



GOBIERNO NACIONAL  
REPUBLICA DE PANAMÁ



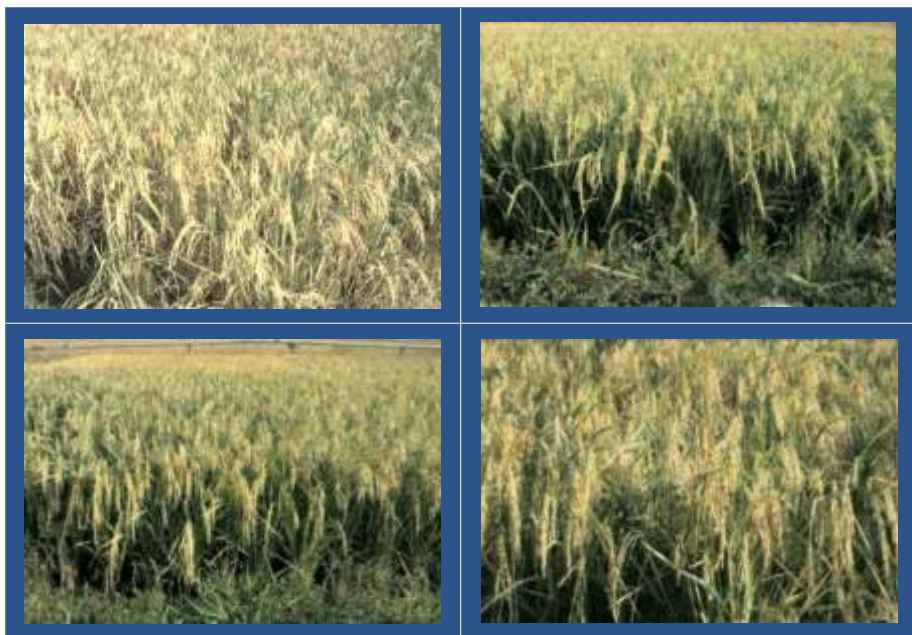
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA DE PANAMÁ



NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ CON  
MAYOR VALOR NUTRICIONAL (Fe y Zn)

**IDIAP GAB 2 - IDIAP GAB 6**  
**IDIAP GAB 8 - IDIAP GAB 11**

Para los Sistemas Productivos de Agricultura  
Rudimentaria a Chuzo y por Fangueo



PANAMÁ, 2013

# VARIETADES DE ARROZ CON MAYOR CONTENIDO NUTRICIONAL (FE Y ZN), PARA LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA AGRICULTURA CAMPESINA A CHUZO Y POR FANGUEO DE PANAMÁ.

## IDIAP GAB 2 - IDIAP GAB 6 - IDIAP GAB 8 - IDIAP GAB 11

### INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de contribuir a combatir los problemas de malnutrición prevalentes en Panamá, en las zonas de pobreza extrema, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, inició a partir del 2007, un proyecto de investigación para la identificación, selección y distribución de cultivares de arroz con mayor contenido nutricional, con el apoyo financiero de la Secretaría Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SENACYT), el Patronato del Servicio Nacional de Nutrición, el Proyecto Regional AgroSalud y el Programa Mundial de Alimentos. Es importante acotar que el Material genético con mayor valor nutricional introducido y evaluado en Panamá, fue desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) utilizando métodos convencionales de mejoramiento genético; en otras palabras, estas variedades NO han sido mejoradas mediante la ingeniería genética, por lo tanto, no son variedades transgénicas.

### ORIGEN y PEDIGREE

Las variedades de arroces de mayor valor nutricional, fueron introducidas al país en el 2007, a través del Vivero de observación ION-CIAT 2006 (Arroz Biofortificado) de generaciones avanzadas, procedente del Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Proyecto AgroSalud. Este germoplasma fue evaluado y seleccionado durante varios ciclos entre en los años 2007 al 2009, para determinar su valor agronómico, molinero, culinario y nutricional, bajo los sistemas productivos tipificados para las zonas de agricultura rudimentaria a chuzo y por fangueo. En el cuadro 1, se presenta los datos que identifican los cultivares incluyendo su origen y pedigree.

CUADRO 1. ORIGEN Y PEDIGREE DE LAS VARIETADES DE ARROZ BIOFORTIFICADO.

Nombre Comercial	Nº Código IDIAP	Nº Origen CIAT	Origen	PEDIGREE
IDIAP GAB 2	GAB2	45	112	FL03801-1P-1-1P-2P-M
IDIAP GAB 6	GAB 6	27	HI16A 4964	CT16658-4-1-1SR-3-2-1-2-2-1-4
IDIAP GAB 8	GAB8	5	HI85B 6588	CT17334-13-7-1-5-M-1-M
IDIAP GAB 11	GAB11	26	HI16A 4962	CT16658-4-1-1SR-3-2-1-2-2-1-2

### CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIETADES

Las cuatro variedades biofortificadas han mostrado buena adaptabilidad en siembras efectuadas desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Dependiendo de la altitud de la localidad, el ciclo vegetativo varía de intermedio a tardío, con 135 a 150 días desde la siembra hasta la cosecha, bajo condiciones de secano a chuzo. Cuando son cultivados en fangueo su ciclo fluctúa entre 125 y 135 días después de

siembra. Los cuatro cultivares presentan aceptable vigor inicial, porte semi-enano, con altura que oscila entre los 73-105 cm. Las plantas de los cuatro cultivares tienen tallos fuertes y flexibles que proporcionan resistencia moderada al acame y un macollamiento en fangueo mediano con 8 hijos productivos en promedio (bajo condiciones de bajo insumos). Las cuatro variedades presentan los nudos, entrenudos y tallos de color verde y predominan las hojas semi abiertas, ásperas al contacto y ligeramente pubescentes, igualmente de color verde. Las panículas predominantes son semicompactas, con desgrane que varía de moderadamente difícil a difícil. La exercción de las panículas es coincidente. Los granos en cáscara son pubescentes y sin aristas, su longitud varía entre 9 y 10 mm y su ancho entre 2 y 3 mm. Una vez descascarado la longitud del grano varía entre 6 y 8 mm con un ancho entre 2 y 3 mm.

## REACCIÓN A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES

Durante las evaluaciones realizadas a estas nuevas variedades, no se efectuaron controles de enfermedades y plagas, para evaluar la tolerancia genética a los principales estreses bióticos y abióticos. Los resultados de las evaluaciones efectuadas en las diferentes etapas de selección conducidas en diferentes zonas agroecológicas de Panamá y bajo condiciones de siembras a chuzo y por fangueo, revelaron que estas variedades IDIAP GAB2, IDIAP GAB 6, IDIAP GAB 8 e IDIAP GAB 11, son moderadamente resistentes a piricularia al follaje y cuello, no obstante, en algunos años fueron moderadamente susceptible al manchado del grano y al complejo bacterias. (Cuadros 2, 3 y 4).

## RENDIMIENTO DE GRANO

Los ensayos de rendimiento realizados en diferentes localidades del país, bajo las condiciones del sistema a chuzo, durante tres años consecutivos mostraron que en las granjas del Patronato de Nutrición (Cuadro 2), el rendimiento fluctuó entre 42.2 y 55.4 quintales por hectárea de arroz en cáscara al 14% de humedad y libre de impurezas. Mientras que, bajo condiciones edafoclimática de la comarca Ngäbe Buglé (Cuadro 4), el mismo fluctuó entre 18.5 y 35.23 quintales por hectárea.

Por otro lado, el rendimiento para las condiciones de fangueo únicamente fue evaluado en las granjas del Patronato de Nutrición (Cuadro 3) fluctuaron entre 76.9 y 84.4 quintales por hectárea. Los rendimientos obtenidos en el sistema a chuzo, permitieron verificar la adaptabilidad de los cultivares biofortificados, los cuales tuvieron un comportamiento mejor que algunas variedades criollas utilizadas como testigo.

## CALIDAD DE GRANO: RENDIMIENTO DE MOLINERÍA, CALIDAD CULINARIA y NUTRICIONAL

La calidad molinera, culinaria y nutricional en condiciones a chuzo y fangueo (Cuadros 2 y 3), es decisiva para fines de aceptación por parte de los beneficiarios de

la tecnología. Las variedades biofortificadas, presentan porcentajes de rendimiento total y de granos enteros, relativamente bajos. La cosecha de arroz proveniente del sistema de producción a chuzo en condiciones de secano, reveló que el rendimiento total de molinería fluctuó de 63.3 a 66.8% y el de granos enteros entre el 38.5 a 44.5%. Mientras que, el rendimiento de molinería bajo las condiciones de fangueo registró un rendimiento total que osciló entre los 70.1 a 71.3%, con una proporción de granos enteros entre 36.7 y 50.4%. La incidencia de centro blanco presenta valores de 2.66 a 3.74 en el sistema de producción a chuzo y en condiciones de fangueo de 1.44 a 1.88. Los valores de digestión alcalina para el sistema a chuzo fluctuaron de 4 a 7 y en fangueo oscilaron de 5 a 7, estos valores indican que después de cocido, el grano conserva su suavidad y al enfriarse permanece suave y suelto, tal como le gusta al consumidor panameño. En relación al contenido de los micronutrientes (Fe y Zn), los mismos oscilaron en el sistema a chuzo entre 3.5 a 4.1 mg/kg para el hierro y de 13.2 a 15.5 mg/kg. Mientras que, para fangueo se determinaron 3.7 a 4.0 mg/kg de hierro y entre 13.9 y 15.3. Es importante destacar que análisis efectuado a varias marcas de arroz colectadas en supermercados de Panamá, marcaron una concentración promedio de 2.1 mg/kg de hierro y 12.3 mg/kg de zinc, que representa la línea basal para el mejoramiento. Las pruebas de análisis sensorial para medir la aceptabilidad de estas variedades realizadas en cuatro comunidades rurales de la provincia de Coclé con la participación de 120 amas de casa de estas comunidades mostraron que no hay diferencias perceptibles entre las variedades biofortificadas y las variedades normales.

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS VARIEDADES DE ARROZ BIOFORTIFICADAS BAJO CONDICIONES DEL SISTEMA A CHUZO (Granjas del Patronato de Nutrición). 2007-2008.

CARACTERÍSTICAS	IDIAP GAB 2	IDIAP GAB 6	IDIAP GAB 8	IDIAP GAB 11
Altura de planta (cm)	78	96	100	100
Días a floración (dds)	104	99	99	99
Días a cosecha (dds)	140	135	135	135
Acame (1-9) <sup>1</sup>	2.2	2.2	2.2	2.2
Piricularia follaje (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Piricularia al cuello de la panícula (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Manchado de grano (1-9) <sup>1</sup>	2.0	2.0	2.0	2.0
Rendimiento de grano (14% humedad, qq/ha)	42.2	50.2	51.6	55.4
Rendimiento total (%)	63.3	66.2	63.6	66.8
Proporción de granos enteros (%)	38.5	44.5	38.9	40.7
Centro blanco (1-5) <sup>2</sup>	3.74	2.96	2.66	3.62
Digestión alcalina (1-7) <sup>3</sup>	4	7	7	7
Contenido de hierro (mg/kg)	4.13	3.55	3.48	3.83
Contenido de zinc (mg/kg)	15.47	13.54	14.22	13.16

<sup>1</sup>Escala de 1-9; donde: 1 - 2 Resistente; 3 - 4 Moderadamente Resistente; 5 - 9 Susceptible.

<sup>2</sup>Escala 1-5 donde: 1= grano translúcido; 5= grano yesoso.

<sup>3</sup>Escala de 1 a 7; donde seleccionamos materiales con valores de 4 ó más.

<sup>4</sup>Línea basal: Fe=2.14 mg/kg; Zn=12.26

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS VARIEDADES DE ARROZ BIOFORTIFICADAS BAJO CONDICIONES DEL SISTEMA A FANGUEO (Granjas del Patronato de Nutrición). 2007-2008.

CARACTERÍSTICAS	IDIAP GAB 2	IDIAP GAB 6	IDIAP GAB 8	IDIAP GAB 11
Altura de planta (cm)	93	104	105	102
Días a floración (dds)	93	96	96	93
Días a cosecha (dds)	128	132	132	130
Acame (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Piricularia follaje (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Piricularia al cuello de la panícula (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Manchado de grano (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Rendimiento de grano (14% humedad, qq/ha)	76.9	80.2	79.0	84.4
Rendimiento total (%)	70.1	70.9	70.6	71.3
Proporción de granos enteros (%)	50.4	47.9	36.7	39.1
Centro blanco (1-5) <sup>2</sup>	1.60	1.44	1.76	1.88
Digestión alcalina (1-7) <sup>3</sup>	5	6	6	7
Contenido de hierro (mg/kg) <sup>4</sup>	3.90	4.02	3.72	3.73
Contenido de zinc (mg/kg) <sup>4</sup>	15.32	15.06	14.97	13.92

<sup>1</sup>Escala de 1-9; donde: 1- 2 Resistente; 3 - 4 Moderadamente Resistente; 5 - 9 Susceptible.

<sup>2</sup>Escala 1-5 donde: 1= grano translúcido; 5= grano yesoso.

<sup>3</sup>Escala de 1 a 7; donde seleccionamos materiales con valores de 4 ó más.

<sup>4</sup>Línea basal: Fe=2.14 mg/kg; Zn=12.26

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS VARIEDADES DE ARROZ BIOFORTIFICADAS BAJO CONDICIONES DEL SISTEMA A CHUZO (Comarca Ngäbe Buglé). 2008-2009

CARACTERÍSTICAS	IDIAP GAB 2	IDIAP GAB 6	IDIAP GAB 8	IDIAP GAB 11	TESTIGOS OT7-FN*
Altura de planta (cm)	73	80	85	75	111
Días a floración (dds)	110	107	106	107	102
Días a cosecha (dds)	149	146	144	146	141
Acame (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Piricularia follaje (1-9) <sup>1</sup>	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Piricularia al cuello de la panícula (1-9) <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Manchado de grano (1-9) <sup>1</sup>	5.0	4.0	4.0	4.0	1.0
Rendimiento de grano (14% humedad, qq/ha)	35.3	20.6	18.5	20.4	23.3
Longitud de panícula (cm)	22.5	19.5	25.0	20.5	26.5
Granos por panículas (N°)	65.5	82	90	66.5	122

<sup>1</sup>Escala de 1-9; donde: 1- 2 Resistente; 3 - 4 Moderadamente Resistente; 5 - 9 Susceptible.

\*Testigos: Oryzica Turipaná 7 y Fortuna negro.

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LAS VARIEDADES BIOFORTIFICADAS

### Selección del terreno

Los suelos aptos para el cultivo de arroz deben ser planos (sistema fanguero) con textura arcillosa ó franco arcilloso, pesados, pH mayor a 4.5 y con pendiente no muy pronunciadas (sistema a chuzo). Los suelos aluviales favorecen al cultivo. La cantidad de semilla que se requiere por hectárea, dependerá del método de siembra que se utilice, tipo de preparación del suelo, variedad y calidad de la semilla.

### Densidad de Siembra

En condiciones de secano favorecido (chuzo) se recomienda el arreglo topológico para la alternativa tecnológica propuesta, de 0.40 metro entre hilera y 0.20 a 0.30 metro entre plantas, para obtener una densidad de 125,000 golpes/ha. En los sistemas bajo riego se recomienda el arreglo topológico de 0.25 m entre hilera y 0.25 m entre plantas, para densidad de 160,000 golpes/ha, se recomienda trasplantar de una a tres plántulas por golpe.

### Fertilización

Para realizar una adecuada fertilización al cultivo es necesario conocer la fertilidad inicial del suelo mediante un muestreo y envío al Laboratorio de suelos para su respectivo análisis químico, el cual nos proporcionará información del estado nutricional y nos indicará la cantidad de fertilizante necesario que deberá aplicarse por unidad de superficie. Se recomienda fertilizar con fórmula completa (N\_P\_K) al momento de la siembra. La fertilización nitrogenada es conveniente fraccionarla en partes iguales, al inicio del macollamiento, en el máximo macollamiento y al inicio del primordio floral. Las fuentes de macro y micronutrientes para la fertilización pueden ser orgánicas o químicas.

### Manejo y Control de Malezas

En el sistema de fanguero con tecnología, para disminuir la incidencia y efecto de las malezas es necesario un manejo integrado del cultivo, es decir, integrar ciertas prácticas culturales como son el uso de semilla certificada, densidad de siembra adecuada, rotación de cultivos, nivelación del terreno, la buena preparación del suelo ayuda al control mediante el uso de láminas de agua. En el sistema a chuzo se utilizan chapeas manuales y herbicidas pre- y post-emergentes, aplicados solos ó en mezclas, cuando las malezas tengan tres ó menos hojas. Es necesario realizar

recorridos periódicos en las parcelas con el objetivo de identificar los niveles de infestación, tipo y especies de malezas predominantes en el cultivo.

### Manejo y Control de Enfermedades y Plagas

También para el manejo y control de las enfermedades y plagas se recomienda el manejo integrado, que incluye prácticas culturales, el uso de variedades resistentes y el control químico medurado con productos específicos, sustentados con monitoreos periódicos a través de los cuales, puedan conocerse las variaciones en los niveles de incidencia, severidad y de población de los principales patógenos e insectos que causan daños de consideración al cultivo. Las inspecciones periódicas al campo son importantes para detectar los ataques de plagas y enfermedades, cuando estas aparecen, lo mejor es consultar a un técnico agropecuario, que le hará las recomendaciones pertinentes.

### Cosecha y Secado

Para garantizar los máximos rendimientos del arroz en cáscara y evitar las pérdidas que ocasionan los pájaros, ratones y otras plagas, la cosecha del grano debe realizarse cuando el cultivo tiene las panículas dobladas y los granos están completamente maduros, cuando esto ocurre, la humedad aproximada de los granos es de 20 a 25%. Razón por la cual, el grano (en manotadas o desgranado) debe ser sometido a un proceso de secado para garantizar la calidad del grano y evitar que sea atacado por hongos e insectos, durante el periodo de almacenamiento que normalmente ocurre antes de ser consumido.

Las condiciones climáticas y de manejo de las variedades pueden variar las expresiones de la mayoría de las características fenotípicas aquí señaladas, particularmente en el aspecto fitosanitario en donde es frecuente la aparición de nuevas razas de patógenos o de plagas que pueden afectar el cultivo en un momento determinado.

Revisión Técnica: Manuel De Gracia, Ph.D.  
Autor: Ismael Camargo B., Ph.D.

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá  
Departamento de Edición y Publicaciones

*Primera edición: 500 ejemplares - 2010*  
*Reimpresión: 700 ejemplares - 2011*  
*Reimpresión: 500 ejemplares - 2012*  
*Reimpresión: 200 ejemplares - 2013*

