129.0
21 dds	Urea 46% N	96.8
36 dds	Urea 46% N + MOP	96.8 + 32.3
50 dds	Urea 46% N + MOP	96.8 + 32.3

3.4.5. Manejo de plagas

El control de plagas insectiles se realizó mediante la evaluación de los daños utilizando como base los umbrales de daño económico establecidos por el INTA. Los productos insecticidas fueron: Thiametoxan + Lambda cihalotrina (*Engeo* 24.7 SC) con dosis de 0.21 l ha⁻¹, se efectuó a los 22 días después de la siembra para el control de *Hydrelia* sp (Mosca minadora). Luego se realizó aplicación de Profenofos + Lufenuron (*Curyom* 55 EC) a los 30 dds para el control de *Spodoptera frugiperda* (Gusano) con dosis de 0.28 l ha⁻¹.

3.5. Variables evaluadas

Se utilizó el sistema de evaluación estándar del CIAT para el cultivo del arroz, para medir cuantitativa y cualitativamente las características morfológicas de la planta y grano; así como para identificar los diferentes estados de crecimiento de las plantas (CIAT, 1983).

Cuadro 3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

Estado	Estado fenológico
0	Germinación a emergencia
1	Plántula o trasplante
2	Macollamiento o ahijamiento
3	Crecimiento o elongación del tallo
4	Embuchamiento
5	Emergencia de la panícula
6	Floración
7	Estado lechoso del grano
8	Estado pastoso del grano
9	Grano maduro

3.5.1. Altura de planta (cm)

Se registró el promedio de altura de cinco plantas al azar, midiendo desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta (incluyendo arista) para esto se utilizó una cinta métrica, el dato fue expresado en centímetros. Tiempo de evaluación estado de crecimiento 6 (floración).

3.5.2. Excresión de panícula (cm)

Para determinar este carácter se tomaron al azar cinco panículas, la medición se realizó utilizando una regla, se midió desde el cuello de la hoja bandera hasta el nudo ciliar de la panícula, se expresó el promedio en centímetros. La medición se realizó en el estado fenológico 8 (grano pastoso).

3.5.3. Días a floración (Días)

Se registró el número de días, desde la emergencia de las plántulas hasta cuando el 50 % de la población estuvieron florecidas, mediante evaluaciones visuales constantes. Tiempo de evaluación, estado de desarrollo 6 (floración).

3.5.4. Días a cosecha (Días)

Se registró el número de días desde la emergencia de las plántulas hasta la madures fisiológica del cultivo. Tiempo de evaluación, en estado de desarrollo 9 (grano maduro).

3.5.5. Habilidad de macollamiento (Unidad)

Se realizó el recuento de tallos productivos para ello se midió un metro lineal por cada tratamiento en el área de la parcela útil y se procedió a contar el número de tallos que tenían panículas. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 6 (floración).

3.5.6. Longitud de panícula (cm)

Para determinar este carácter se tomaron al azar cinco panículas, la medición se realizó utilizando una regla y se midió desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, se expresó el promedio en centímetros. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 6 (floración).

3.5.7. Peso de 1000 granos (g)

Se pesaron 1000 granos por cada tratamiento utilizando una balanza de precisión AWS (0.1), debido a que este procedimiento se realizó posterior a la cosecha y los tratamientos sufrieron un cambio de humedad, fue necesario volver a tomar este dato utilizando un probador FARMEX MT-PRO, para luego ajustarlo al 14 % de humedad. El dato se expresó en gramos. Método utilizado en el INTA Tainic. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 9 (grano maduro).

3.5.8. Rendimiento en granza (kg ha⁻¹)

Se cosecharon dos metros centrales de los dos surcos que componen el tratamiento, luego se procedió a pesarlo en kilogramos, utilizando una balanza de precisión AWS (0.1 g), además se registró el respectivo porcentaje de humedad de la granza utilizando un probador de humedad FARMEX MT-PRO. Los resultados del rendimiento se expresaron en kg ha⁻¹ al 14 % de humedad. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 9 (grano maduro).

3.6. Análisis estadístico

Antes de realizar los análisis se realizaron las pruebas de Shapiro-Wilk para determinar normalidad en los datos y para determinar la homogeneidad se utilizó la prueba de Levene. Para esto se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.4 (SAS, 2011).

Se realizó el análisis de Varianza para probar la hipótesis de igualdad entre medias de tratamientos. En la separación de medias se utilizó Tukey al 5% de significancia ($\alpha = 0.05$).

Se realizó análisis de correlación Pearson a las variables del componente del rendimiento, crecimiento y desarrollo para determinar el grado de asociación con el rendimiento.

También se realizó análisis de conglomerado para evaluar la similitud de los genotipos evaluados, el método utilizado fue encadenamiento de promedio (Average linkage). Estos análisis se realizaron con software estadístico InfoStat versión 2016.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

Fernández et al., (1985), afirma que el porte bajo y la dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de alto rendimiento, ya que minimizan el volcamiento y poseen una mayor relación grano/paja.

Existen variedades o líneas de porte bajo y porte alto, las variedades comerciales oscilan entre 1 y 1.5 m de altura. El rendimiento y la respuesta al nitrógeno del arroz están fuertemente correlacionadas con la altura de la planta (CIAT, 1983).

En el presente estudio la variable altura de planta mostró diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los tratamientos evaluados. Los rangos de altura de planta que presentaron estos tratamientos oscilaron entre 57.2 y 130.3 cm (ver cuadro 4). El tratamiento que presentó mayor altura de planta fue el 55 (Azucena) con una altura de 130.3 cm. El testigo local INTA L-9 obtuvo una altura de 87.1 cm. Se identificaron 6 genotipos que superaron al testigo local INTA L-9 con alturas entre los 87.4 y 130.3 cm.

4.2. Excepción de panícula (EDP)

La inhabilidad de la panícula para emerger completamente de la hoja bandera se considera comúnmente como un defecto genético. Los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto.

El análisis de varianza determinó que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos en estudio ($P = 0.0001$). El tratamiento 55 (Azucena) presentó la mejor excepción de panícula 4.8 cm. El testigo INTA L-9 obtuvo una excepción de panícula de 2.2 cm (ver cuadro 4). Se identificaron 8 genotipos promisorios que superaron al testigo local INTA L-9 con excepción de panícula entre los 2.23 y 4.8 cm.

Es importante que los tratamientos evaluados presenten una excreción de panícula mayor de dos centímetros, ya que esto es una buena característica genética que evitará que los nuevos genotipos promisorios de arroz presenten problemas por pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae* S) en el ciclo de invierno.

4.3. Días a floración (DAF)

La floración se inicia cuando la panícula emerge de la vaina en la hoja bandera, inmediatamente la floración es seguida por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula (Somarriba, 1998).

El análisis de varianza determinó que existe diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los tratamientos en estudio. En cuanto a los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey las medias variaron entre 67 y 114 días a floración (ver cuadro 4). El tratamiento 17 (IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M) presentó el mayor número de días a floración. El testigo local INTA L-9 obtuvo el 50 % de floración a los 101 días. Se identificaron 4 genotipos promisorios que mostraron más días a floración que el testigo local INTA L-9 con días a floración entre 104 y 114 días.

La apertura de las espiguillas depende de condiciones de temperatura, luz y humedad. La intensidad máxima de apertura puede variar de 1 a 2 horas con la temperatura; la temperatura de floración es de 30 °C y las condiciones óptimas de humedad se sitúan entre 70 y 80 % (Angladette, 1975). Durante el periodo que se realizó la evaluación de los genotipos la temperatura promedio fue 27 °C y la humedad relativa fue 70 %, lo que benefició la apertura de las espiguillas.

4.4. Días a cosecha (DAC)

El período de maduración está controlado generalmente por muchos genes, hace que la segregación transgresiva sea común para ambos tipos de maduración, tardía o precoz. El desarrollo del grano es un proceso continuo y los granos sufren cambio específico antes de madurar completamente (De Datta, 1986).

El análisis de varianza determinó que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos en estudio ($P = 0.0001$). El tratamiento 17 (IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M) y 18 (IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M) presentaron ciclo largo de cosecha (138 días), mientras que el testigo local INTA L-9 ciclo intermedio (124 días) (ver cuadro 4). Se identificaron 8 genotipos promisorios de ciclo más largo que INTA L-9 con días a cosecha entre los 124 y 138 días.

Los tratamientos que presentaron los mayores días a cosecha se describen como genotipos de ciclo largo, esto es un buen carácter que tiene como resultado buen rendimiento ya que los dos tratamientos (17 y 18) se ubican dentro de los 9 primeros genotipos que superaron en rendimiento al testigo local INTA L-9, cabe destacar que estos genotipos también presentaron buen macollamiento y longitud panícula promedio.

Las variedades que maduran entre 110 a 135 días usualmente alcanzan mejores rendimientos que aquellas que la hacen temprano bajo la mayoría de las condiciones agronómicas favorables (Jennings, 1985). Los granos de arroz alcanzan la maduración a los 30 días después de la floración, la planta está fisiológicamente madura cuando el 80 % de los granos han madurado y muestran un color amarillo pálido, la panícula se inclina a 180° y se apoya hacia delante en el nudo del cuello (Somarriba, 1998).

Cuadro 4. Medias de las variables de crecimiento y desarrollo en la evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.

Tratamiento	Identificación de genotipo	ADP		EDP		DAF		DAC	
		cm	Tukey	cm	Tukey	Días	Tukey	Días	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	77.5	dm	0	p	98	bc	129	ac
8	IR87233-24-23-2-1-M	71.0	in	0	p	94	bf	124	bf
7	IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M	75.1	dm	0	p	104	ab	135	ab
64	IR64	75.0	dm	0.3	op	97	bd	123	bf
62	IR64	71.7	gm	0.3	op	97	bd	126	ae
10	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	76.5	dm	0	p	92	bg	124	bf
21	IR90167-35-1-M-1SR-2-M	71.6	gm	0	p	93	bf	125	bf
20	IR90154-53-2-1-M	74.6	dm	0	p	95	be	122	cf
18	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	77.5	dm	0	p	113	a	138	a
9	IR31917-45-3-2-1-2SR-1-M	76.7	dm	0	p	98	bd	135	ab
17	IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M	79.3	dl	0	p	114	a*	138	a
59	IR64	72.6	gm	0.37	mp	98	bc	125	bf
61	IR64	71.2	in	0.27	op	97	bd	123	bf
58	IR64	70.9	in	0.5	lp	96	bd	122	cf
53	INTA L-9	87.1	cf	2.2	eg	101	ac	124	bf
63	IR64	69.7	kn	0.2	op	98	bd	123	bf
57	IR64	66.0	ln	0.63	kp	99	bc	125	bf
60	IR64	70.9	in	0.33	np	99	bc	124	bf
4	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>188-1-1-M	106.6	b	4	b	94	bf	120	cg
43	CT11891-3-3-3-M-1-5-M	76.8	dm	0.6	kp	89	ci	119	ch
14	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-2-1-M	74.8	dm	0.03	p	82	el	107	hl
22	IR90140-47-3-M-2SR-1-M	79.0	dl	0.27	op	95	be	127	ad
45	PCT-4\SA\1\1,SA\4\1>11-1-1-M	93.9	bc	0	p	94	bf	122	cf
24	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-2-4	78.9	dl	0.27	op	76	im	105	jl
12	PCT-4\0\0\4>149-1-1-5-3-M	70.9	in	1.1	hl	81	el	109	gl
41	PCT-11\0\0\2,Bo\1\1>58-1-1-3-1-M	81.1	ck	0	p	71	lm	98	N

Cuadro 4. Continuación...

Tratamiento	Identificación de genotipo	ADP		EDP		DAF		DAC	
		cm	Tukey	cm	Tukey	Días	Tukey	Días	Tukey
11	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-11-M	75.2	dm	0.4	mp	78	gm	102	l
52	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-10-1-M	76.3	dm	0.2	op	78	hm	103	kl
47	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-1-M	73.5	em	3.33	bc	72	km	105	jl
3	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>28-1-1-4-1-M	88.1	cd	2.23	dg	76	im	117	cj
33	PCT-4\0\0\1>295-2-3-2-1-4	81.7	ck	0.27	op	76	jm	100	n
35	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>37-2-6-3-M-3	78.1	dl	0.4	mp	75	jm	102	l
44	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>32-M-1-1-5-2-M	85.6	ch	2.7	ce	71	lm	101	mn
2	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>125-1-4-M	82.2	ck	1.33	hj	81	fl	109	gl
30	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-5	82.1	ck	0.4	mp	75	jm	100	n
27	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-3	85.0	ci	0.4	mp	72	km	99	n
19	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-8-2-M	79.8	cl	0.1	op	77	hm	103	kl
55	Azucena	130.3	a*	4.8	a*	104	ab	124	bf
25	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-3	87.0	cf	0.33	np	72	km	99	n
48	CT11231-2-2-1-3-M-4-2-M	70.9	in	0	p	88	cj	117	cj
36	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-1	84.8	cj	0.5	lp	71	km	99	n
5	PCT-4\0\0\3>233-1-4-M	75.3	dm	2.2	eg	90	ch	116	dk
26	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-2	87.5	ce	2.1	eg	75	jm	101	mn
46	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>8-1-2-M	76.1	dm	1	in	80	gm	103	kl
28	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-3	85.7	cg	3.23	c	78	hm	101	mn
37	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>82-3-3-1-3-1	73.0	fm	1.77	fh	76	im	99	n
23	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-3-3	84.0	ck	0.6	kp	72	km	98	n
50	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-4-M	76.3	dm	2.9	cd	70	lm	98	n
31	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-9-M	73.7	em	0.43	lp	76	jm	102	l
49	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-2-M	71.4	hn	0.5	lp	74	km	102	l
29	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-2	87.4	ce	0.43	lp	71	km	101	mn
15	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-3-2-4-M	70.6	jn	1.03	im	74	jm	102	ln

Cuadro 4. Continuación...

Tratamiento	Identificación de genotipo	ADP		EDP		DAF		DAC	
		cm	Tukey	cm	Tukey	Días	Tukey	Días	Tukey
56	PCT:SA:1:1,Bo:3:1>109-1-1-1-M	57.2	n	0	p	71	km	118	ci
54	IR68144-2B-2-2-3-1-166	63.4	mn	0	p	95	be	121	cg
32	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>42-1-4-5-M	77.6	dm	2.43	df	71	lm	101	mn
13	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-2-9-4-M	70.7	jn	0.3	op	72	km	101	mn
16	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-3-M	76.5	dm	0.4	mp	74	km	106	il
34	PCT-4\0\0\1>295-2-6-3-3-3	78.3	dl	1	in	74	km	114	el
51	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-5-3-M	76.5	dm	0	p	85	dk	113	fl
42	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M	77.6	dm	1.6	gi	72	km	104	kl
38	PCT-11\0\0\3>1044-M-2-3-M-1-M	73.9	dm	1.2	hk	67	m	99	n
39	PCT-11\0\0\2>Bo\2\1>87-1-1-6-1-1-M	78.9	dl	0.73	jo	76	jm	101	mn
40	PCT-4\SA\1\1>669-M-5-M-2-M-5-M	74.1	dm	0.2	op	71	km	102	l
6	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>183-1-4-M	74.6	dm	0.3	op	73	km	101	mn
Pr>F Para Genótipo		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001	
Pr>F Para Repetición		0.0001		0.4427		0.0001		0.0001	
Pr>F Para Bloque		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001	
DMS		14.3332		0.67096		13.6383		12.3605	
CV (%)		5.3		23.34		4.7		3.18	
R ²		0.91		0.98		0.95		0.96	

4.5. Habilidad de macollamiento

Jennings (1985) describe al macollamiento como uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio, una vez que las macollas reciban mayor radiación solar. La habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está atado a características genéticas y depende a la vez de las condiciones en el cual se desarrolle el cultivo, por ejemplo: densidad de siembra, fertilidad de suelo, incidencia de enfermedades y temperaturas bajas que no permiten la formación de macollas.

El análisis de varianza determinó que existe diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los tratamientos en estudio. En cuanto a los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey las medias variaron entre 42 y 154 macollas por metro lineal. El tratamiento 58 (IR64) presentó mayor número de macollas por metro lineal con 154 macollas. El testigo local INTA L-9 obtuvo un macollamiento de 83 macollas por metro lineal. Se identificaron 9 genotipos promisorios que superaron al testigo local INTA L-9 con macollamiento entre 85 y 154 macollas por metro lineal (ver cuadro 5).

El macollamiento en el cultivo de arroz es uno de los caracteres de mayor importancia ya que buen macollamiento lleva como resultado a buen rendimiento, esto se observa en el testigo centinela IR64 que obtuvo el mayor macollamiento entre todos los genotipos evaluados se ubica entre los 9 que superaron en rendimiento al testigo local INTA L-9.

El macollamiento es deseable para lograr una productividad máxima con poblaciones moderadas y densas, además el número de hijos formados determina el número de panículas, es el factor más importante para obtener altos rendimientos de granos, este carácter está determinado por efecto genético (Narváez, 1998).

4.6. Longitud de panícula (LDP)

El CIAT (1981), afirma que los productores prefieren variedades que presentan panículas largas, esto permite una mayor cantidad de granos, además de presentar una buena excerción y así tener mayor porcentaje de fertilidad de espiguillas.

Los resultados de estudio indicaron que existe diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los tratamientos en estudio, los tratamientos mostraron longitudes de panícula entre 16.9 y 25.7 cm. El tratamiento 55 (Azucena) obtuvo la mayor longitud de panícula con 25.7 cm (ver cuadro 5). El testigo INTA L-9 obtuvo una longitud de panícula de (23.4 cm). Solamente el tratamiento 55 (Azucena) superó al testigo local INTA L-9.

La importancia de haber evaluado la longitud de panícula en este estudio es que se puede notar que el rendimiento no solo está influenciado por la longitud de panícula de los genotipos, ya que el tratamiento que obtuvo la mayor longitud de panícula no se destacó dentro de las que obtuvieron mayor rendimiento esto es dado a que ese genotipo presentó poco macollamiento en comparación con otros genotipos.

Angladette (1975) afirma que los caracteres cuantitativos (macollamiento y longitud de panícula) varían debido a un componente genético y por condiciones ambientales. La longitud de panícula dependerá de la variedad de arroz que se cultive no necesariamente todas las variedades tendrán una misma medida; también se verá influenciada por las condiciones en la que se encuentre el cultivo, si son o no las adecuadas, para su crecimiento.

4.7. Peso de mil granos (PMG)

El peso de los granos es una característica genética, generalmente un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales con mayor tamaño de grano. Los granos largos a extra largo son los que obtienen el mayor peso, estos valores promedios fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991).

Según Sequeira (1996), el peso de 1000 semillas depende del volumen del elipsoide que representa al grano, por lo tanto, de su peso específico y es muy estable en buenas condiciones de cultivo y depende de la variedad.

En los resultados obtenidos de la variable peso de mil granos, se encontró diferencia significativa ($P = 0.0001$) entre los tratamientos en estudio.

Los tratamientos presentaron peso de mil granos entre los 16.5 y 33.9 g. El tratamiento 42 (PCT-11\0\0\2, Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M) fue el que obtuvo el mayor peso de mil granos (33.9 g). El testigo local INTA L-9 obtuvo un peso de mil granos de 26.5 g. Se identificaron 31 genotipos promisorios que superaron al testigo local INTA L-9 con peso de mil granos entre 26.6 y 33.9 g (ver cuadro 5).

El peso de mil granos que presentó el tratamiento 42 (PCT-11\0\0\2, Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M) fue el más alto entre todos los tratamientos, pero no se destacó entre los de mayor rendimiento debido a que este tratamiento presenta menor número macollas por plantas, menor longitud de panícula, además es un tratamiento de ciclo corto, que son factores negativos que conllevan a bajos rendimientos.

4.8.Rendimiento en granza kg ha^{-1}

El rendimiento de una planta de arroz es el resultado de números de tallos, con panícula y el tanto por ciento de esterilidad del número de granos por panícula y del peso medio de los granos, pero también está en función de la resistencia a enfermedades, acame, desgrane y alto poder de asimilación de fuertes abonadas (Angladette, 1969).

El macollamiento por planta, el tamaño y peso de la panícula, son responsables en gran parte del rendimiento del cultivo de arroz. La capacidad productiva de una línea es un criterio muy severo de producción, en el cual los materiales evaluados deben rendir por encima de los testigos comerciales o en su defecto igual al rendimiento de la variedad testigo (Martínez, 1985).

El análisis de varianza determinó que existe diferencia significativa entre los rendimientos de los diferentes tratamientos en estudio ($P = 0.0001$). El tratamiento 1 (CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP) presentó el rendimiento más alto (8018 kg ha^{-1}). El testigo INTA L-9 obtuvo un rendimiento de ($5643.3 \text{ kg ha}^{-1}$). Se identificaron 9 genotipos promisorios que superaron al testigo local INTA L-9 con rendimientos entre los 5926 a 8018 kg ha^{-1} . El tratamiento 6 (PCT-4\SA\2\1, Bo\4\1>183-1-4-M) presentó el rendimiento más bajo (1771 kg ha^{-1}) (ver cuadro 5).

Los nueve genotipos evaluados que obtuvieron rendimientos más altos que el testigo local INTA L-9 representan buenas opciones de nuevas variedades de arroz para nuestro país, ya que estos genotipos poseen características agronómicas como alta producción de macollas, panículas largas y ciclo intermedio a largo lo que potencializan buenos rendimientos.

Cuadro 5. Medias de los componentes de rendimiento en la evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secoano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.

Tratamiento	Identificación de genótipo	Rendimiento al 14% de humedad		Macollas/metro lineal		PMG al 14% de humedad		LDP	
		kg ha ⁻¹	Tukey	Unidad	Tukey	g	Tukey	cm	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	8018	a*	125	ae	26.4	bl	20.8	bk
8	IR87233-24-23-2-1-M	6597.7	ab	106	ai	24.8	fl	20.3	bl
7	IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M	6565.3	ac	77	ej	26.3	bl	20.6	bl
64	IR64	6547	ac	145	ab	23	kl	20.1	bl
62	IR64	6429	ad	135	ad	27.0	bl	20.7	bk
10	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	6357.3	ae	89	bj	25.7	dl	22.7	af
21	IR90167-35-1-M-1SR-2-M	6286	af	90	aj	27.4	bk	18.2	il
20	IR90154-53-2-1-M	6227.7	ag	111	ah	26	bl	22.8	ae
18	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	6000.7	ah	106	ai	24.9	el	21.9	bi
9	IR31917-45-3-2-1-2SR-1-M	5926.3	ai	79	dj	26.6	bl	19.6	cl
17	IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M	5926	ai	97	aj	25.8	cl	22.9	ad
59	IR64	5888.7	ai	140	ac	25.8	cl	20.4	bl
61	IR64	5861	ai	117	ag	29.5	ag	20.1	bl
58	IR64	5810	ai	154	a	25.4	dl	20.4	bl
53	INTA L-9	5643.3	aj	83	cj	26.5	bl	23.4	ab
63	IR64	5271.7	ak	112	ah	27.2	bl	20.1	bl
57	IR64	5203.7	ak	111	ah	26.1	bl	20.5	bl
60	IR64	4708.7	bl	118	af	25.6	dl	19.4	dl
4	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>188-1-1-M	4449.3	bl	77	ej	25.6	dl	23.4	ab
43	CT11891-3-3-3-M-1-5-M	4347	bl	71	ej	31.2	ab	19.1	el
14	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-2-1-M	4337.7	bl	58	hj	27.2	bl	19.1	fl
22	IR90140-47-3-M-2SR-1-M	4321.7	bl	58	hj	29.4	ag	18.8	gl
45	PCT-4\SA\1\1,SA\4\1>11-1-1-M	3941.7	bl	60	fj	31	ac	18.9	gl
24	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-2-4	3861.3	bl	58	hj	29.5	ag	19.5	cl

Cuadro 5. Continuación...

Tratamiento	Identificación de genotipo	Rendimiento al 14% de humedad		Macollas/metro lineal		PMG al 14% de humedad		LDP	
		kg ha ⁻¹	Tukey	Unidad	Tukey	g	Tukey	cm	Tukey
12	PCT-4\0\0\4>149-1-1-5-3-M	3797	bl	78	dj	29.1	ah	18.5	hl
41	PCT-11\0\0\2,Bo\1\1>58-1-1-3-1-M	3772.3	bl	77	ej	29.7	ag	19.0	gl
11	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-11-M	3757.7	bl	58	hj	24.5	gl	18.7	gl
52	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-10-1-M	3713	bl	58	hj	23.1	jl	19.4	dl
47	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-1-M	3538.7	cl	57	hj	27.1	bl	19.6	cl
3	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>28-1-1-4-1-M	3537.3	cl	54	hj	30.1	ae	22.4	ag
33	PCT-4\0\0\1>295-2-3-2-1-4	3532	cl	85	cj	30	af	21.2	bk
35	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>37-2-6-3-M-3	3469	dl	76	ej	28.7	ai	20.1	bl
44	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>32-M-1-1-5-2-M	3447	dl	66	fj	28.2	bj	20.2	bl
2	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>125-1-4-M	3384.3	el	69	ej	22	l	21.3	bk
30	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-5	3362.3	el	64	fj	27.7	bk	21.1	bk
27	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-3	3278	fl	55	hj	30.3	ad	22	ah
19	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-8-2-M	3275.3	fl	56	hj	23.7	il	19.0	gl
55	Azucena	3271.7	fl	42	j	29.8	af	25.7	a*
25	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-3	3241.3	gl	60	gj	29.2	ah	21.6	bj
48	CT11231-2-2-1-3-M-4-2-M	3235.7	gl	63	fj	31.13	ab	20.0	bl
36	PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-1	3199.3	gl	68	ej	28.3	bj	21.2	bk
5	PCT-4\0\0\3>233-1-4-M	3081	hl	55	hj	26.3	bl	20.1	bl
26	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-2	3021.7	hl	60	gj	26.9	bl	21.2	bk
46	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>8-1-2-M	3019.7	hl	69	ej	26.7	bl	21.6	bj
28	PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-3	3014.3	hl	62	fj	27.5	bk	20.0	bl
37	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>82-3-3-1-3-1	2995	hl	65	fj	29.5	ag	16.9	l
23	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-3-3	2941	il	80	dj	26.5	bl	21.2	bk
50	PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-4-M	2933.7	il	73	ej	27.7	bk	20.3	bl
31	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-9-M	2927	il	68	ej	24.0	hl	19.4	dl
49	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-2-M	2919.3	il	60	fj	24.9	el	19.4	dl
29	PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-2	2910.3	il	78	dj	26.0	bl	21.5	bj

Cuadro 5. Continuación...

Tratamiento	Identificación de genotipo	Rendimiento al 14% de humedad		Macollas/metro lineal		PMG al 14% de humedad		LDP	
		kg ha ⁻¹	Tukey	Unidad	Tukey	g	Tukey	cm	Tukey
15	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-3-2-4-M	2905.7	il	58	hj	24.1	hl	18.3	hl
56	PCT:SA:1:1,Bo:3:1>109-1-1-1-M	2688.7	jl	63	fj	31.17	ab	17.6	kl
54	IR68144-2B-2-2-3-1-166	2645	jl	97	aj	16.5	m	18.2	il
32	PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>42-1-4-5-M	2623.7	jl	62	fj	30.13	ae	20.1	bl
13	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-2-9-4-M	2544.3	kl	42	j	24.5	gl	19.4	dl
16	PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-3-M	2491	kl	60	gj	25.1	dl	19.2	dl
34	PCT-4\0\0\1>295-2-6-3-3-3	2481	kl	64	fj	28.7	ai	20	bl
51	PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-5-3-M	2473.7	kl	68	ej	25.3	dl	19.5	cl
42	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M	2402.3	kl	44	j	33.9	a*	23.3	ac
38	PCT-11\0\0\3>1044-M-2-3-M-1-M	2363.3	kl	59	gj	28.8	ai	18.1	jl
39	PCT-11\0\0\2>Bo\2\1>87-1-1-6-1-1-M	2267.7	kl	68	ej	29.4	ag	21.8	bj
40	PCT-4\SA\1\1>669-M-5-M-2-M-5-M	1904.7	l	51	ij	26.4	bl	20.8	bk
6	PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>183-1-4-M	1771	l	67	fj	25.6	dl	18.5	hl
Pr>F Para Genótipo		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001	
Pr>F Para Repetición		0.0195		0.3049		0.4744		0.0001	
Pr>F Para Bloque		0.0001		0.0001		0.0001		0.0001	
DMS		3033.47496		58.1309		5.27907		3.74221	
CV (%)		22.02		21.7800		5.63		5.32	
R ²		0.84		0.8200		0.86		0.85	

4.9. Análisis de correlación

El análisis de correlación de las variables demostró que existen correlaciones positivas y negativas entre las variables.

La variable rendimiento presentó correlación positiva con la variable macollamiento (63%) y con la variable longitud de panícula (15%), esto significa que entre más macollas por planta se incrementa el rendimiento, de igual manera al aumentar la longitud de panícula aumenta el rendimiento, cabe destacar que las plantas deben tener buen número de macollas por plantas. Sin embargo presentó correlación negativa (-25%) con la variable excerción de panícula, significa que los tratamientos que presentaron mayor excerción de panícula obtuvieron bajo rendimiento. Los tratamientos que presentaron buena excerción de panícula no tenían buen número de macollas por planta, por esta razón los tratamientos de mayor excerción no prestaron buen rendimiento y en caso contrario los tratamientos que presentaron mala excerción de panículas obtuvieron buen rendimiento debido a que tenían buen macollamiento.

La variable días a floración y días a cosecha presentó correlación positiva (67%) con la variable rendimiento, es decir que los tratamientos que presentaron ciclo más largo obtuvieron mayor rendimiento.

El análisis de correlación demuestra que existe correlación positiva entre longitud de panícula, días a floración y el rendimiento, ya que los tratamientos que presentaron buena longitud de panícula y ciclo de vida más largo obtuvieron buenos rendimientos.

Se presentó correlación positiva entre macollamiento y el ciclo de vida de los genotipos de arroz, ya que los genotipos de ciclo de vida más largo presentaron más macollas por planta. Y a la vez estos genotipos que presentaron buen macollamiento su peso de mil granos disminuyó, esto se justifica ya que la planta de arroz al tener muchas macollas por planta los contenidos nutricionales para alimentar cada hijo de arroz era menor que en las plantas de poco macollamiento y eso disminuye su peso de mil granos.

Cuadro 6. Análisis de correlación para los componentes del rendimiento, crecimiento y desarrollo, en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 - 2019.

	REN	MAC	LDP	EDP	PMG	ADP	DAF	DAC
REN	1	0.63071 <.0001	0.15463 0.0322	-0.25308 0.0004	-0.10703 0.1395	-0.03601 0.62	0.67207 <.0001	0.67535 <.0001
MAC	0.63071 <.0001	1	0.12039 0.0962	-0.28385 <.0001	-0.25907 0.0003	-0.21025 0.0034	0.52263 <.0001	0.48634 <.0001
LDP	0.15463 0.0322	0.12039 0.0962	1	0.27534 0.0001	0.08662 0.2322	0.5745 <.0001	0.24888 0.0005	0.26091 0.0003
EDP	-0.25308 0.0004	-0.28385 <.0001	0.27534 0.0001	1	0.17804 0.0135	0.54221 <.0001	-0.1364 0.0592	-0.17555 0.0149
PMG	-0.10703 0.1395	-0.25907 0.0003	0.08662 0.2322	0.17804 0.0135	1	0.20982 0.0035	-0.18037 0.0123	-0.09946 0.1699
ADP	-0.03601 0.62	-0.21025 0.0034	0.5745 <.0001	0.54221 <.0001	0.20982 0.0035	1	0.05986 0.4095	-0.01237 0.8648
DAF	0.67207 <.0001	0.52263 <.0001	0.24888 0.0005	-0.1364 0.0592	-0.18037 0.0123	0.05986 0.4095	1	0.9054 <.0001
DAC	0.67535 <.0001	0.48634 <.0001	0.26091 0.0003	-0.17555 0.0149	-0.09946 0.1699	-0.01237 0.8648	0.9054 <.0001	1

4.10. Análisis de conglomerado

El análisis de componentes principales, permite agrupar los diferentes genotipos según sus características en común. En este caso los genotipos se agrupan en 6 conglomerados.

El primer conglomerado (Amarillo) está conformado por los tratamientos 1, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 20, 21, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 comparten similitud por buen rendimiento, buen macollamiento, tratamientos de ciclo intermedio a largo, buena longitud de panícula, altura de planta intermedia, mala excerción de panícula y bajo peso de mil granos.

El segundo conglomerado (Azul) está conformado por los tratamientos 2, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56 cuyas características están definidas por rendimientos bajos, poco macollamiento, ciclo corto, buen peso de mil granos, excerción de panícula media, plantas altas y corta longitud de panícula.

El tercer conglomerado (Gris) está conformado por los tratamientos 3 y 42 los cuales poseen características similares en excelente excerción de panícula y peso de mil granos, buena altura de planta, longitud de panícula intermedia, bajo rendimiento, poco macollamiento y ciclo corto.

El cuarto conglomerado (Verde) lo componen los tratamientos 4 y 53 que se diferencia de los demás por destacar excelente longitud de panícula, plantas altas, excerción de panícula promedio, peso de mil granos medio, poco macollamiento y rendimiento promedio.

El quinto conglomerado (Celeste) está conformado por el tratamiento 54, este tratamiento posee bajo peso de mil granos, poca excerción de panícula, baja altura de planta, rendimiento promedio y buen macollamiento.

El sexto conglomerado (Rojo) está conformado por el tratamiento 55, este tratamiento presentó plantas altas, buena excerción de panícula, buen peso de mil granos, longitud de panícula promedio, poco macollamiento, bajo rendimiento, es de ciclo intermedio.

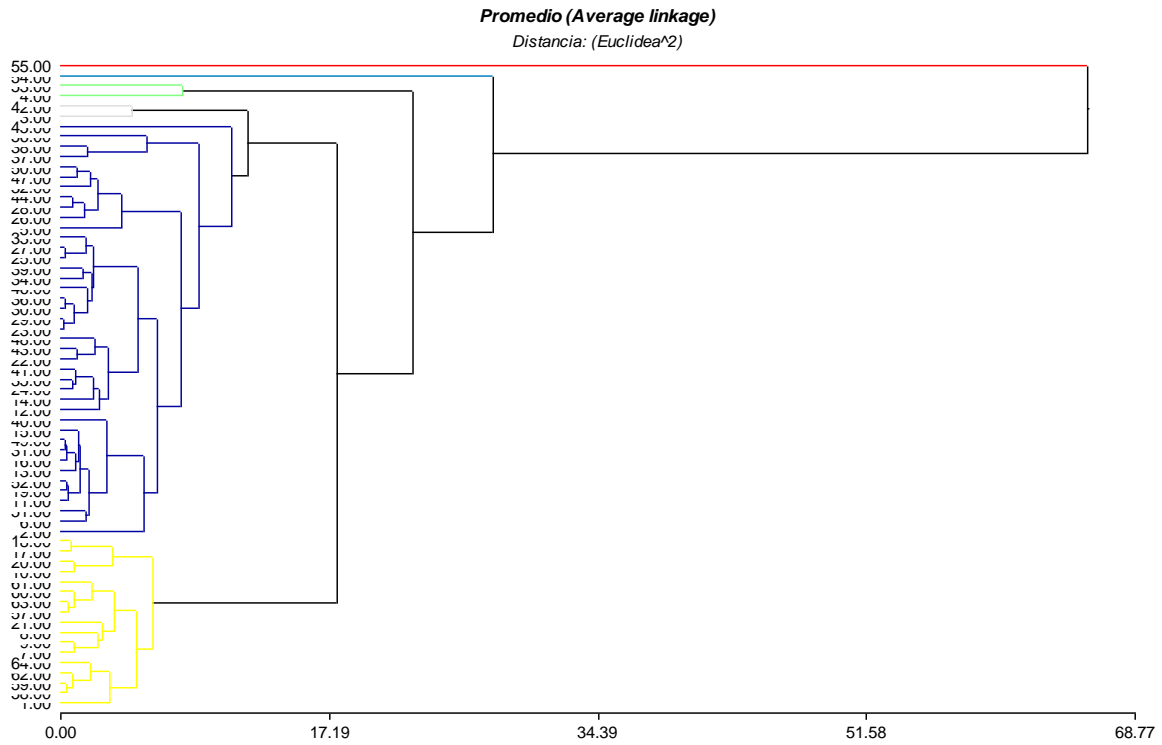


Figura 2. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerado en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano.

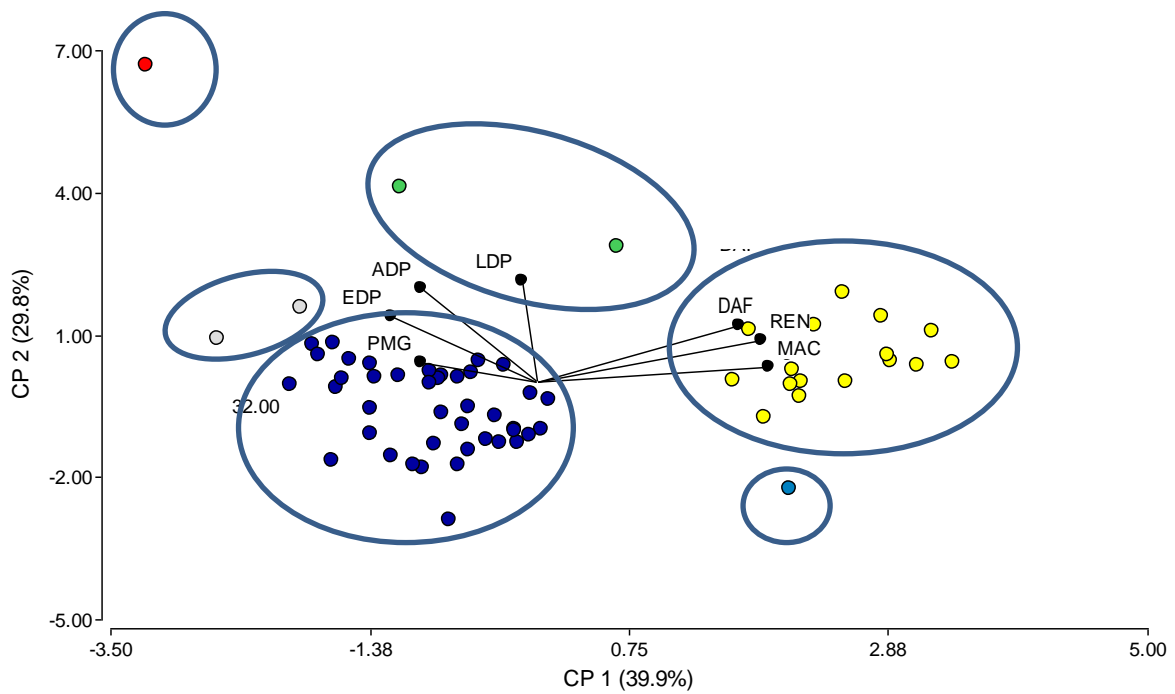


Figura 3. Análisis de componentes principales y la agrupación de los conglomerados, en ensayo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano.

V. CONCLUSIONES

Se identificó un grupo de 9 genotipos que se destacan por alto rendimiento, buen macollamiento, tratamientos de ciclo intermedio a largo, buena longitud de panícula, altura de planta intermedia, poca excursión de panícula y bajo peso de mil granos y que son estadísticamente similares al testigo local (INTA L-9) en rendimiento (Genotipos 1, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 20, 21).

Sin embargo, solamente se seleccionaron tres genotipos 1 (CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP), 8 (IR87233-24-23-2-1-M), 7 (IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M) que presentaron rendimientos superiores al testigo local INTA L-9.

VI. RECOMENDACIONES

Los genotipos 1 (CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP), 8 (IR87233-24-23-2-1-M) y 7 (IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M) que presentaron rendimientos superiores a la media del testigo local INTA L-9. Pueden pasar a la siguiente etapa de evaluación porque tienen buenas características agronómicas y potencial para convertirse en una nueva variedad.

El uso de diseños experimentales como el lattice ayuda a disminuir la varianza generada por la heterogeneidad del suelo, por lo que se recomienda para experimentos con gran número de genotipos.

Evaluar los mejores genotipos en diferentes ambientes para observar su comportamiento ante condiciones adversas.

VII. LITERATURA CITADA

- Angladette, A. 1969. El arroz. Colección agricultura tropical. Editorial brume 867 pp.
- Angladette, A. 1975. El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. 864 p.
- CIAT, 1983. Sistema de Evaluación Estándar para arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manual arrocero, traductor y adaptador. Cali, Colombia. 230 p.
- CIAT. 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. CIAT. Cali, Colombia.
- CIAT. 1981. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Cali, Colombia. 36 pp.
- De Datta, S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera Edición. D. F. México. 690 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Fernández, F; Vergara, B. S; Yapit, N. y García, O. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p.80 – 100.
- Holdridge, L. 1967. Clasificación bioclimática de áreas de tierra. Consultado en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge.
- Holtz, Y. I. (2009). La producción de cultivos para una nutrición mejor. OIEA: boletín.
- INETER. 2014. Instituto nicaragüense de estudios territoriales. Boletín informativo de las condiciones climáticas de Darío, Matagalpa, 2014. Estación Meteorológica del Valle de Sébaco, San Isidro, Matagalpa, Nicaragua. 5 p.
- INTA. (2009). Guía técnica del cultivo de arroz. Managua: INTA.
- Jenning, P.R. 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia. 205 – 231 p
- López B, 1991. Cultivos herbáceos. Cereales. Primera Edición. Barcelona, España. 221 p.

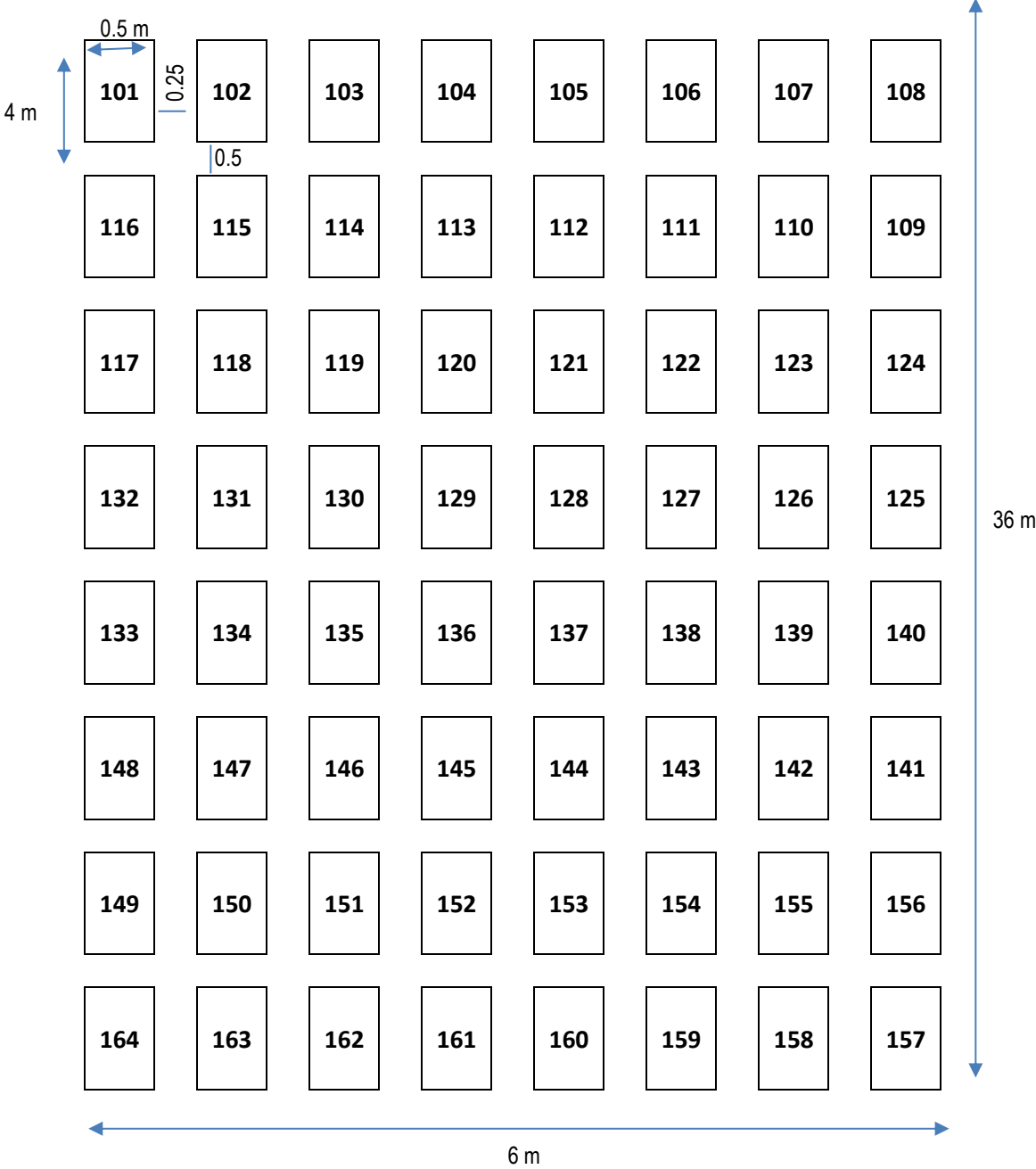
- Martínez, C. 1985. Mejoramiento de arroz de Secano para América Latina. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación citados por el CIAT. Cali, Colombia. 233 – 241 p.
- Narváez, L. 1998 Informe Anual de Arroz Granos Básicos INTA-CIAT. Managua - Nicaragua, 160 pp.
- SAS Institute. 2011. The SAS system for Windows. Release 9.2. SAS Inst, Cary, NC.
- Sequeira, S. 1996 Tesis. Estudio comparativo de nuevas líneas promisorias con dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema de riego .UNAN. Managua-Nicaragua. 27 P.
- Somarriba, R. C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Woods, S. y. 2004. Mejoramiento agronómico y nutricional del arroz en América Latina.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]
B[1,]	101	102	103	104	105	106	107	108
B[2,]	116	115	114	113	112	111	110	109
B[3,]	117	118	119	120	121	122	123	124
B[4,]	132	131	130	129	128	127	126	125
B[5,]	133	134	135	136	137	138	139	140
B[6,]	148	147	146	145	144	143	142	141
B[7,]	149	150	151	152	153	154	155	156
B[8,]	164	163	162	161	160	159	158	157
B[1,]	201	202	203	204	205	206	207	208
B[2,]	216	215	214	213	212	211	210	209
B[3,]	217	218	219	220	221	222	223	224
B[4,]	232	231	230	229	228	227	226	225
B[5,]	233	234	235	236	237	238	239	240
B[6,]	248	247	246	245	244	243	242	241
B[7,]	249	250	251	252	253	254	255	256
B[8,]	264	263	262	261	260	259	258	257
B[1,]	301	302	303	304	305	306	307	308
B[2,]	316	315	314	313	312	311	310	309
B[3,]	317	318	319	320	321	322	323	324
B[4,]	332	331	330	329	328	327	326	325
B[5,]	333	334	335	336	337	338	339	340
B[6,]	348	347	346	345	344	343	342	341
B[7,]	349	350	351	352	353	354	355	356
B[8,]	364	363	362	361	360	359	358	357

Anexo 2. Medidas del ensayo de evaluación de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.



Anexo 3. Distribución de los tratamientos en campo de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.

Genotipo	N° Tratamiento	Ubicación		
		R1	R2	R3
CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	1	125	210	352
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>125-1-4-M	2	135	225	349
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>28-1-1-4-1-M	3	137	251	303
PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>188-1-1-M	4	144	221	353
PCT-4\0\0\3>233-1-4-M	5	139	264	312
PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>183-1-4-M	6	140	224	328
IR31917-45-3-2-1-3SR-3-M	7	154	209	346
IR87233-24-23-2-1-M	8	104	207	355
IR31917-45-3-2-1-2SR-1-M	9	116	212	339
IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	10	119	204	341
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-11-M	11	130	247	321
PCT-4\0\0\4>149-1-1-5-3-M	12	158	245	340
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-2-9-4-M	13	153	263	326
PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-2-1-M	14	148	206	316
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-3-2-4-M	15	149	244	313
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-3-M	16	146	233	320
IR77378-11-B-6-1-B-3SR-4-M	17	159	239	347
IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	18	118	220	333
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-8-2-M	19	152	230	334
IR90154-53-2-1-M	20	128	219	343
IR90167-35-1-M-1SR-2-M	21	120	257	354
IR90140-47-3-M-2SR-1-M	22	111	258	323
PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-3-3	23	110	202	330
PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-2-4	24	117	235	309
PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-3	25	138	205	318
PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-2	26	164	215	325
PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-3	27	109	229	344
PCT-4\0\0\1>295-2-6-1-3-3	28	123	211	307
PCT-4\0\0\1>295-2-1-1-2-2	29	145	227	362
PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-5	30	157	218	359
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-1-1-9-M	31	105	261	345
PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>42-1-4-5-M	32	134	213	358
PCT-4\0\0\1>295-2-3-2-1-4	33	103	255	327
PCT-4\0\0\1>295-2-6-3-3-3	34	121	249	364
PCT-4\SA\1\1,Bo\3\1>37-2-6-3-M-3	35	124	228	324
PCT-4\0\0\1>295-2-3-1-3-1	36	112	241	351
PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>82-3-3-1-3-1	37	163	252	319

Anexo 3. Continuación...

Genotipo	N° Tratamiento	Ubicación		
		R1	R2	R3
PCT-11\0\0\3>1044-M-2-3-M-1-M	38	131	201	335
PCT-11\0\0\2>Bo\2\1>87-1-1-6-1-1-M	39	126	259	363
PCT-4\SA\1\1>669-M-5-M-2-M-5-M	40	107	217	315
PCT-11\0\0\2,Bo\1\1>58-1-1-3-1-M	41	162	203	305
PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>125-M-3-2-3-1-M	42	133	246	348
CT11891-3-3-3-M-1-5-M	43	115	234	301
PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>32-M-1-1-5-2-M	44	161	226	310
PCT-4\SA\1\1,SA\4\1>11-1-1-M	45	102	240	337
PCT-4\SA\2\1,Bo\4\1>8-1-2-M	46	151	253	356
PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-1-M	47	113	256	311
CT11231-2-2-1-3-M-4-2-M	48	127	237	331
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-8-5-2-M	49	106	216	317
PCT-11\0\0\2,Bo\3\1>1-M-3-1-1-4-M	50	156	223	304
PCT-4\SA\8\1>21-1-1-8-5-3-M	51	101	248	357
PCT-11\0\0\2,Bo\4\1>8-1-4-10-1-M	52	155	238	361
INTA L-9	53	129	231	306
IR68144-2B-2-2-3-1-166	54	147	243	329
Azucena	55	143	254	338
PCT:SA:1:1,Bo:3:1>109-1-1-1-M	56	141	262	302
IR64	57	108	114	122
IR64	58	132	136	142
IR64	59	150	160	208
IR64	60	214	222	232
IR64	61	236	242	250
IR64	62	260	308	314
IR64	63	322	332	336
IR64	64	342	350	360

Anexo 4. Labores de preparación de suelo y cosecha de genotipos de arroz biofortificados para condiciones de secano, Darío, Matagalpa, verano 2018 – 2019.



Preparación de terreno en aguas turbias.



Surcado del área de ensayo de genotipos de arroz.



Depósito de semilla en su respectivo recipiente.



Sobre con semilla de los genotipos de arroz.



Aplicación de herbicida.



Fertilización de los genotipos de arroz.



Simulación de condiciones de secano.



Cosecha de los genotipos de arroz.



Cosecha de los genotipos de arroz.



Pesado de los mil granos de arroz.