



# POTENCIAL Y ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO DE CINCO LÍNEAS AVANZADAS DE ARROZ BIOFORTIFICADO, EN TRES ZONAS ARROCERAS DE GUATEMALA, 2018.



Luis Antonio Huinac Barrios  
Flavio Joel Cabrera Ávila  
José Luis Saguil Barrera  
Elder Roderico Fajardo Roca  
Adalberto Alvarado Calderón  
Carlos Palma García

# INTRODUCCIÓN.

- Inseguridad alimentaria.



- Deficiencia de zinc.



- Biofortificación.



- Evaluación de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado.



## OBJETIVOS.

### General:

- Contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria a través de la generación de variedades de arroz biofortificadas que reúnan características apropiadas para los ecosistemas del país.

### Específicos:

- Evaluar el potencial y estabilidad de rendimiento de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado en las distintas zonas arroceras de Guatemala y seleccionar las líneas que presenten buen potencial y estabilidad de rendimiento, buenas características agronómicas y alto contenido de zinc en el grano, para validarlas en campos de productores de arroz.



# HIPÓTESIS.

- H1.** Existe por lo menos una línea avanzada de arroz biofortificado con buenas características agronómicas, alto contenido de zinc en el grano, alto potencial de rendimiento y buena estabilidad que se adapta a las condiciones agroecológicas de Guatemala.



# METODOLOGÍA.

## Localidad y época:

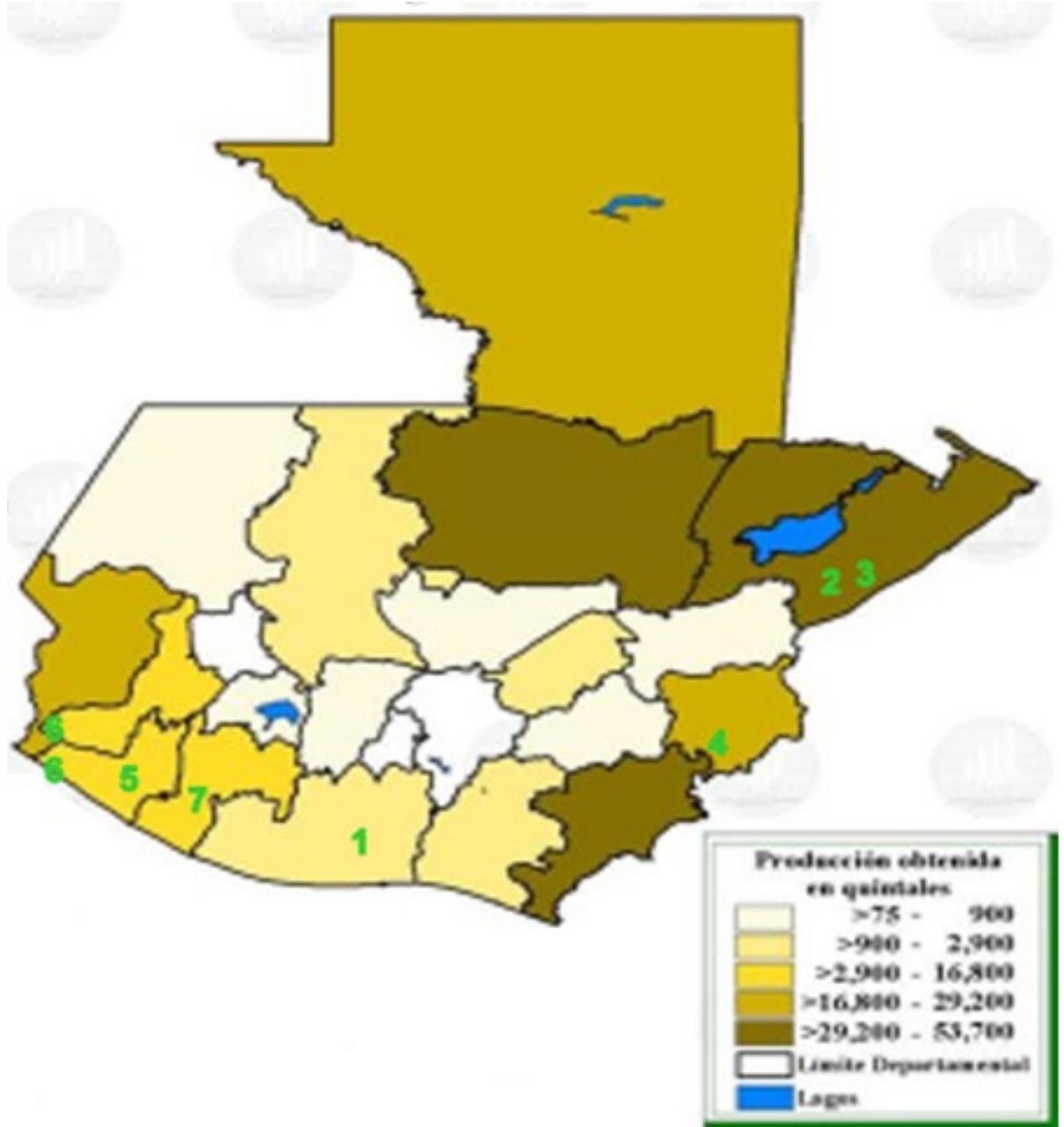
Esta evaluación se realizó bajo el esquema de ensayos de finca, los cuales se establecen en diferentes ambientes representativos de las 3 zonas arroceras del país. Se establecieron siete ensayos en campos o fincas de agricultores bajo condiciones de secano, conforme a las épocas de siembra definidas en cada región.



**Cuadro 1.** Información general de las localidades en las que se establecieron los ensayos avanzados de rendimiento de líneas avanzadas de arroz biofortificado. Guatemala, 2018.

No.	Localidad:	Fecha de siembra:	Altitud m.s.n.m.
1	Centro de Investigación del Sur, CISUR-Cuyuta, Aldea Cuyuta, Masagua, Escuintla	11/07/2018	56
2	Centro de Investigación del Oriente, CISUR-Cristina, Aldea Cristina, Los Amates, Izabal	21/06/2018	65
3	Aldea La Unión, Los Amates, Izabal	14/06/2018	
4	Aldea El Amatillo, Ipala, Chiquimula	25/05/2018	887
5	Parcela A-5, La Máquina, Suchitepéquez	04/07/2018	86
6	Pajapita, San Marcos	21/06/2018	78
7	Aldea El Charro, Nueva Concepción, Escuintla	31/07/2018	39

- **Clima:** Tres zonas arroceras de Guatemala, menores a 1,000 msnm y con temperaturas promedio anuales de 27° C.



# METODOLOGÍA.

## Diseño experimental:

Bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones y 7 tratamientos.

## Tratamientos:

Los tratamientos corresponden a las 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado más ICTA Jade y la variedad local del agricultor, que se utilizaron como testigos.



**Cuadro 2.** Descripción del germoplasma evaluado. Guatemala, 2017.

No.	Codificación CIAT	Nomenclatura ICTA	Pedigrí
1	BF14AR001	IG 2671	CT 19298-(100)-1-2-3-1-4MP
2	BF14AR021	IG 2674	IR 31917-45-3-2-1-2SR-1-M
3	BF14AR025	IG 2676	IR 55423-01-1SR-2-M
4	BF14AR035	IG 2677	CT 23073-9-8-2
5	BF14AR091	Testigo 90	IR64
6	--	ICTA Jade (T)	
7	--	Variedad del agricultor	

# METODOLOGÍA.

## Tamaño de la unidad experimental:

Las líneas evaluadas se sembraron en el campo en parcelas de 15 m<sup>2</sup>, compuestas de 10 surcos de 5 metros de largo, separadas 0.30 metros. La parcela neta útil estuvo formada por los 8 surcos centrales (12 m<sup>2</sup>).



## Modelo estadístico:

El modelo estadístico que corresponde al diseño experimental de bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$



# METODOLOGÍA.

## Variables de respuesta:

- Vigor inicial del crecimiento
- Altura de planta (cm)
- Días a floración
- Acame (%)
- Resistencia o tolerancia a enfermedades
- Rendimiento de grano (t/ha)
- Contenido de zinc en el grano

## Análisis de la información:

- Análisis de la varianza combinado para cada una de las variables, a través de Modelos Lineales Generales y Mixtos (Software estadístico InfoStat).
- Prueba de separación de medias, método DGC (Alfa= 0.05).
- Análisis multivariado a través de Componentes Principales (Software estadístico InfoStat).
- Análisis de estabilidad a través del modelo AMMI(1) y AMMI(2) (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction).



# METODOLOGÍA.

## Manejo del experimento:

- **Muestreo de suelos:** se realizó para determinar los contenidos de nutrientes disponibles en el suelo.
- **Siembra:** se realizó de forma manual distribuyendo la semilla en los surcos, para ello se utilizó 100 gramos de semilla por unidad experimental (67 kg/ha).
- **Fertilización:** al momento de la siembra se aplicaron 5 quintales de 15-15-15 por manzana, luego al momento del máximo macollamiento y a los 65 días se aplicaron 2 quintales de urea por manzana (168 kg N<sub>2</sub>; 50 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 50 kg K<sub>2</sub>O por hectárea).
- **Control de malezas:** se realizó de forma manual y química (propanil), dependiendo del tipo y cantidad de malezas existentes.
- **Control de insectos:** Para el control de las diferentes plagas en el cultivo de arroz, se alternaron los insecticidas siguientes: Thiacloprid, Beta-cyfluthrin (0.44 litros/mz) y deltametrina (0.25 litros/mz).



# RESULTADOS.

**Cuadro 3.** Características agronómicas, tolerancia a enfermedades y rendimiento de grano de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado. Guatemala, 2018.

No.	Línea	Vigor inicial	Días a floración	Días a MF	altura de planta	Tolerancia a enfermedades Escala del CIAT (0-9)					Rend. (t/ha)
						BI	NBI	BS	LSc	GID	
1	IG 2671	4	95	122	91	1	0	1	1	2	5.23
2	IG 2674	4	88	115	88	1	0	0	2	3	4.60
3	IG 2676	4	88	115	91	1	0	1	2	3	5.00
4	IG 2677	3	97	124	99	1	0	0	1	2	5.13
5	IR 64	3	95	124	103	1	0	1	1	2	5.30
6	ICTA Jade (T)	3	97	125	103	1	0	1	1	2	5.07
7	Testigo del agricultor	4	91	118	92	1	0	1	1	2	4.27



# RESULTADOS.

**Análisis combinado para la variable de rendimiento de grano (t/ha):**

**Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)**

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	9751.56	<0.0001
Localidad	6	329.87	<0.0001
Repeticion	3	1.53	0.2096
Linea	6	7.97	<0.0001
Localidad:Linea	36	6.96	<0.0001

**Medias ajustadas y errores estándares para Linea**

DGC (Alfa=0.05)

Linea	Medias	E.E.	
IR 64	5.30	0.13	A
IG 2671	5.23	0.13	A
IG 2677	5.13	0.13	A
ICTA Jade (T)	5.07	0.13	A
IG 2676	5.00	0.13	A
IG 2674	4.60	0.13	B
Testigo agricultor	4.27	0.13	B

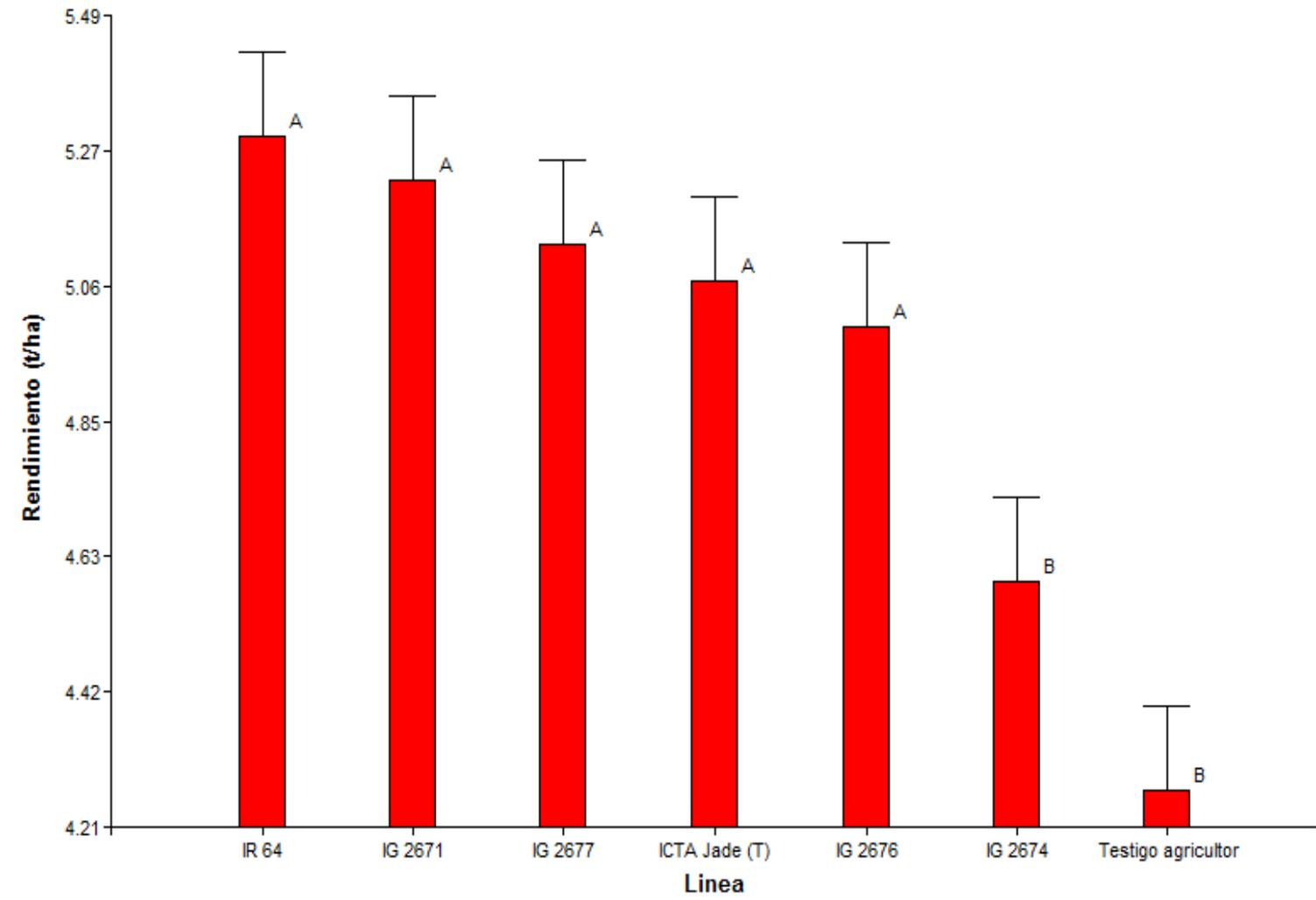
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )





# RESULTADOS.

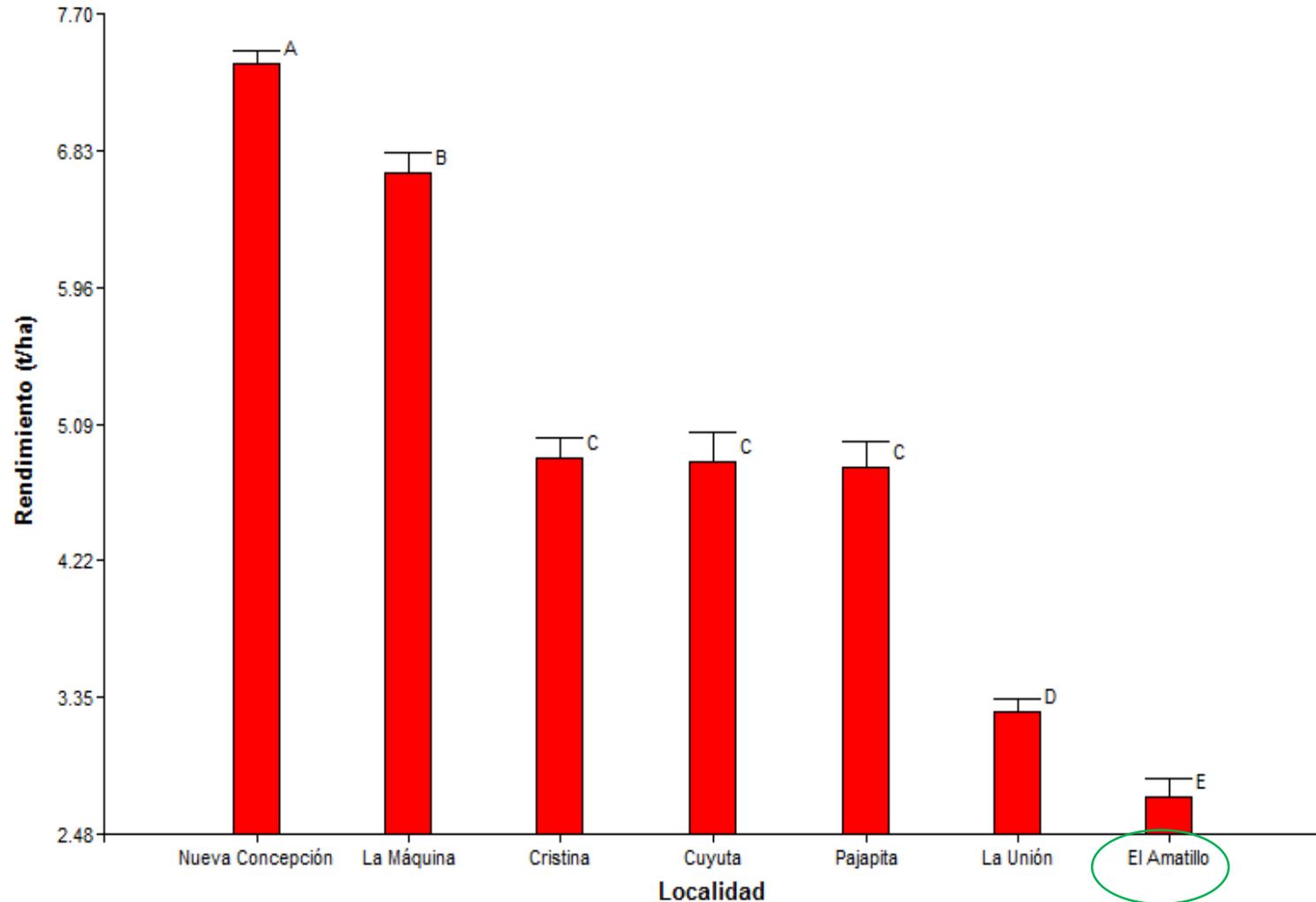
Rendimiento de grano en granza al 14% Humedad





# RESULTADOS.

Rendimiento de grano en granza al 14% Humedad





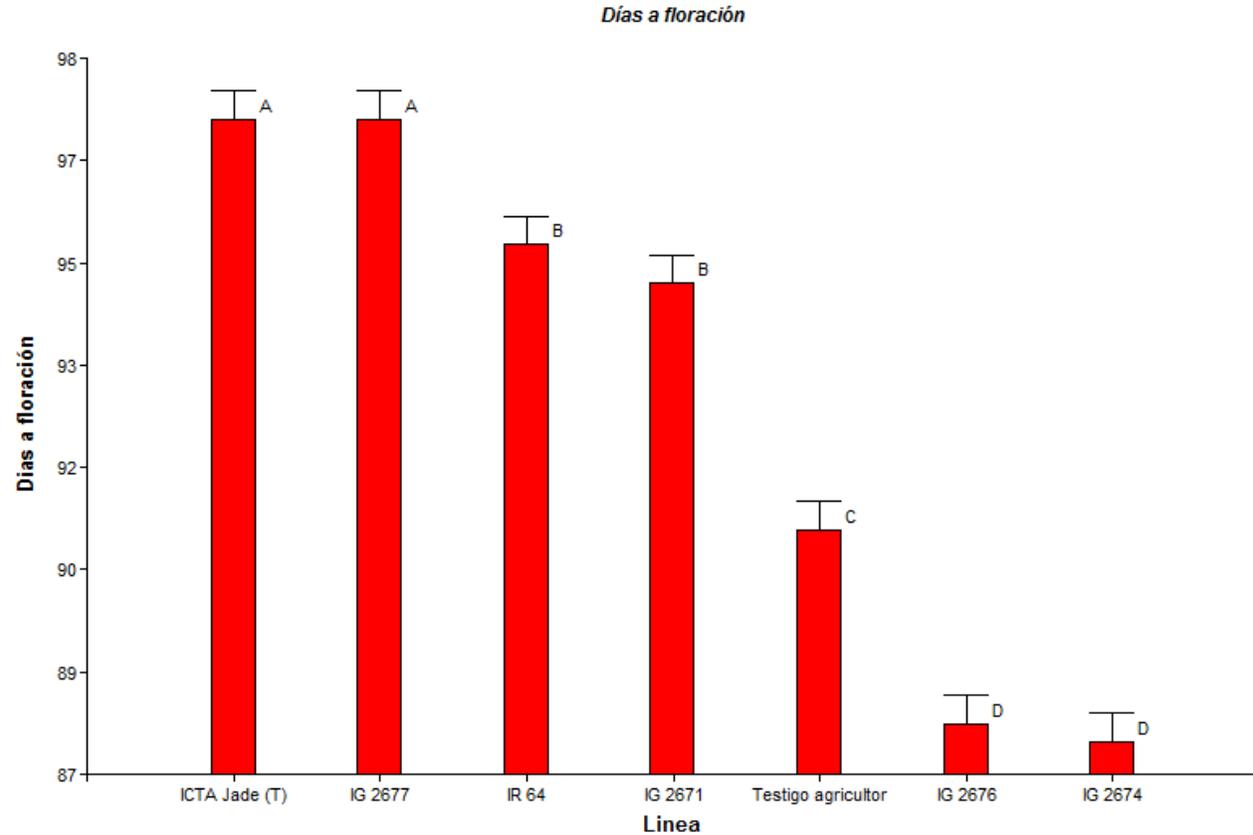
### Días a floración:

Las líneas evaluadas presentaron entre 88 y 97 días a floración, en donde las líneas IG 2676 y la IG 2674 fueron las más precoces, presentando 88 días a floración.

Esta característica estuvo bastante influenciada por el ambiente o localidad.



# RESULTADOS.

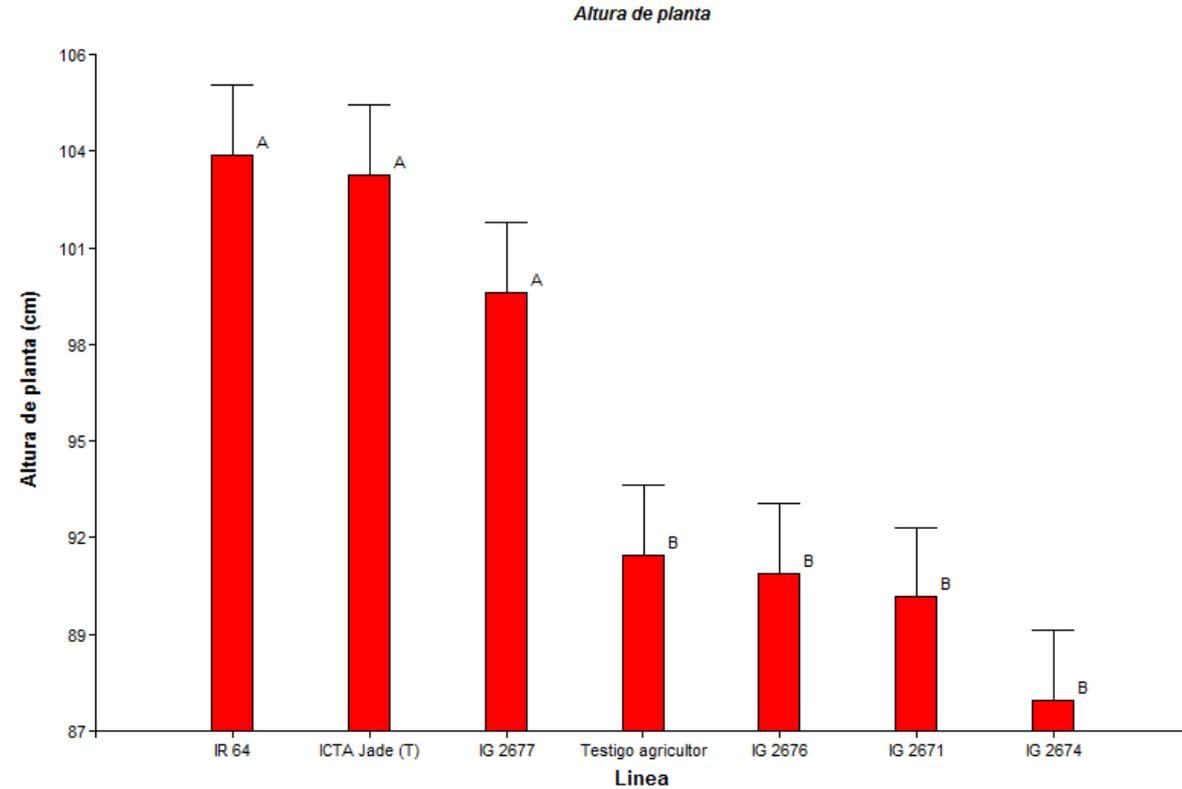


# RESULTADOS.

## Altura de planta (cm):

De acuerdo a las medias ajustadas todas las líneas evaluadas estuvieron dentro de la clasificación de plantas semienanas (hasta 110 cm). Siendo la línea IR64 la que presentó la mayor altura con 103 cm. y la de menor altura la línea IG 2674 con 88 cm.

Esta característica también estuvo bien influenciada por el ambiente, principalmente por la humedad.



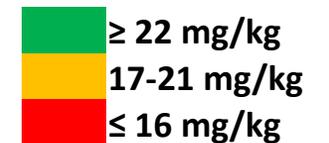
# RESULTADOS.

## Contenido de zinc:

**Cuadro 4.** Resultados del contenido de zinc en el grano de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado evaluadas en ensayos de los años 2015 al 2017.



No.	Codificación CIAT	Pedigrí	Nomenclatura ICTA	Contenido de zinc (mg/kg)
1	BF14AR001	CT 19298-(100)-1-2-3-1-4MP	IG 2671	16.13
2	BF14AR021	IR 31917-45-3-2-1-2SR-1-M	IG 2674	19.08
3	BF14AR025	IR 55423-01-1SR-2-M	IG 2676	18.53
4	BF14AR035	CT 23073-9-8-2	IG 2677	17.40
5	BF14AR091	IR64	Testigo	19.05
6	Testigo		ICTA Jade (T)	12.84



**Fuente:** Laboratorio de química agrícola, CENTA, El Salvador, 2018.





# RESULTADOS.

Componentes Principales

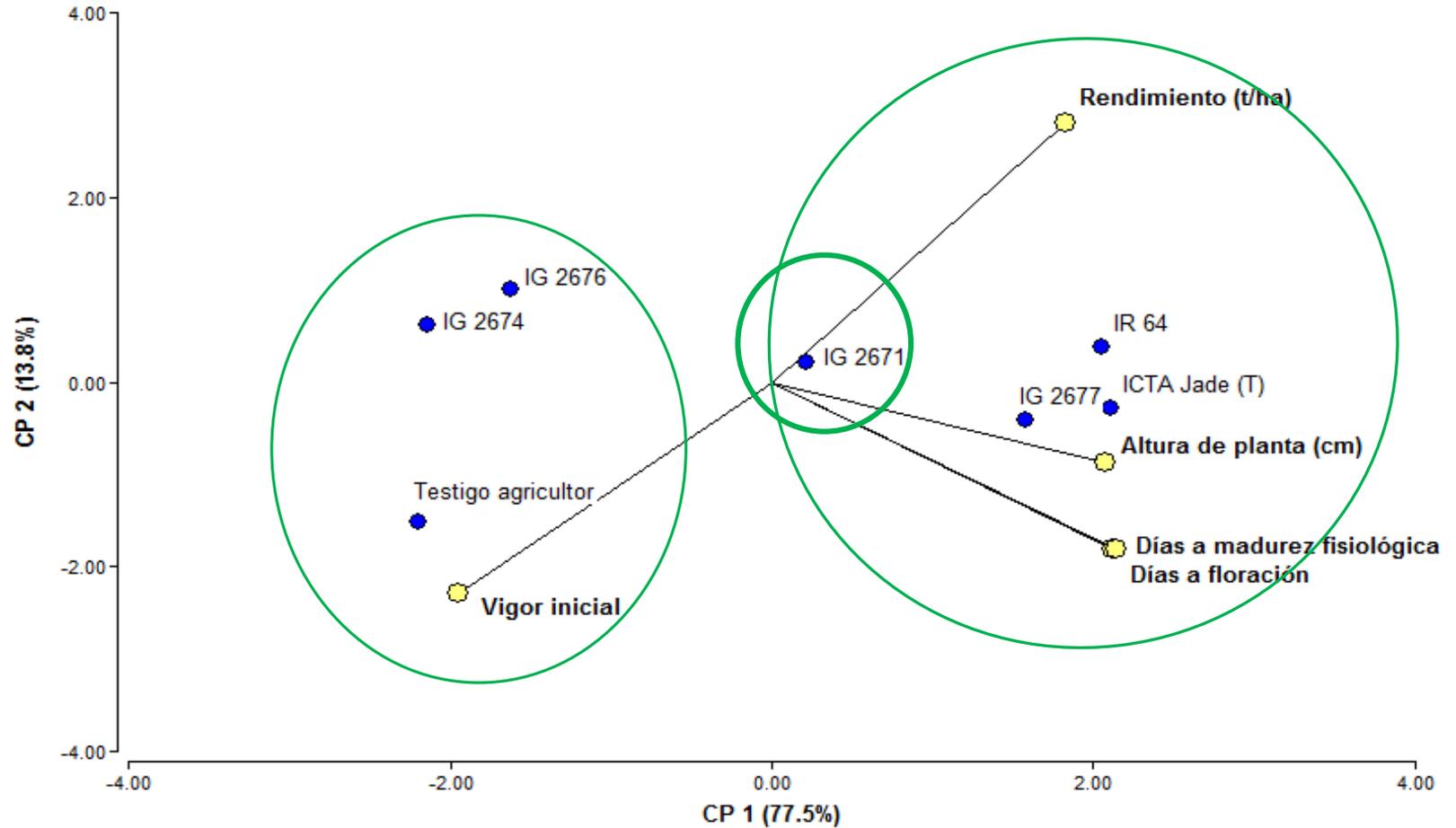
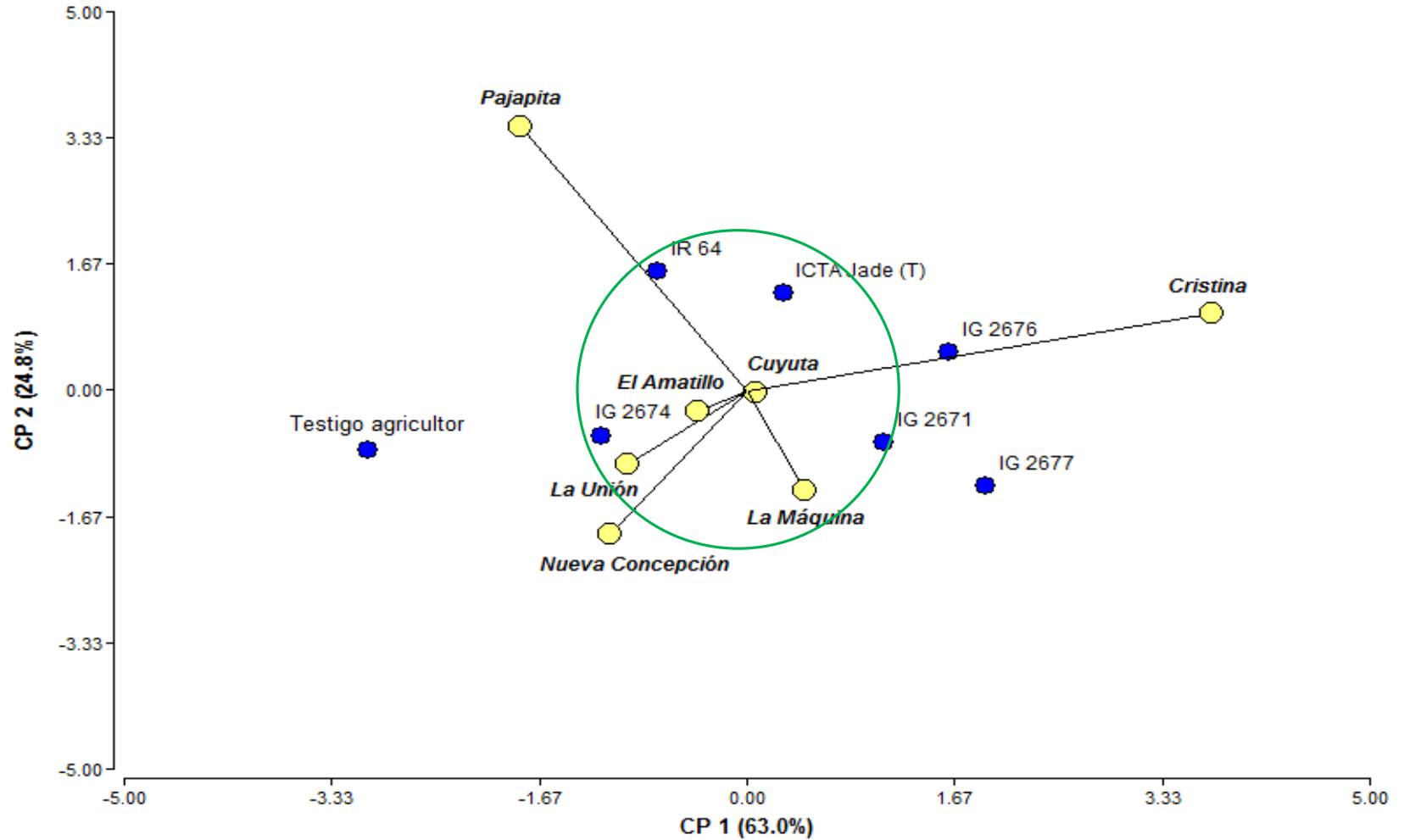


Gráfico biplot del análisis multivariado a través de Componentes Principales de la evaluación de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado. Guatemala, 2018.



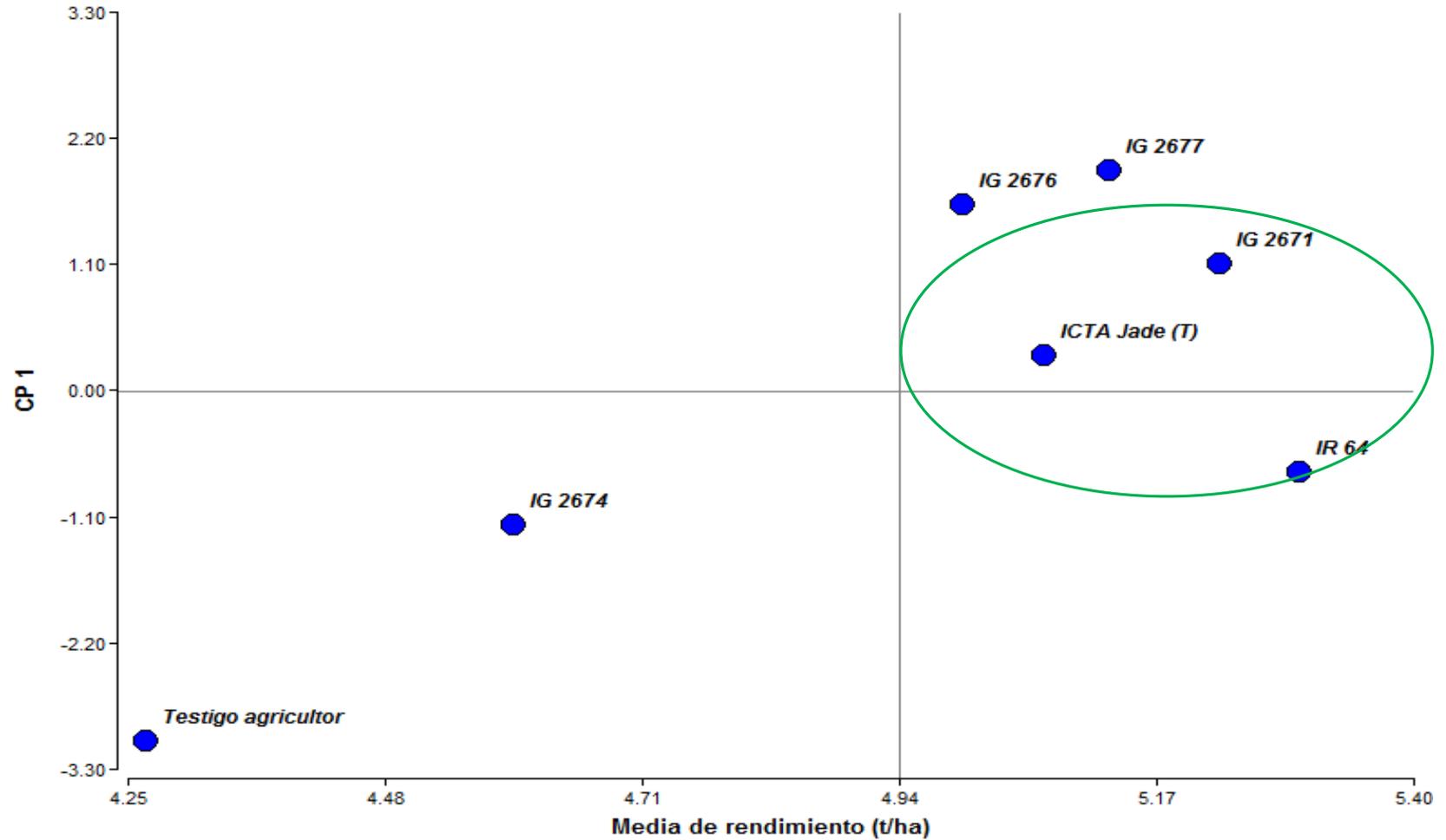
# RESULTADOS.



Análisis de estabilidad a través del modelo AMMI(2) (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction). Evaluación de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado. Guatemala, 2018.



# RESULTADOS.



Análisis de estabilidad a través del modelo AMMI(1) (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction). Evaluación de 5 líneas avanzadas de arroz biofortificado. Guatemala, 2018.

## CONCLUSIONES.

- Las líneas avanzadas de arroz biofortificado IR64, IG 2671, IG 2677 e IG 2676, presentaron rendimientos superiores con 5.30, 5.23, 5.13 y 5.0 t/ha respectivamente, superando a las variedades testigos de los productores.
- El análisis de estabilidad a través del modelo AMMI(1) indicó que los genotipos con mejor estabilidad y rendimientos superiores fueron: ICTA Jade, IR64 e IG 2671.
- Se determinó que hay líneas avanzadas de arroz biofortificado que pueden convertirse en una variedad de arroz, con buen potencial y estabilidad de rendimiento.



## RECOMENDACIONES.

- Validar en campos de productores la línea avanzada de arroz biofortificado **IG 2671 (BF14AR001)**, por presentar buen potencial y estabilidad de rendimiento, buena tolerancia a enfermedades y buenas características agronómicas.



# AGRADECIMIENTOS



**HarvestPlus**  
Mejores Cultivos • Mejor Nutrición  
América Latina y el Caribe



**CIAT**

Centro Internacional de Agricultura Tropical  
Desde 1967 / *Ciencia para cultivar el cambio*

