

Evaluation of yield stability and productivity under flowering drought and aluminum toxicity in advanced rice crop lines (*Oryza sativa* ssp Japonica & spp. Indica)

Fedearroz: José Omar Ospina, Mario Sandoval, Darío Pineda

Universidad ICESI: **Jairo Antonio Arcos Jaramillo (Univ. Florida)**, Sandra Moreno (CENICAFE), Thaura Ghneim.

Alianza Bioversity CIAT: Johan Aparicio.

CIRAD: Cecile Grenier y Jerome Bartholome

jarcosjaramillo@ufl.edu – jaarcosj@gmail.com



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



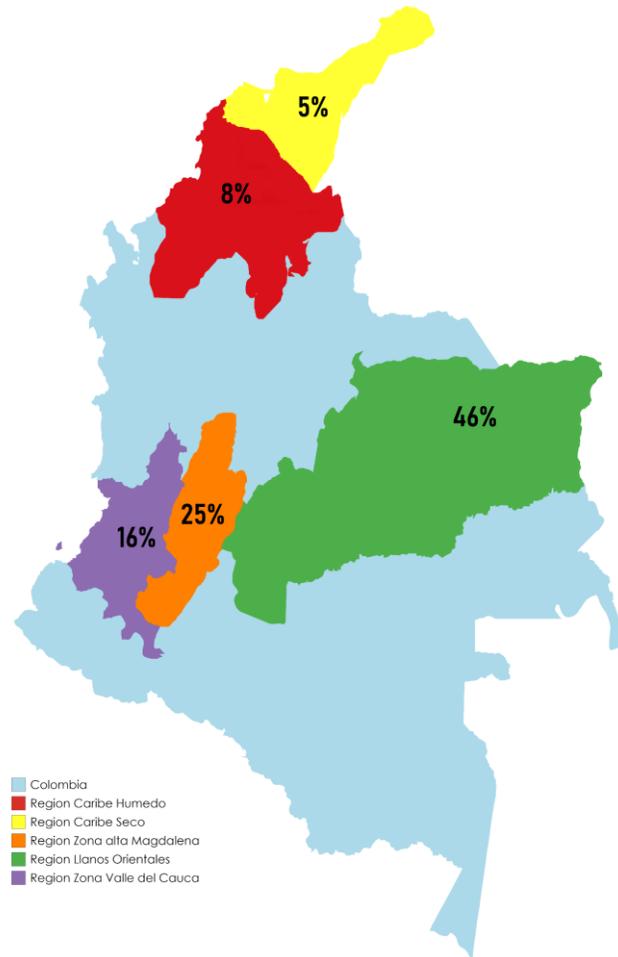
Alliance



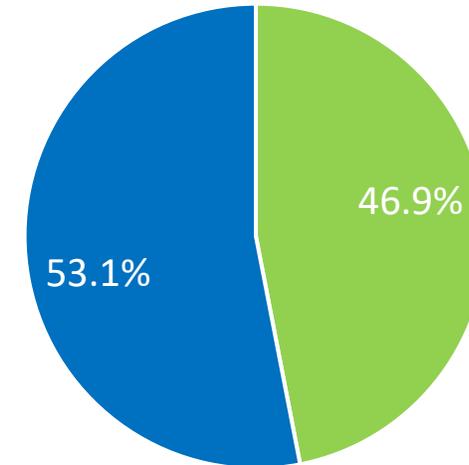
Este proyecto esta se encuentra dentro del componente de investigación **P6 “seguridad alimentaria”** del programa de investigación OMICAS, ganador de la segunda convocatoria de Colombia Científica en el foco de Alimentos.



Resumen de la producción de arroz en Colombia (2015 – 2020)



Regiones productivas de arroz en Colombia



■ Produccion en riego ■ Produccion en secano

Sistemas productivos de arroz en Colombia

Estos números ubican a la región de los Llanos orientales (Arauca, **Casanare**, Vichada y Meta) como la región productora de arroz por excelencia en el país.

Consumo per cápita de arroz en Colombia es de 39 kilos según el DANE, e incluso de 44,2 kilos en el sector rural.

Región clave para el arroz: Departamento del Casanare

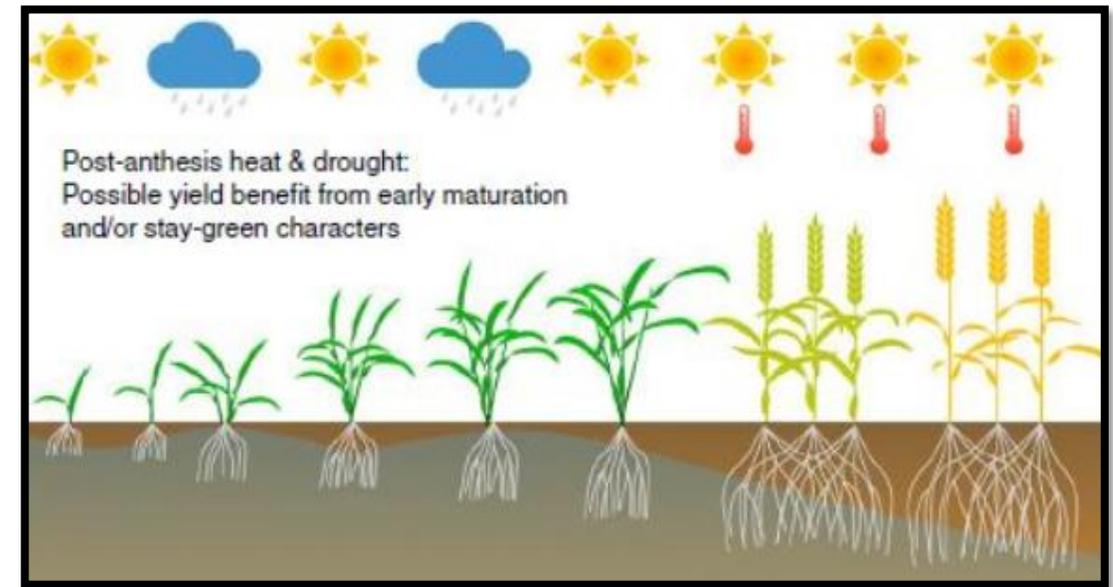
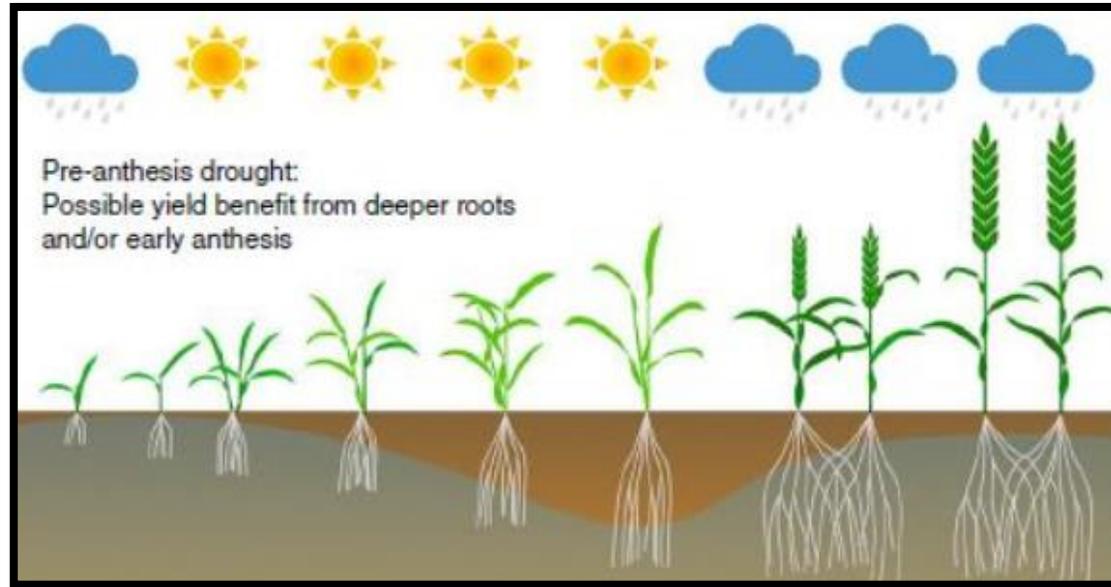


El 75% corresponde a siembras bajo los sistemas de secano favorecido y secano estricto.

El 80% de las siembras de arroz anualmente se concentran en el primer semestre del año (abril – junio).

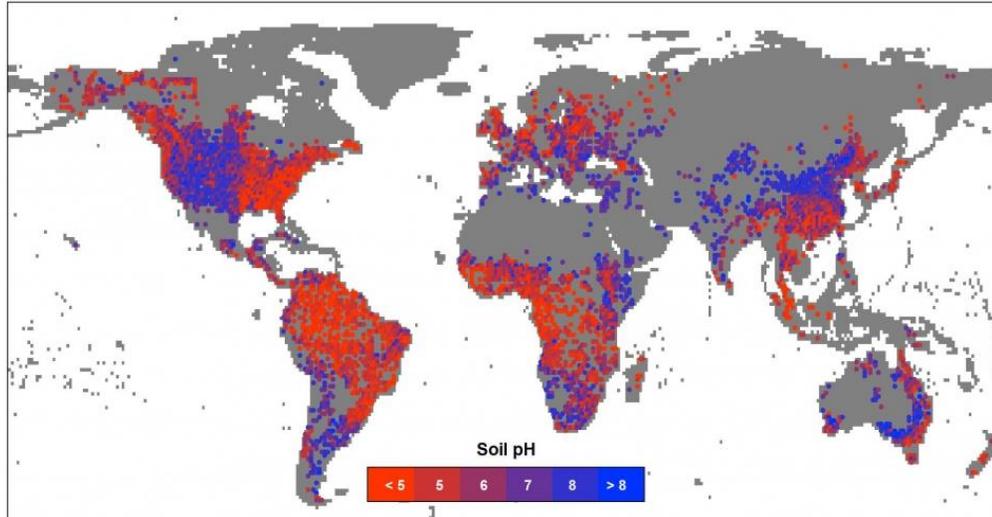
Los suelos de la región se caracterizan por tener alta acidez favoreciendo la presencia del aluminio (Al) generando alta toxicidad para el arroz en la mayoría de la altillanura.

Estrés por sequía: causas y efectos sobre el cultivo del arroz.



Disminuye el contenido de agua en todos los tejidos de la planta, afectando la actividad estomática y el crecimiento celular. En las raíces, se reduce la actividad meristemática, sin embargo el impacto más dramático se presenta en la fase reproductiva.

Estrés por toxicidad de Al: causas y efectos sobre el cultivo del arroz.



University of California , 2016

50% de las tierras cultivables del mundo son de pH ácido. En Colombia cerca del 85% la producción agrícola se encuentra en suelos ácidos, presentando valores de pH en el suelo por debajo de 5,5.

Con la acidificación del pH del suelo se incrementa la solubilidad del Al hasta llegar a ocupar más de la mitad de los sitios de intercambio iónico del suelo, afectando a las plantas e impactando directamente el rendimiento de la planta.

¿Qué estrategias de mitigación existen?



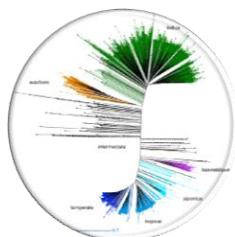
Mediante la aplicación ADECUADA de cal dolomita o cal agrícola al suelo es posible lograr la reducción de los efectos tóxicos del aluminio.



Mejora en la eficiencia de los sistemas de riego para el departamento del Casanare.



Desarrollo de variedades adaptadas para ambas condiciones de estrés, empleando evaluación y selección de materiales en el ambiente objetivo de los llanos orientales.



Apoyar y acelerar el desarrollo de variedades empleando las herramientas ómicas de última generación.



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



OBJETIVOS DE INVESTIGACION

Objetivo general: Evaluar la productividad y estabilidad de rendimiento en condiciones de estrés por sequía en floración y altas concentraciones de aluminio en suelos ácidos, en líneas genéticas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* sub. Japonica) y líneas comerciales de arroz (*Oryza sativa* sub. Indica).

Metodología: Material Vegetal del estudio

Un total de cincuenta y ocho (58) genotipos fueron empleados en los ensayos de campo:

- A) Se empleo cuarenta y nueve (49) líneas avanzadas de arroz de la subespecie Japónica), desarrolladas por mejoramiento convencional.
- B) Dos (2) líneas testigo de la tolerancia a aluminio: NIPPONBARE, IR64-1-5
- C) Siete (7) líneas comerciales de FEDEARROZ de la subespecie Indica, Fedearroz 68 y Fedearroz Lagunas CL, Fedearroz 70, Fedearroz Itagua, Fedearroz Orotoy, Fedearroz Yemayá, Fedearroz 495.

Alliance



Metodología: Fenotipado en campo (Sequia)

Grupo fenológico	Rangos en días a floración	No. de líneas a evaluar	% de líneas evaluadas	Acumulado en No. de líneas avanzadas	Acumulado en % de líneas evaluadas
ES1	42-52	10	17%	10	17%
ES2	52-62	22	36%	32	53%
ES3	62-72	17	28%	47	82%
ES4	72-82	8	13%	57	95%
ES5	82-92	3	5%	60	100%

Grupos fenológicos de siembra para evaluar el efecto de estrés por sequía en floración

Sistema de riego						
DT - Estrés por sequia			División	IT - Tratamiento control		
Bloque. 3	Bloque. 2	Bloque. 1		Bloque. 3	Bloque. 2	Bloque. 1
ES5	ES5	ES4		ES4	ES1	ES2
ES1	ES4	ES5		ES2	ES4	ES1
ES4	ES3	ES3		ES1	ES3	ES3
ES3	ES2	ES1		ES3	ES5	ES5
ES2	ES1	ES2		ES5	ES2	ES4

Diseño experimental Parcelas divididas

Finca "La Primavera" coordenadas: 5°27'50.85"N; - 72°9'28.97"O. (octubre de 2020 – febrero 2021),



Metodología: Fenotipado en campo, empleando estrés por sequía en floración.



DT - Sequia en floración: Suspensión del riego y coincidencia con la estación seca en el 50% del área total del ensayo durante 15 días, al momento que los materiales logran el 50% de floración en el área de evaluación



IT - Riego en floración: Aplicación de agua por el método de riego por superficie libre, desde el inicio del ensayo hasta el final de la prueba, este tratamiento será establecido en el 50% del área total del ensayo

Finca “La Primavera” coordenadas: 5°27'50.85"N; - 72° 9'28.97"O. (octubre de 2020 – febrero 2021),



Metodología: Fenotipado en campo, empleando estrés por sequía en floración.

TABLE I. Environmental conditions during the period of evaluation Experimental farm "La Primavera", Municipality of Aguazul, Casanare – Colombia.

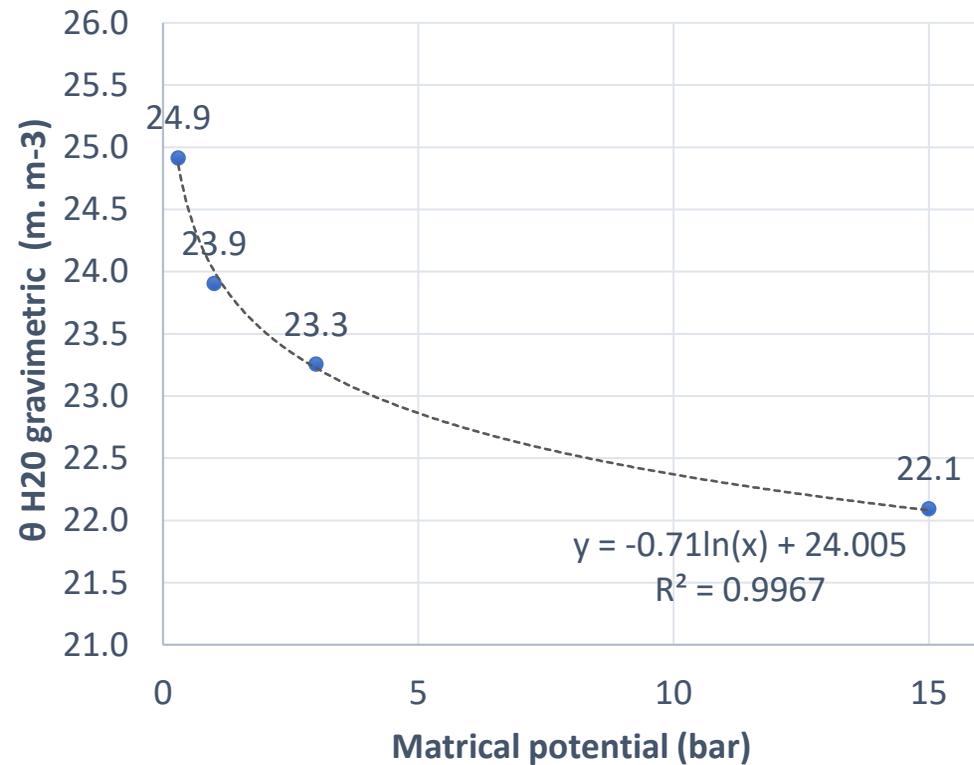
Semestre B (Month)	Rainfall (mm)	Temperature (C)		Relative humidity (%)	Sunshine hours (h/day)	pH	M.O (g/kg)	CICe (cmol/kg)
		Max	Min					
October 2020	163.8	31.4	22.8	87.3	5.6	4.84±0.10	54.19±3.56	8.35±0.14
November 2020	23.2	32.3	22.4	81.7	6			
December 2020	0	32.4	22	78.1	6.9			
January 2021	0	33	21.1	72.4	7.4			
February 2021	26.4	32.2	22.1	74.8	6.4			
<i>Mean</i>	213,4 ^a	32.3	22.1	78.9	6.5			

^a total rainfall during the crop growing season

Finca "La Primavera" coordenadas: 5°27'50.85"N; - 72°
9'28.97"O. (octubre de 2020 – febrero 2021),



Metodología: Fenotipado en campo, empleando estrés por sequía en floración.



Muestras de suelo fueron colectadas en los tres bloques de cada tratamiento para caracterizar el potencial hidráulico en los laboratorios de Agrosavia – Tibaitata en Cundinamarca. Se generó la curva de retención de humedad ajustando el modelo Van Genuthchen para el suelo empleado en el experimento

Finca “La Primavera” coordenadas: 5°27'50.85"N; - 72° 9'28.97"O. (octubre de 2020 – febrero 2021),

TABLE IV. Moisture retention curves for each of the genotypes analyzed during the implementation of stress treatment – DT.

Moisture evaluation during fifteen days of stress (%)																	
Genotype	Day of stress				Moisture loss in soil	Genotype	Day of stress				Moisture loss in soil	Genotype	Day of stress				Moisture loss in soil
	1	5	10	15			1	5	10	15			1,0	5,0	10,0	15,0	
1	43,5	32,8	19,7	12,6	30,9	21	36,7	18,8	12,9	6,9	29,9	41	30,5	20,8	11,8	5,9	24,6
2	32,8	21,3	13,2	8,9	23,9	22	34,1	19,0	14,1	10,7	23,3	42	32,7	18,4	6,3	6,1	26,6
3	37,0	23,0	11,5	8,6	28,4	23	39,6	18,2	8,7	6,3	33,3	43	31,4	18,5	11,4	6,6	24,8
4	39,2	16,4	10,0	6,3	32,9	24	38,2	20,3	11,2	6,6	31,6	44	22,6	12,4	9,0	5,7	16,9
5	32,5	15,6	7,6	8,8	23,7	25	29,6	15,0	8,8	5,5	24,1	45	38,6	21,7	14,5	8,6	30,0
6	37,8	25,4	13,7	9,2	28,6	26	32,5	17,2	12,3	9,0	23,5	46	36,7	21,7	13,1	7,5	29,3
7	38,3	19,4	8,6	6,3	32,0	27	34,2	17,3	10,1	6,6	27,5	47	40,1	24,3	12,3	8,8	31,3
8	32,1	21,8	13,2	6,4	25,7	28	39,0	23,4	15,0	8,9	30,1	48	35,8	21,4	11,4	10,9	24,9
9	32,4	18,4	13,6	7,1	25,4	29	32,4	18,8	11,4	7,7	24,8	F-495	42,0	21,3	8,9	5,2	36,7
10	32,9	20,2	12,8	5,9	26,9	30	33,1	17,0	7,5	6,2	26,9	F-60	41,4	22,3	13,0	9,9	31,6
11	29,5	17,8	13,6	10,4	19,2	31	35,8	18,5	10,1	5,9	29,9	F-68	39,3	19,4	7,7	7,0	32,3
12	33,4	19,0	13,9	6,2	27,2	32	21,5	10,5	6,4	4,0	17,5	F-70	32,8	13,0	9,5	5,9	26,9
13	32,9	18,7	10,1	7,8	25,0	33	35,7	20,2	12,3	8,4	27,3	IR-64	33,0	13,2	8,4	5,9	27,1
14	36,8	15,1	9,2	5,0	31,8	34	41,1	21,6	15,4	11,2	29,9	F-Itagua	38,4	20,6	11,6	7,4	31,0
15	28,2	16,1	11,2	7,7	20,4	35	33,9	20,7	11,7	6,1	27,7	F-Lagunas	36,3	10,5	6,2	5,6	30,7
16	36,7	14,3	10,4	7,0	29,7	36	32,3	18,2	9,7	7,4	24,9	Nipponbare	41,3	22,4	12,9	11,5	29,9
17	38,2	19,5	11,1	8,4	29,8	37	32,3	15,4	8,0	5,9	26,4	F-Orotoy	37,2	17,8	10,7	7,9	29,3
18	30,6	20,4	15,0	8,8	21,8	38	33,4	19,0	9,5	8,9	24,6	F-Yemayá	44,4	24,8	9,0	6,6	37,8
19	29,8	22,1	13,5	8,8	20,9	39	31,8	13,5	7,1	4,9	26,9						
20	33,8	19,9	12,5	8,5	25,3	40	32,2	20,8	11,8	6,0	26,2						

Finca “La Primavera” coordenadas: 5°27'50.85"N; - 72° 9'28.97"O. (octubre de 2020 – febrero 2021),

Metodología: Fenotipado en campo (Toxicidad por Al⁺)

Sistema de riego						
AT - Estrés por acidez y Al ⁺			División	CT – Control de acidez y Al ⁺ con cal		
Bloque. 3	Bloque. 2	Bloque. 1		Bloque. 3	Bloque. 2	Bloque. 1
ES5	ES5	ES4		ES4	ES1	ES2
ES1	ES4	ES5		ES2	ES4	ES1
ES4	ES3	ES3		ES1	ES3	ES3
ES3	ES2	ES1		ES3	ES5	ES5
ES2	ES1	ES2		ES5	ES2	ES4

Diseño experimental Parcelas divididas



Fotografía de la división entre tratamientos (AT y CT)

Finca “Santa Marta” coordenadas: 4°59'38.23"N; - 72° 23'59.55"O. (marzo de 2021 – julio 2021),

Metodología: Fenotipado en campo (Toxicidad por Al⁺)



AT – Acidez y toxicidad por aluminio Al⁺: Se establece en una zona identificada con pH ácido en suelo, cercano a 4.3 y presencia de aluminio en el suelo y no se realiza control con cal.



CT – aplicación de cal agrícola: Se establece el ensayo realizando la aplicación de cal agrícola según la dosis recomendada en la zona (>500 kg/ha) tres (3) meses previos a la siembra del ensayo.

Finca “Santa Marta” coordenadas: 4°59'38.23"N; - 72°
23'59.55"O. (marzo de 2021 – julio 2021),



Metodología: Fenotipado en campo (Toxicidad por Al⁺)

TABLE II. Environmental conditions during the period of evaluation Experimental farm "Santa Marta", Municipality of Aguazul, Casanare - Colombia.

Semester A (Month)	Rainfall (mm)	Temperature (C)		Relative humidity (%)	Sunshine hours (h/day)	pH	M.O (g/kg)	CICe (cmol/kg)
		Max	Min					
March 2021	102.1	33.2	22.3	71	4.8	4.42±0.03	22.9±0.7	9.84±2.87
April 2021	209	32.1	22.3	82.9	4.3			
May-21	422.6	29.7	22.7	91.1	4.2			
June 2021	299.6	29.5	22.2	92.5	4			
July 2021	260.6	28.9	21.9	92.5	4.1			
<i>Mean</i>	1191,8 ^a	30.7	22.3	86	4.3			

^a total rainfall during the crop growing season

Finca "Santa Marta" coordenadas: 4°59'38.23"N; - 72°
23'59.55"O. (marzo de 2021 – julio 2021),



Metodología: Fenotipado en campo (Toxicidad por Al⁺)

pH ácido en el suelo

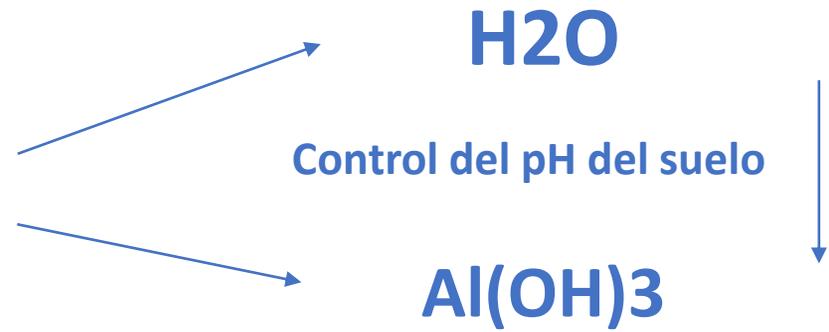
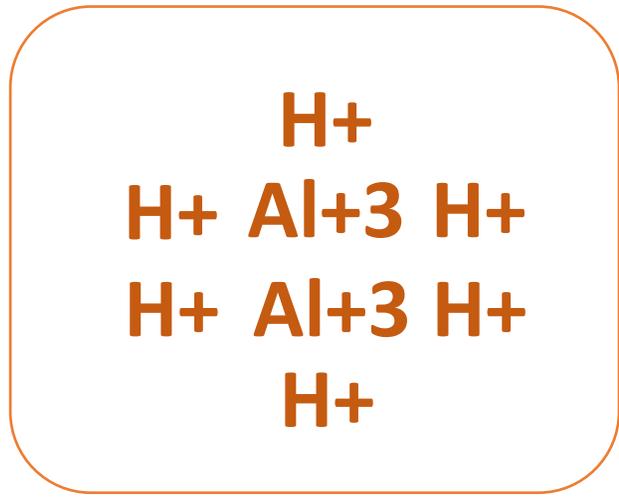


TABLE V. Neutralization curve of aluminum in Santa Marta.

Treatment	pH	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmolc dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	K (cmolc dm ⁻³)	Al (cmolc dm ⁻³)	Al. Sat (cmolc dm ⁻³)	MO (g.100g ⁻¹)
CT**	5,19±0,35*	15,8±2,9*	5,00±1,2*	1,60±0,33*	0,43±0,08*	0,53±0,38*	7,35±0,3*	1,82±0,2*
AT***	4.42±0.03*	29.2±4.4*	1.43±0.39*	0.54±0.08*	0.39±0.19*	7.46±3.53*	73.47±12.48*	2.29±0.7*

Finca "Santa Marta" coordenadas: 4°59'38.23"N; - 72° 23'59.55"O. (marzo de 2021 – julio 2021),

Metodología: Variables de evaluación



Rendimiento (YI –t/ha): En ambos ensayos se evaluó en los dos surcos centrales de cada genotipo, evaluando la humedad de grano para calcular el rendimiento a una humedad del 14% y expresarla en t/ha.

Cálculo de índices de productividad y estabilidad de rendimiento por estrés.

A) Rendimiento en estrés
(Y.d / Y. al)

B) Rendimiento control
(Y.r / Y.c)

C) LTSR en estrés a los 20 días

D) LTSR control a los 20 días

$$\sqrt{YI \text{ Estrés} * YI \text{ Control}}$$

GMP - Índice de productividad media geométrica, Fernandez (1992):

$$\left(\frac{YI \text{ Control}}{YI \text{ Estrés}}\right) / 2$$

MP - Índice Productividad media, Rosielle y Hamblin (1981)

$$\frac{(YI \text{ Control} * YI \text{ Estrés})}{(YI \text{ Promedio Control})^2}$$

STI - Índice de tolerancia al estrés, Fernández (1992)

$$\frac{YI \text{ Estrés}}{YI \text{ promedio Estrés}}$$

YI - Índice de rendimiento: Gavuzzi et al., (1997)

$$\frac{YI \text{ Estrés}}{YI \text{ Control}}$$

YSI - Índice de estabilidad de rendimiento, Bouslama y Schapaugh (1984),

F Value /P Value - Análisis de comparaciones múltiples Genotipo x Tratamiento

$$\left(\frac{YI \text{ Estrés} - YI \text{ Control}}{YI \text{ Control}}\right) * 100$$

Ind. IRR - Índice de tolerancia IRR

$$(YI \text{ Control} - YI \text{ Estrés})$$

TOL - Índice de Tolerancia, Rosielle y Hamblin (1981) y Hossain et al (1990).

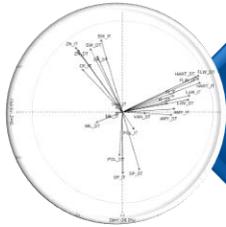
$$\frac{\left[1 - \left(\frac{YI \text{ Estrés}}{YI \text{ Control}}\right)\right]}{IES}, \text{ donde } IES = \left(1 - \frac{YI \text{ Estrés promedio}}{YI \text{ Control promedio}}\right)$$

SSI - Índice de susceptibilidad al estrés, Fischer y Maurer (1978)

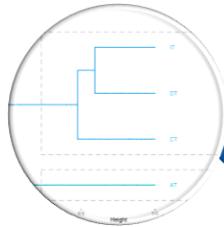
Análisis estadístico



Los dos ensayos se analizaron empleando un análisis ANOVA para los factores de estudio Genotipo (G), Tratamiento (T), G x T y T x B.



Se realizó un análisis de componentes PCA para clasificar los genotipos en grupos funcionales en los dos ensayos, empleando los índices de fenotipado



Desarrollo de un dendrograma resultante del análisis de conglomerado aplicado sobre los genotipos analizados empleando el algoritmo de Ward sobre la matriz de distancias de Gower.



Desarrollo de un biplot (mean vs stability) para el análisis combinado de los ambientes, identificando los mejores genotipos para las dos condiciones de estrés evaluadas.

Todos los análisis se realizaron con el software R



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Experimental farm "La Primavera", Post anthesis drought field plot (IT/DT)

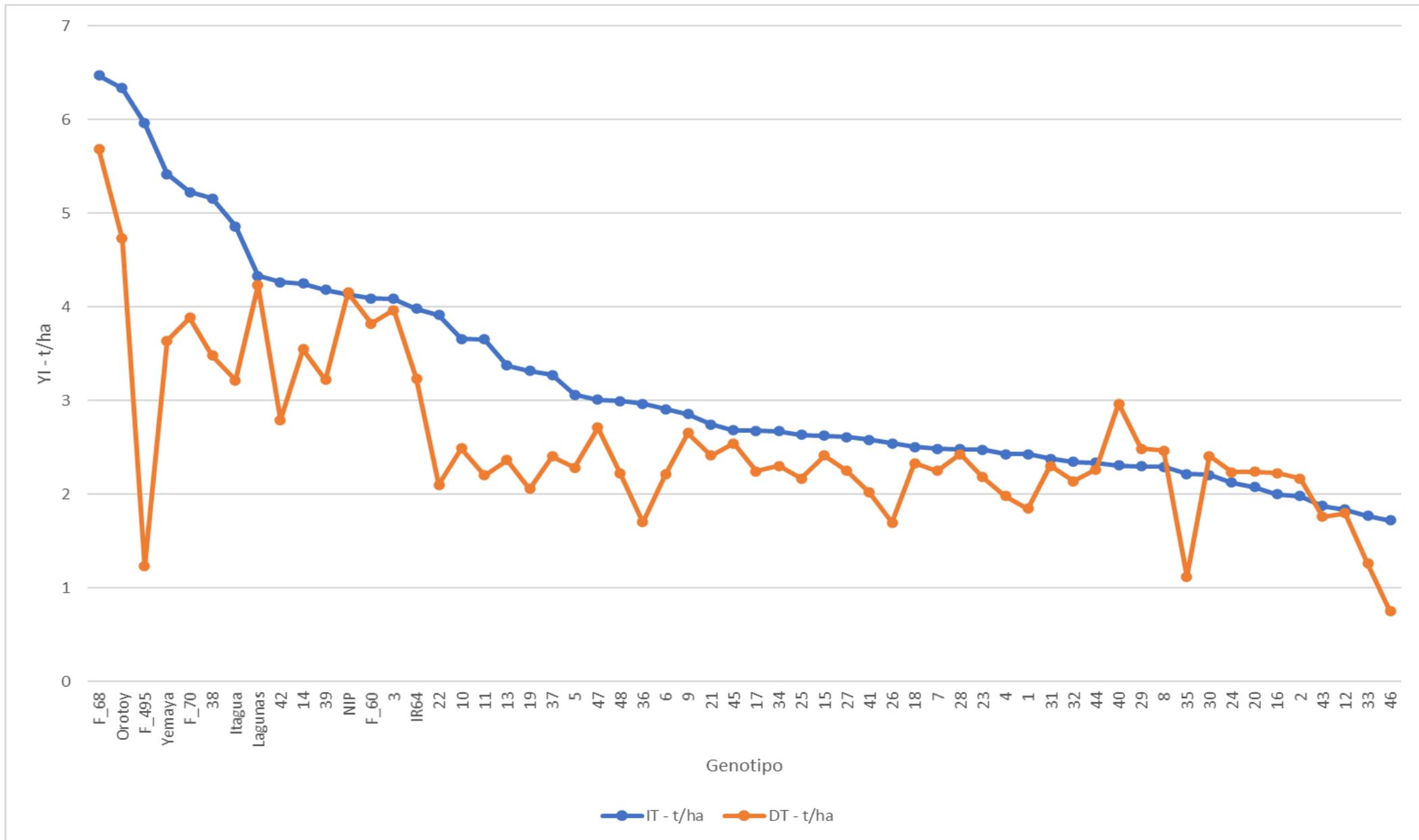
Factor	DF	YI <i>Mean Square</i>
G	57	5.41**
T	1	33.23**
G x T	57	0.96**
T x B	4	4.20**
Error	227	0.5
R ²		0.78

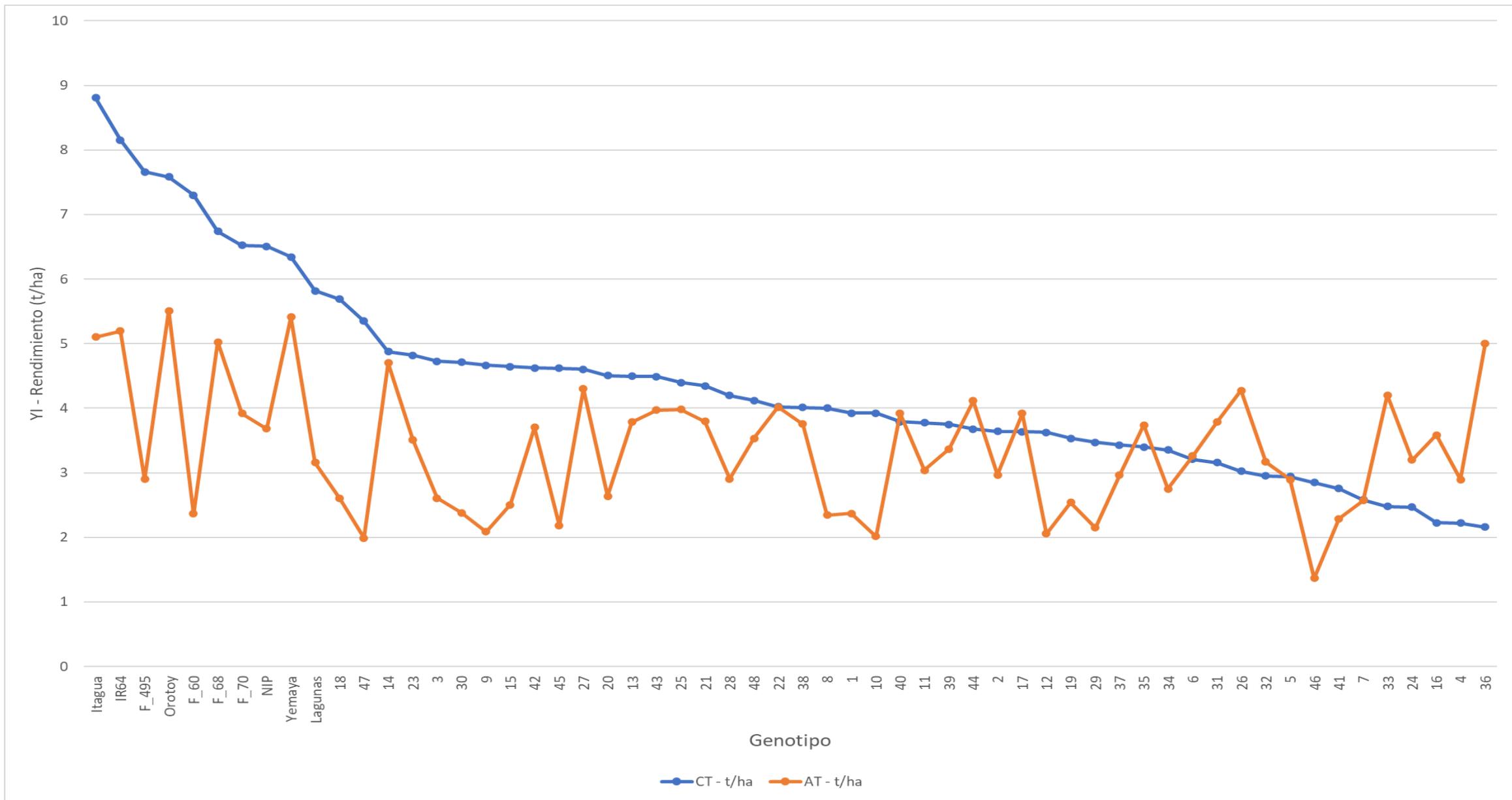
*Genotype (G), Treatment (T), Block (B), ** Significance at P=0.05*

Experimental farm "Santa Marta", Aluminum toxicity field plot (CT/AT)

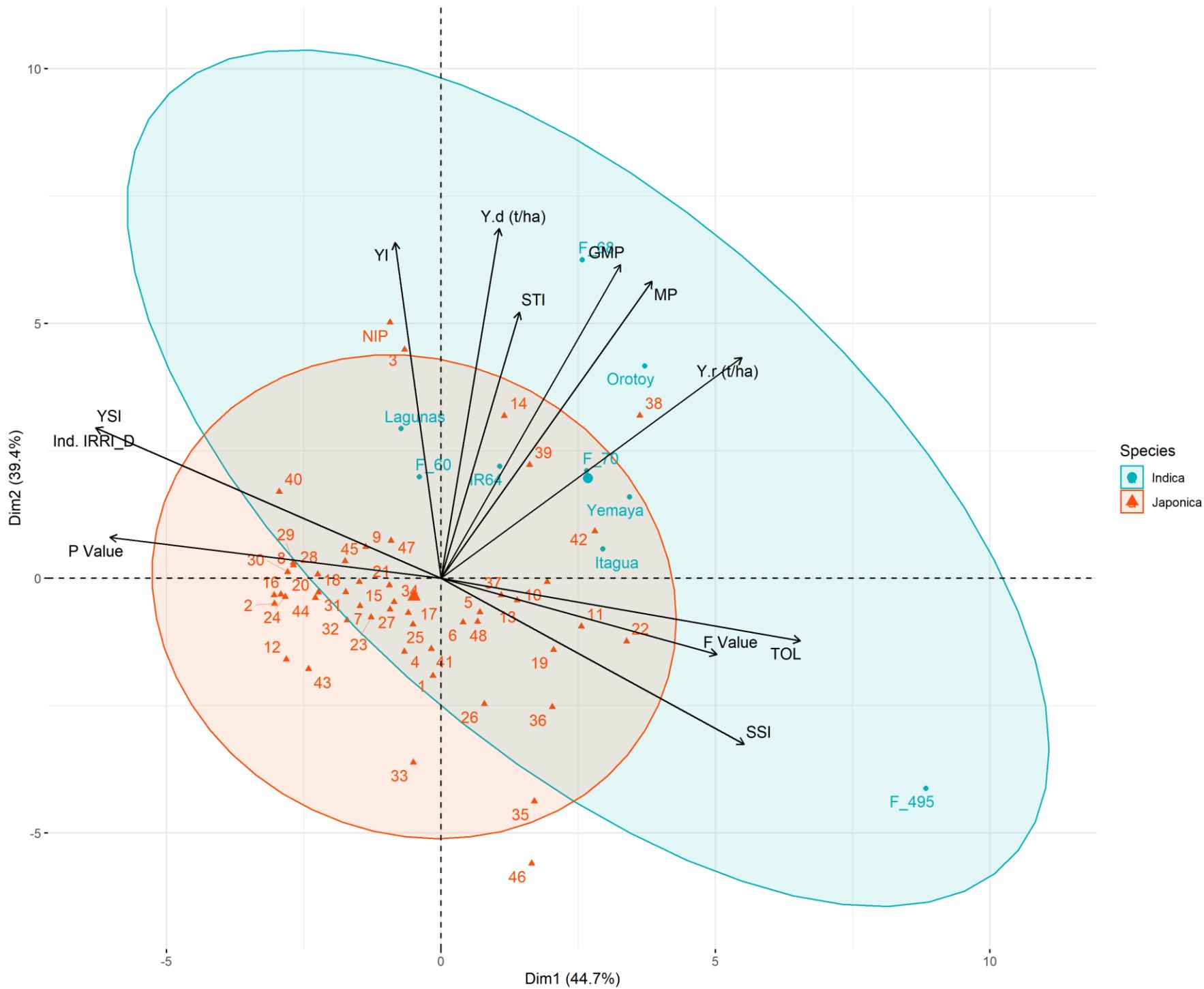
Factor	DF	YI <i>Mean Square</i>
G	57	6.39**
T	1	89.20**
G x T	57	3.408**
T x B	4	7.77**
Error	227	1.05
R ²		0.74

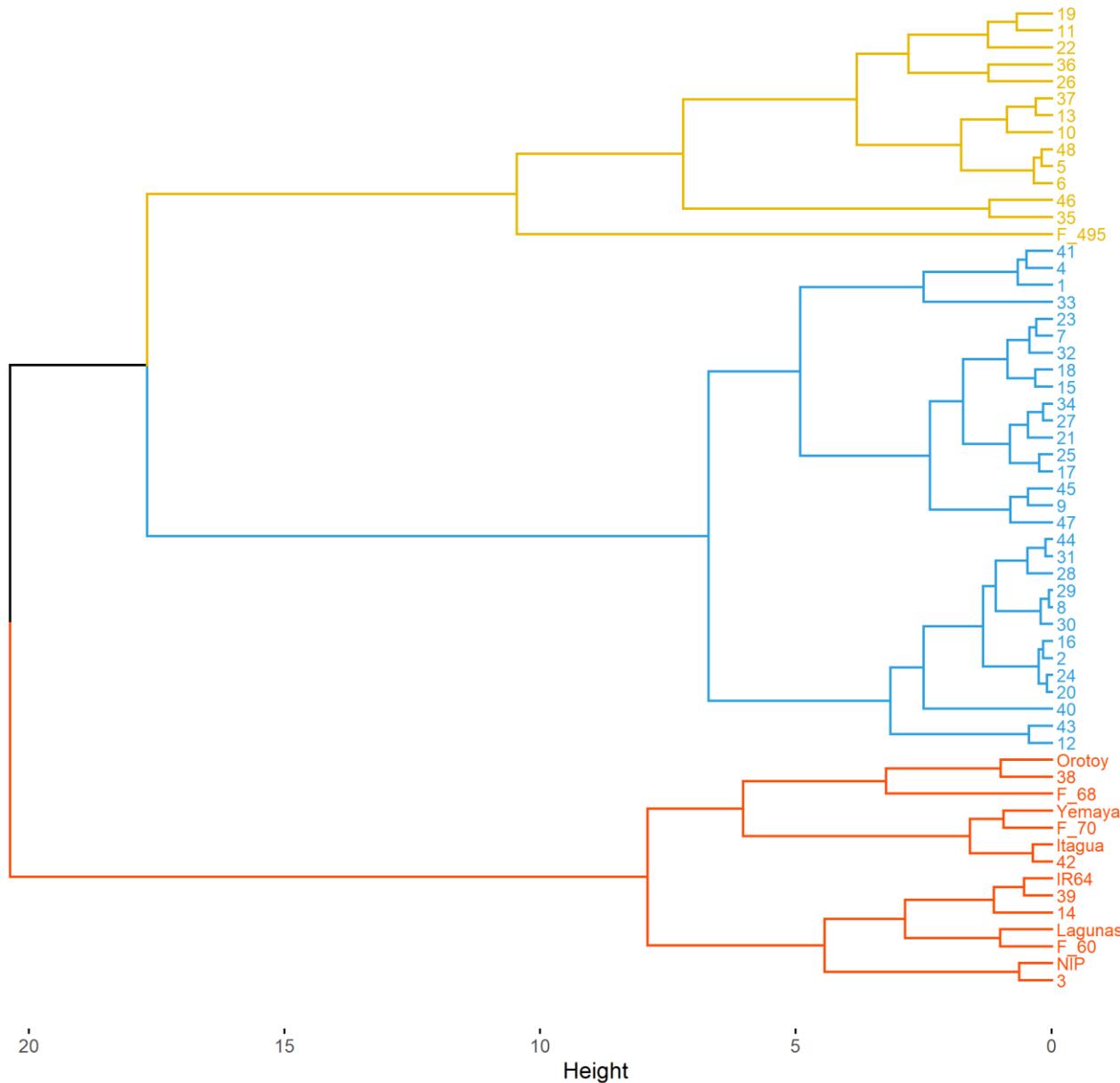
*Genotype (G), Treatment (T), Block (B), ** Significance at P=0.05*





PCA - Biplot



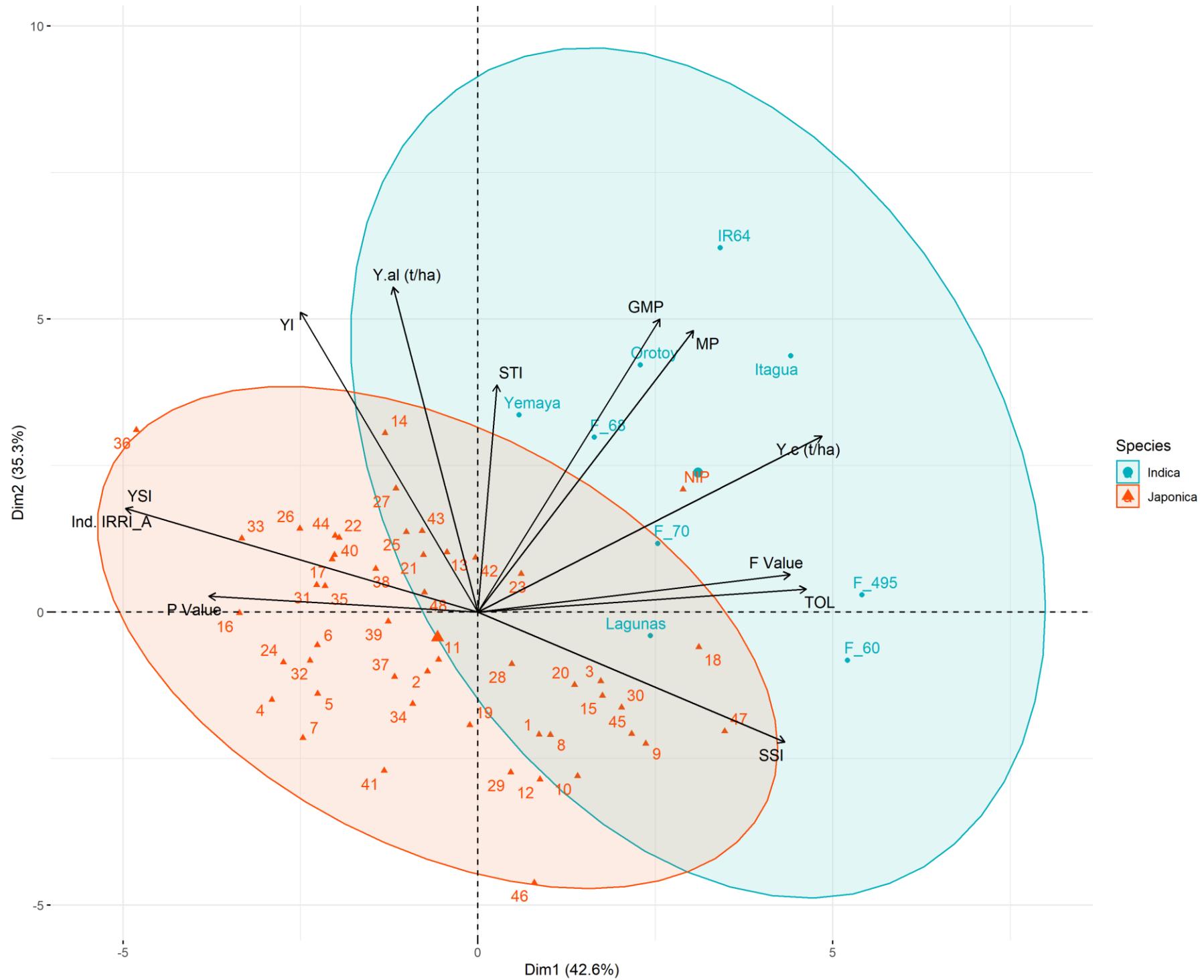


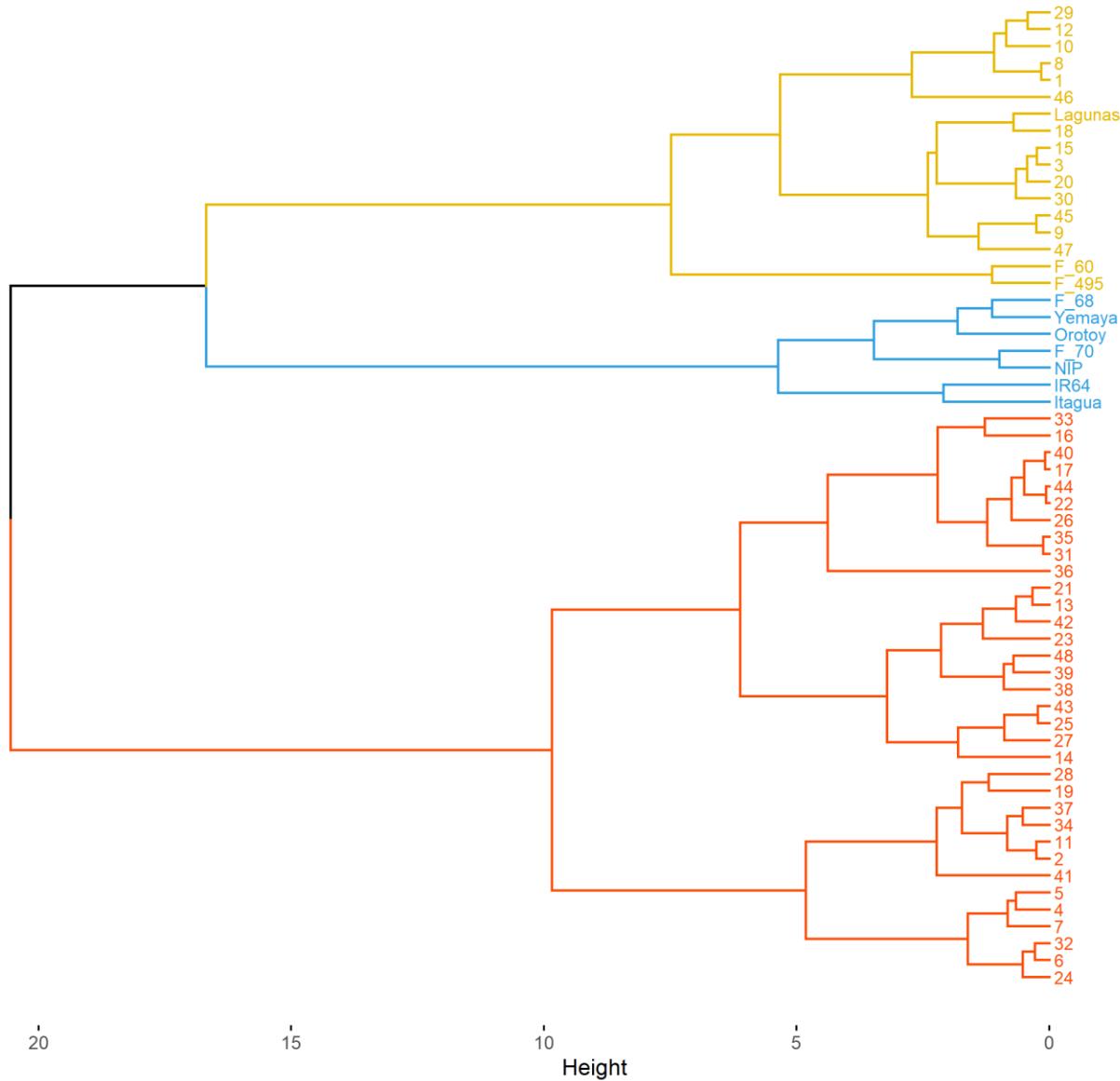
Grupo 1 - Color Rojo: buena productividad en condiciones de estrés por sequía.

Grupo 2 - Color Azul: Alta estabilidad de rendimiento en condiciones de estrés por sequía.

Grupo 3 - Color Amarillo: Susceptibles al estrés por sequía, recomendados solo para condiciones de oferta hídrica abundante.

PCA - Biplot

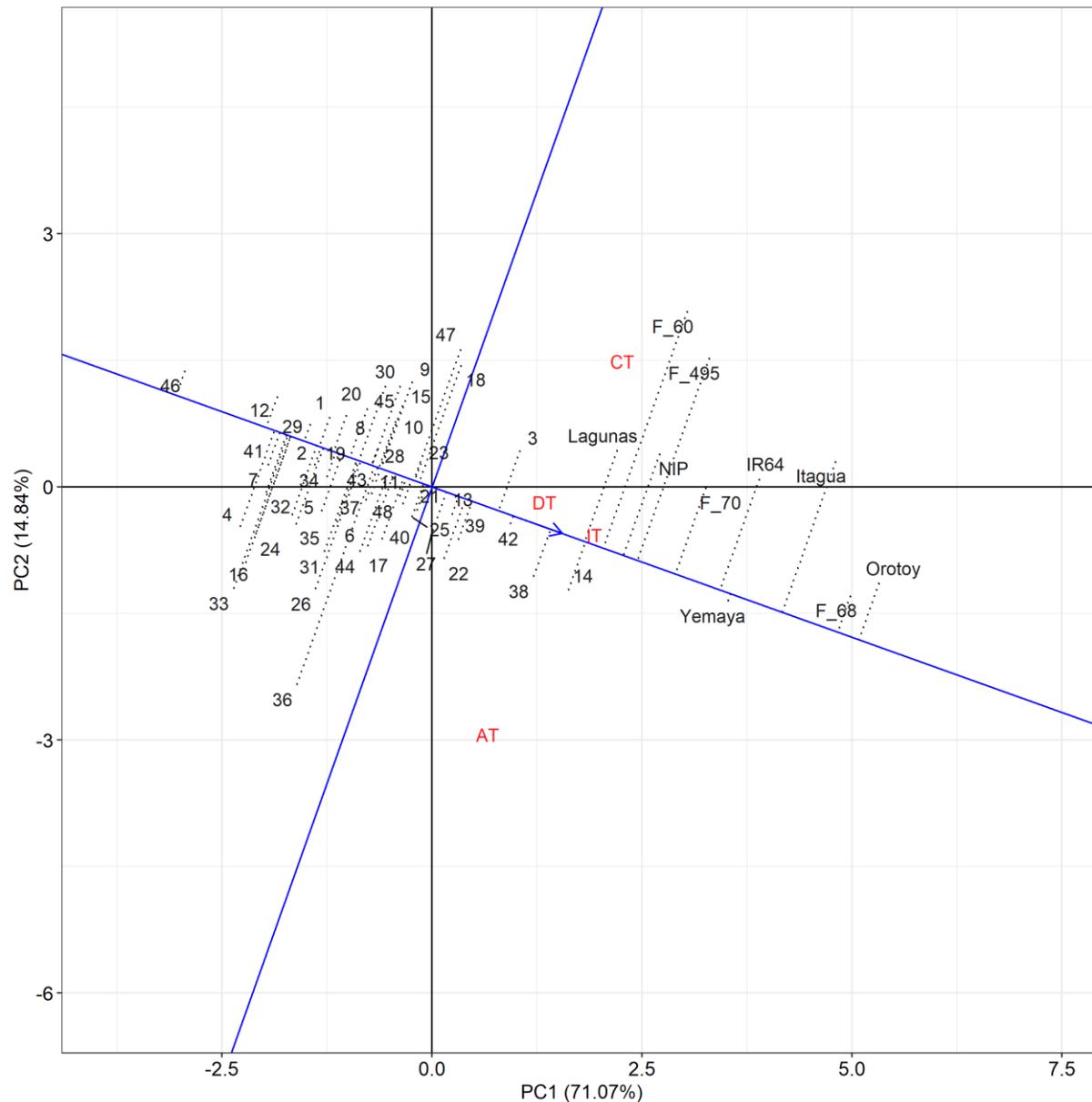




Grupo 1 - Color Azul: buena productividad en condiciones de estrés por toxicidad de Al.

Grupo 2 - Color Rojo: Alta estabilidad de rendimiento en condiciones de estrés por toxicidad de Al.

Grupo 3 - Color Amarillo: Susceptibles al estrés por estrés por toxicidad de Al., recomendados solo para suelos con pH neutro sin presencia de Al en altas concentraciones.



Identificar a Fedearroz 68, Fedearroz Yemaya, 14, Fedearroz Orottoy, 38, Fedearroz 70 y Nipponbare, con alta productividad y estabilidad de rendimiento en las condiciones evaluadas de estrés por sequia en floración y toxicidad por aluminio.

Adicionalmente se identifico que los genotipos Fedearroz 495, Fedearroz 60, IR64, Fedearroz Itagua, y Fedearroz Lagunas fueron altamente productivas en condiciones sin estrés, pero muy susceptibles al estrés por sequia en floración y toxicidad por aluminio.

Conclusiones

Clasificar genotipos en función de su estabilidad de rendimiento y productividad en condiciones de estrés.

Se recomienda promover la siembra de las variedades comerciales Fedearroz 68, Fedearroz Yemaya, Fedearroz Orotoy, 38 y Fedearroz 70 en zonas productivas con alta incidencia de ambos tipos de estrés.

Los resultados de este proyecto ponen sobre la mesa el debate de cual debería ser el enfoque ideal para el desarrollo de un genotipo de arroz adaptado a los llanos orientales, ¿alta productividad o estabilidad de rendimiento ?

Se deben continuar los esfuerzos a nivel genómico y molecular para identificar que factores en los genotipos mas prometedores pueden generar alta productividad y estabilidad para estrés por sequia y toxicidad por aluminio en el cultivo del arroz.

Agradecimientos



Alliance



ómica

Aliados



IES Ancla



[VIGILADA MINEDUCACIÓN Res. 02209 de 2016]

Apoyan



El futuro es de todos

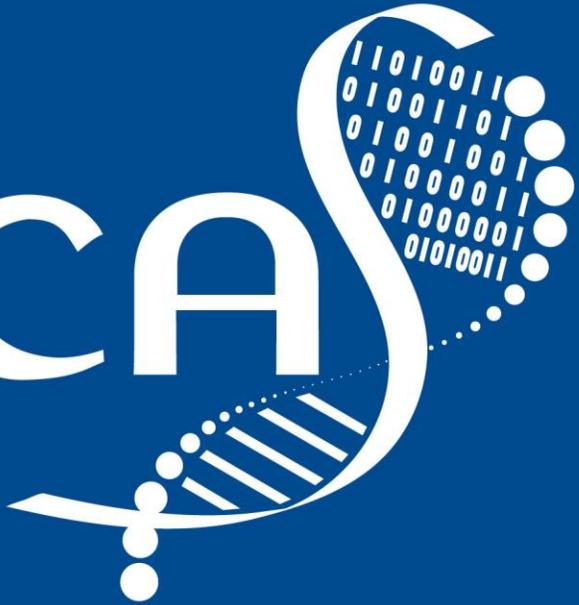
Gobierno de Colombia



Jairo Antonio Arcos Jaramillo

jarcosjaramillo@ufl.edu – jaarcosj@gmail.com

Ómica

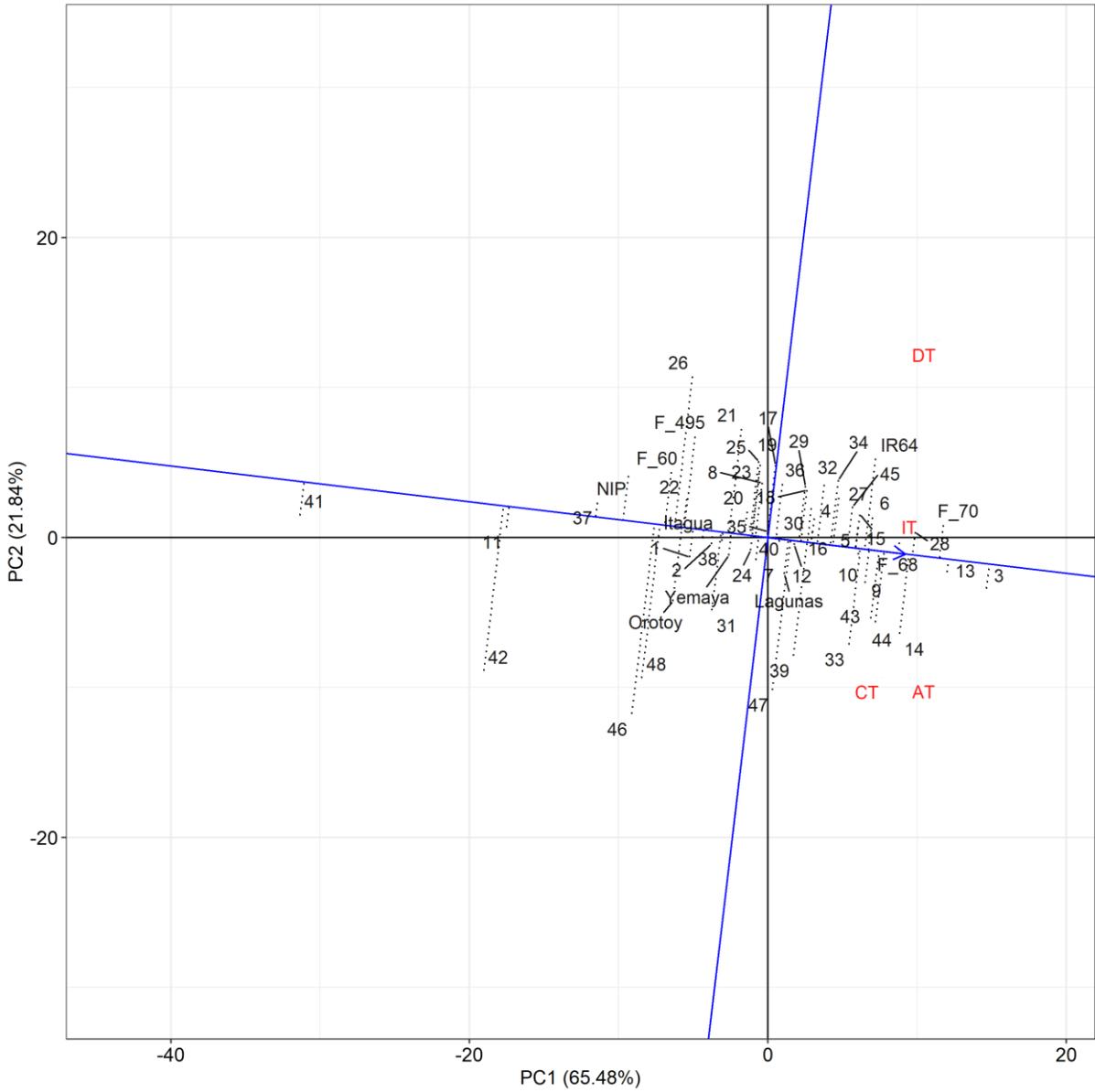
A stylized graphic on the right side of the slide. It features a white DNA double helix structure that curves upwards and to the right. The top of the helix is filled with a pattern of white binary code (0s and 1s) and white dots of varying sizes, suggesting a digital or genomic theme.

El futuro
es de todos

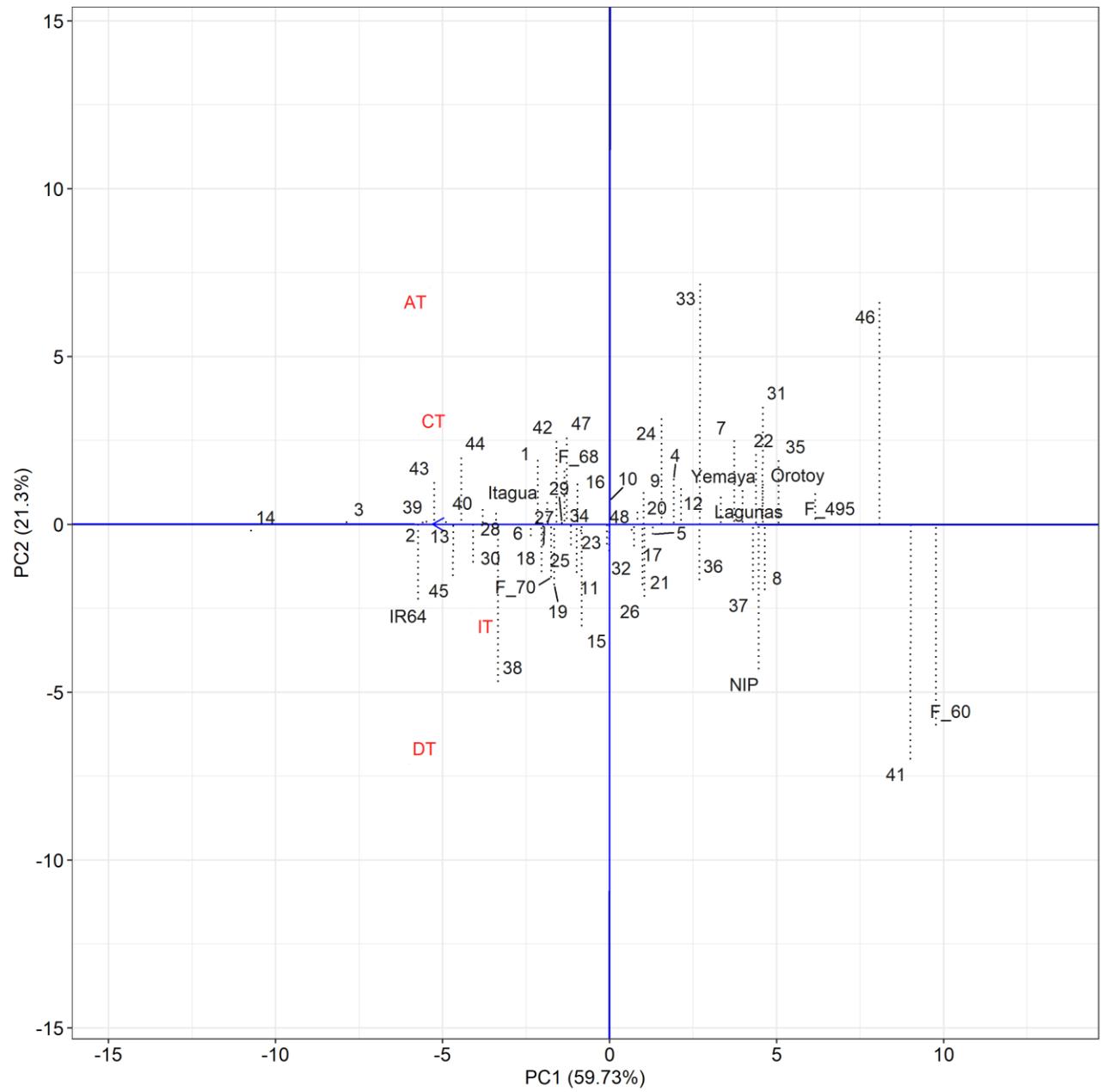
Gobierno
de Colombia



Mean vs. Stability
POL

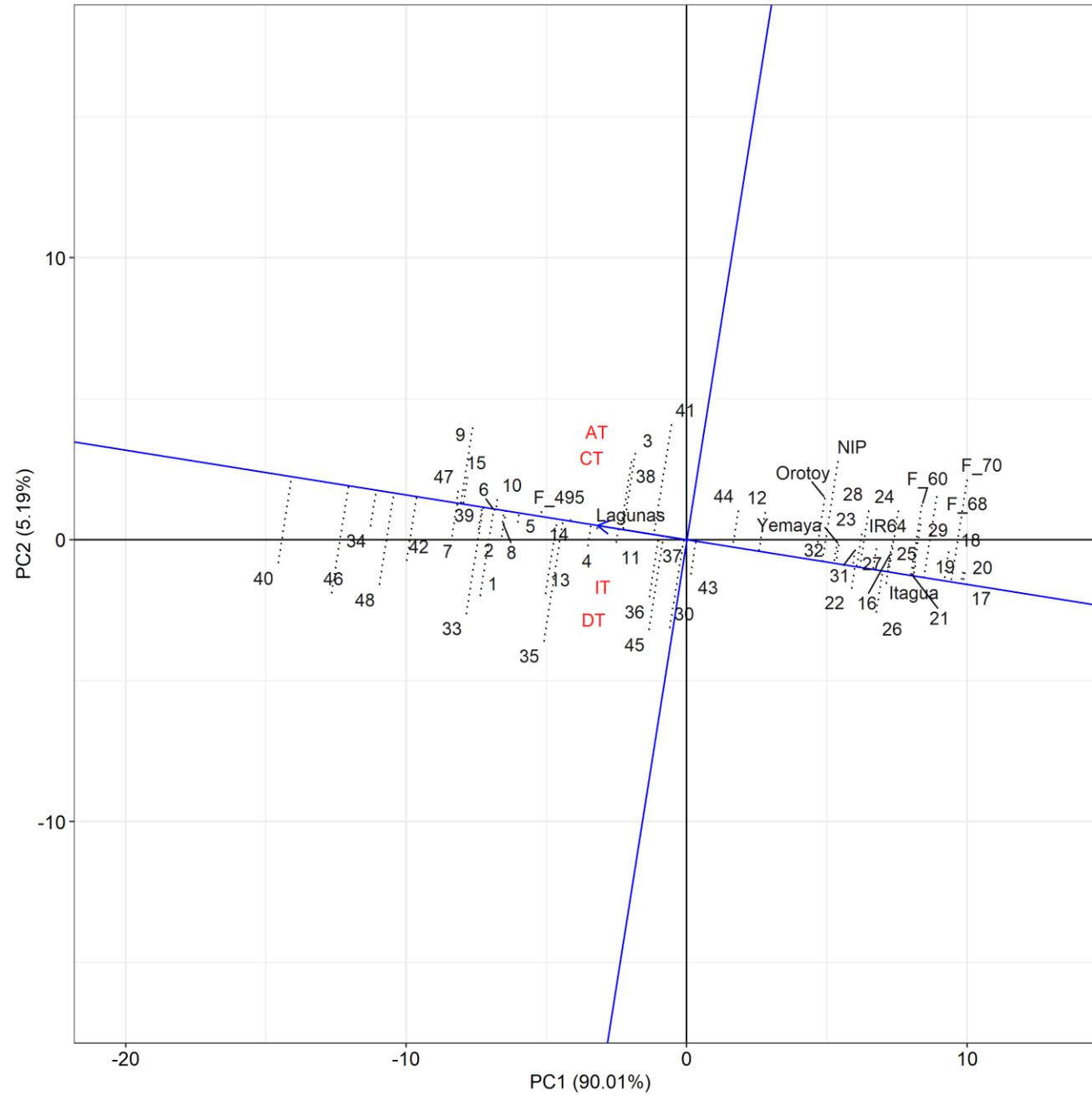


Mean vs. Stability
MIL

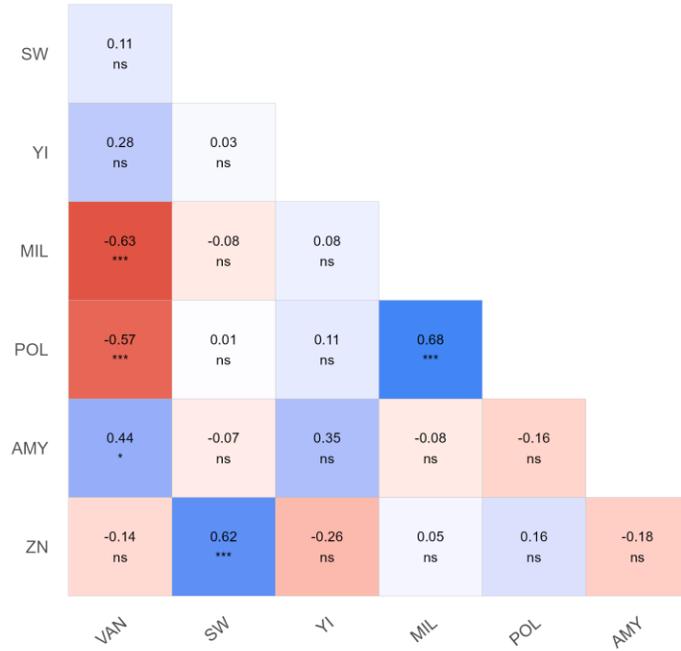


Mean vs. Stability

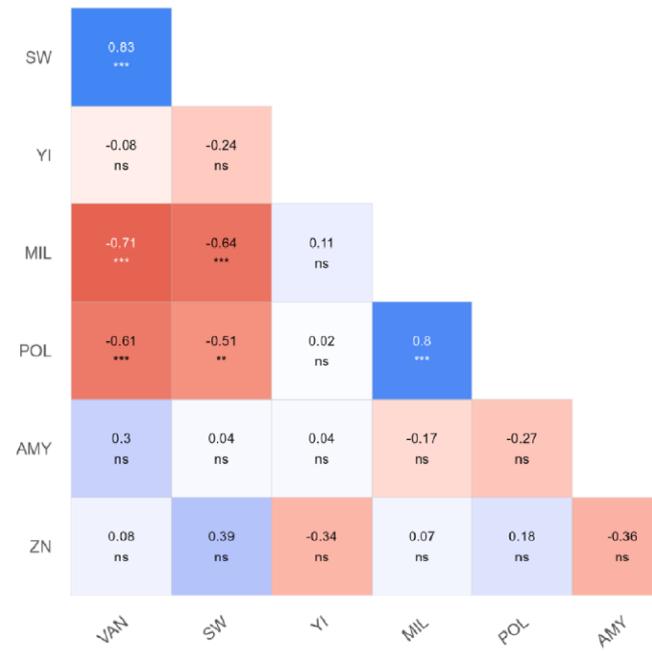
ZN



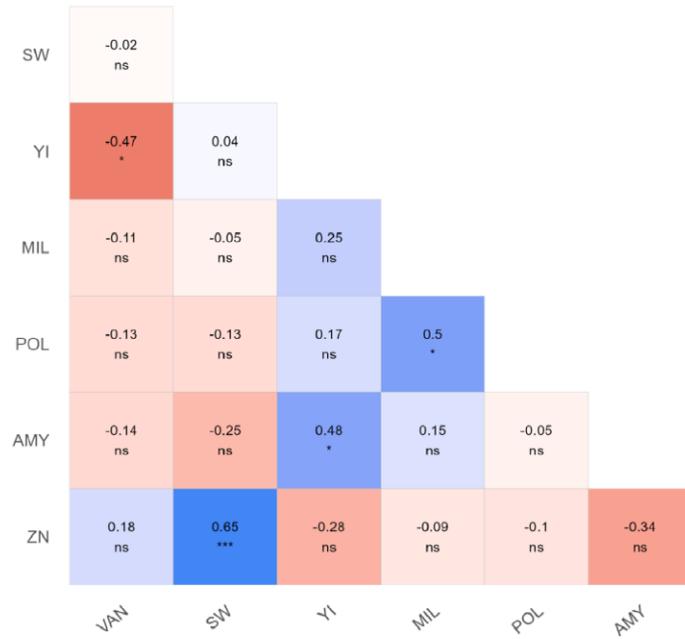
Phenotypic Correlation - CT



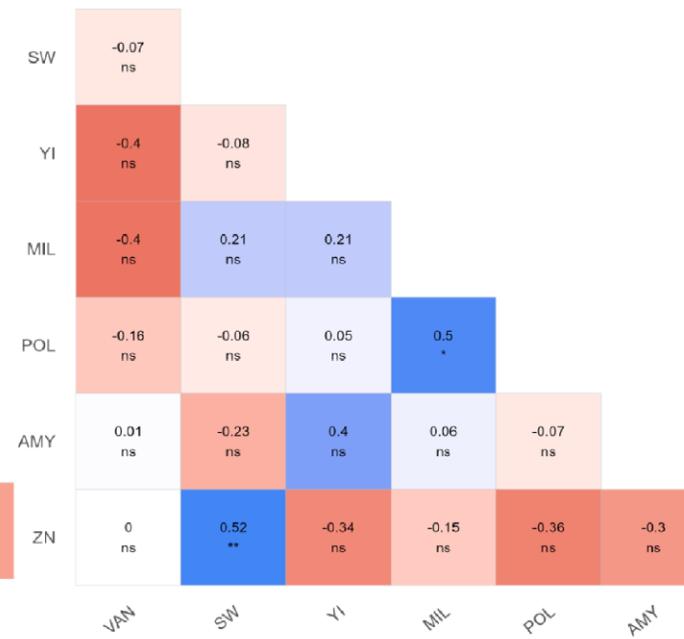
Phenotypic Correlation - AT



Phenotypic Correlation - IT



Phenotypic Correlation - DT



Index Correlation
Sequía

Y.d (t/ha)	0.73 ***										
F Value	0.48 *	-0.13 ns									
P Value	-0.52 **	-0.02 ns	-0.4 ns								
TOL	0.63 ***	-0.05 ns	0.89 ***	-0.76 ***							
Ind. IRRI_D	-0.41 ns	0.27 ns	-0.61 ***	0.78 ***	-0.8 ***						
SSI	0.26 ns	-0.34 ns	0.41 ns	-0.76 ***	0.65 ***	-0.96 ***					
MP	0.95 ***	0.91 ***	0.23 ns	-0.33 ns	0.36 ns	-0.12 ns	0 ns				
GMP	0.91 ***	0.94 ***	0.11 ns	-0.28 ns	0.26 ns	-0.04 ns	-0.06 ns	0.99 ***			
STI	0.49 *	0.61 ***	-0.11 ns	-0.13 ns	0.01 ns	0.06 ns	-0.01 ns	0.58 ***	0.61 ***		
YI	0.41 ns	0.8 ***	-0.32 ns	0.16 ns	-0.28 ns	0.45 ns	-0.43 ns	0.62 ***	0.68 ***	0.88 ***	
YSI	-0.41 ns	0.27 ns	-0.61 ***	0.78 ***	-0.8 ***	1 ***	-0.96 ***	-0.12 ns	-0.04 ns	0.06 ns	0.45 ns
	Y.r (t/ha)	Y.d (t/ha)	F Value	P Value	TOL	Ind. IRRI_D	SSI	MP	GMP	STI	YI

Index Correlation
Acidez

Y.al (t/ha)	0.34 ns										
F Value	0.68 ***	-0.09 ns									
P Value	-0.44 ns	0.17 ns	-0.61 ***								
TOL	0.66 ***	-0.12 ns	0.95 ***	-0.82 ***							
nd. IRRI_A	-0.6 ***	0.47 *	-0.41 ns	0.36 ns	-0.43 ns						
SSI	0.45 ns	-0.53 **	0.24 ns	-0.29 ns	0.29 ns	-0.97 ***					
MP	0.9 ***	0.72 ***	0.46 ns	-0.25 ns	0.43 ns	-0.22 ns	0.09 ns				
GMP	0.85 ***	0.77 ***	0.34 ns	-0.17 ns	0.32 ns	-0.18 ns	0.06 ns	0.99 ***			
STI	0.37 ns	0.55 **	-0.05 ns	0.11 ns	-0.06 ns	0.01 ns	0.05 ns	0.53 **	0.56 **		
YI	0.1 ns	0.93 ***	-0.26 ns	0.31 ns	-0.3 ns	0.61 ***	-0.61 ***	0.51 *	0.58 **	0.67 ***	
YSI	-0.6 ***	0.47 *	-0.41 ns	0.36 ns	-0.43 ns	1 ***	-0.97 ***	-0.22 ns	-0.18 ns	0.01 ns	0.61 ***
	Y.c (t/ha)	Y.al (t/ha)	F Value	P Value	TOL	Ind. IRRI_A	SSI	MP	GMP	STI	YI