



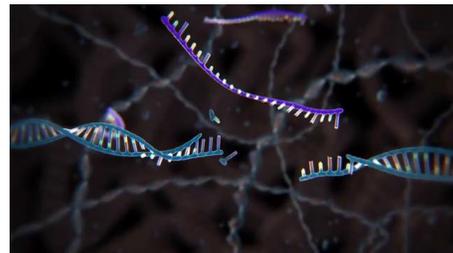
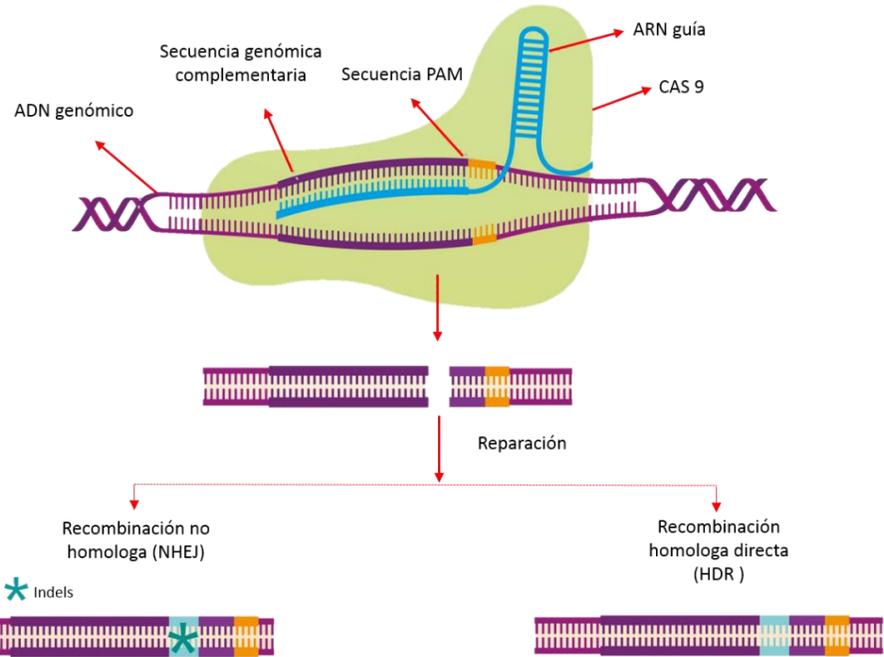
Aplicación de la edición genética en arroz: Experiencias de la Alianza Bioversity Internacional & CIAT



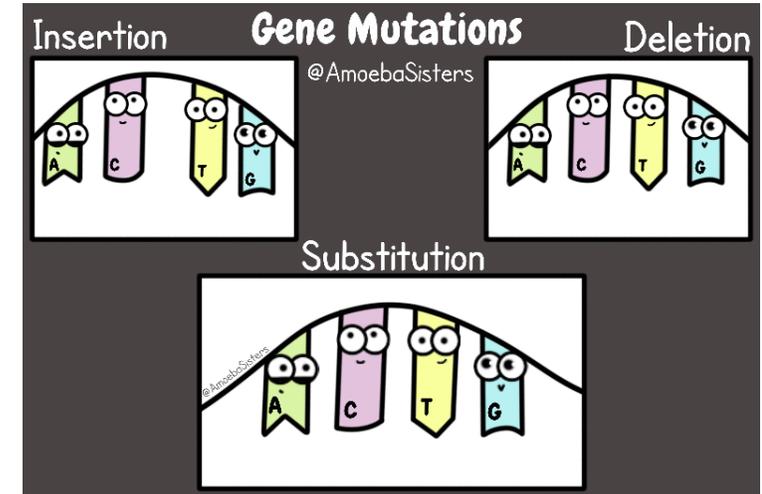
Sandra Valdés
Investigador Asociado Senior
s.p.valdes@cgiar.org



Acelerando el Mejoramiento de Cultivos con CRISPR-Cas9



Recombinación no homóloga

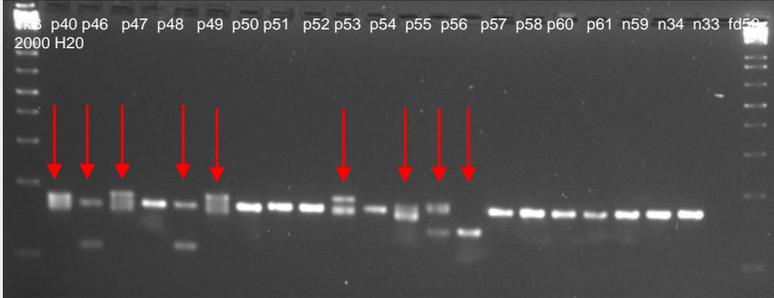


Validación de genes

Obtención de nuevas variedades

Validación de Genes

AGO 4



```

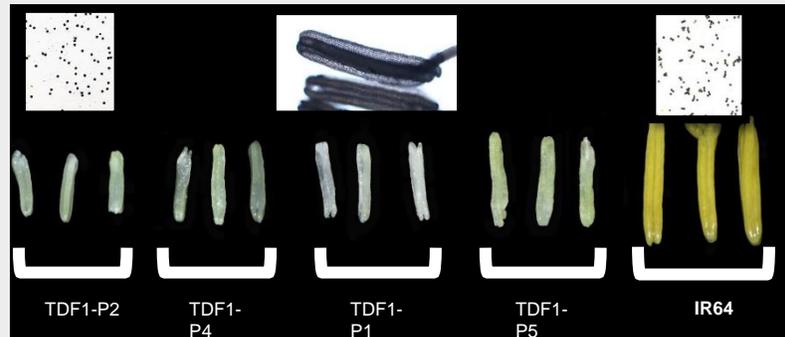
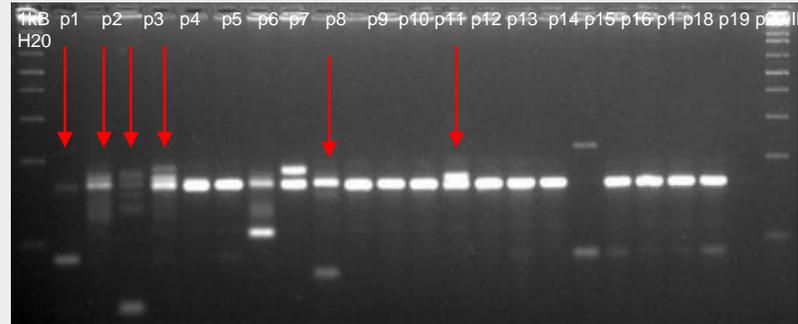
AGO2      gtcggacgcgctcgcagcagcaggaggtcatacgtctctcggaaagtgtaccggtgcctga 123
CONTROL  GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 180
3        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 135
4        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 118
5        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 113
6        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 115
7        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 119
8        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 126
9        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 123
12       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 113
15       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 124
17       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 109
19       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 110
20       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 113
21       GTCGGACGCGTCGTCAGCCAGGAGGTcAtAcGtCtGTCGGAAGTGTACCgGTGCCTGA 118
*****
    
```

Fedearroz 2000 lines

Virulence (%)

Os-2016-68-11-1	55.0
Os 2016-33-13-1	67.0
Fedearroz 2000 Control	3.0

TDF1

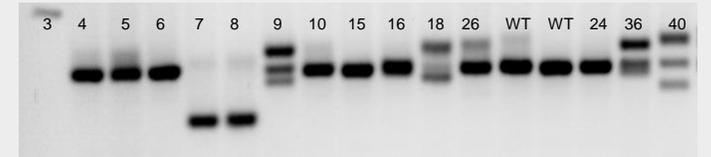
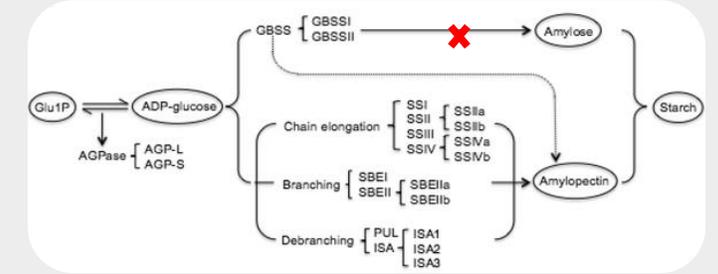


```

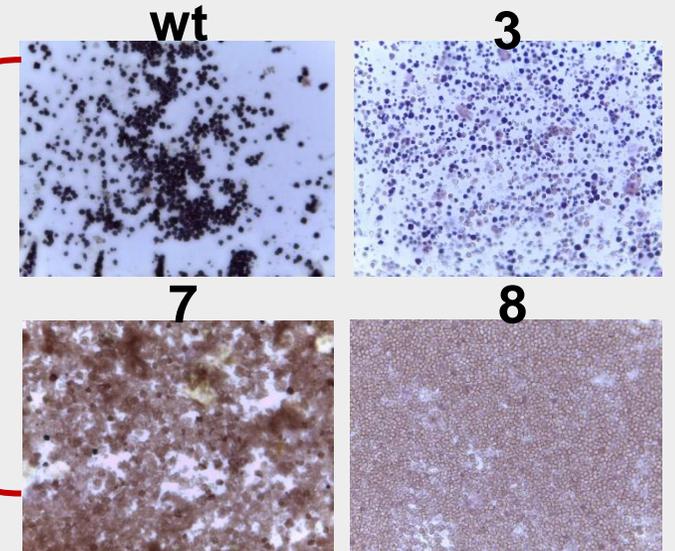
IR64      TCCTCGCCGACGACGCCGGGGGACGGGCGCGGACGCGCGGGCGcagggctgctcggcca gTATC
LINEA7   TCCTCG-----GCCA GTATC (-54)
LINEA9   TCCTT-----CAG CATGTATC (-53/+3)
*****

IR64      AGGAGGGGTGAGCA
LINEA7   AGGAGGGGTGAGCA
LINEA9   AGGAGGGGTGAGCA
*****
    
```

WAXY



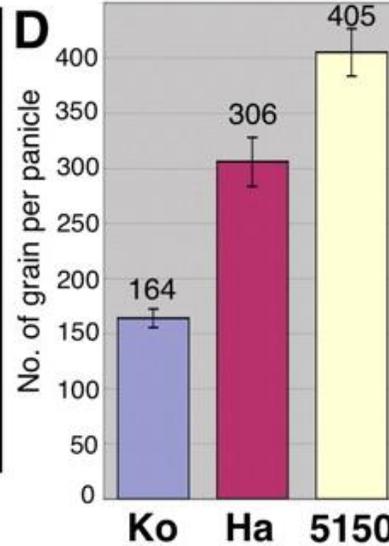
Prueba de Yodo



El número de granos en arroz es regulado por una citoquinina oxidasa



Koshihikari Habataki 5150
Indicas



Gen: 4 exones-3 intrones

Habataki: Deleción 6 pb - 1 exon
3 SNPS 1 – 4 exon

5150: Deleción de 11 pb en el 1 exón

ARROZ CORPOICA LLANURA 11	
Variedad mejorada de alta precocidad para los sistemas productivos de la altillanura plana	
PLEGABLE DIVULGATIVO N° 60	
CARACTERISTICAS AGRONOMICAS:	
• Altura de planta (cm):	72 - 95
• Habito de crecimiento:	Erecto
• Macollas por planta:	4 - 6
• Angulo de la hoja bandeja:	Erecta
• Color de la hoja:	Verde oscuro
• Pubescencia de hoja:	Intermedia
• Color de lema y palea:	Café claro (crema)
• Senescencia:	Buena
• Reacción a desgrane:	Resistente
• Exersión de panícula (cm):	14,4 - 26,3
• Vigor (Escala: 1-9):	3
• Vaneaniento (%):	4 - 8
• Granos llenos por panícula:	118 - 140
• Longitud panícula (cm):	18 - 26

Control
Llanura 11



Número de granos llenos/planta: **1678**
 Promedio de 7 plantas: 2399
 Peso de 1000 granos: **27.9 g**
 Peso total de granos/planta: 50.2 g
 Número de panículas: **16**

Planta editada #13
de la línea 165.31.20.3



Número de granos llenos/planta : **4552**
 Promedio de 7 plantas : 3392.6
 Peso de 1000 granos : **28.3 g**
 Peso total de granos/planta : 114.2 g
 Número de panículas : **36**

Llanura11	CGGCATCAGCGGCCAGGCCTTCCGCCATGG	CCGCCAGATTCCAACGTGCTAGAGCTCG	73
165.31.20.3	CGGCATCAGCGGCCAGGCCTTCCGCCATGGCCCCA--TTTCCAACGTGCTAGAGCTCG		118
	*****	*****	

Análisis Estadístico de líneas editadas

Línea	Biomasa (grs)	# de panículas/Planta	# de granos llenos/ Planta	# de granos vacíos/ Planta	Total # granos/ planta	Producción /planta (g)	SPAD	Floración (Días Después de Transplante)	Altura de planta (Cm)	No.of tillers/plant
165-09-P35-T3	35.905	20.05	2379.35	471.65	2851	64.805	47.46	63.00	114.67	19.52
165-16-P14-T3	35.96842	20.78947	2476.95	687.1053	3164.05	65.87368	46.93	66.00	122.38	19.33
165-31-P20-T3	50.64211	24.05263	3098	1034.95	4132.95	77.93684	46.65	72.00	125.43	23.19
166-65-P3-T3	50.78333	25.22222	2926.06	1307.56	4233.61	71.08889	48.53	71.33	116.19	23.14
166-66-P5-T3	35.935	19.9	2563.9	564.6	3128.5	66.49	46.31	65.67	117.52	17.76
CT LLANURA 11	40.53333	19.27778	2621.61	297.1111	2918.72	71.06111	48.59	69.33	119.10	19.52
P-Value	0.0018	<.0001	0.0347	<.0001	<.0001	0.0435	0.0146	0.0494	0.93798	0.01765

Para las parcelas experimentales se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para detectar las diferencias entre las medias y se utilizó una prueba de rango de Tukey para detectar diferencias significativas entre cada media en un valor de $p < 0,05$ utilizando el software estadístico SAS. Todos los resultados se presentan como media \pm error estándar de la media

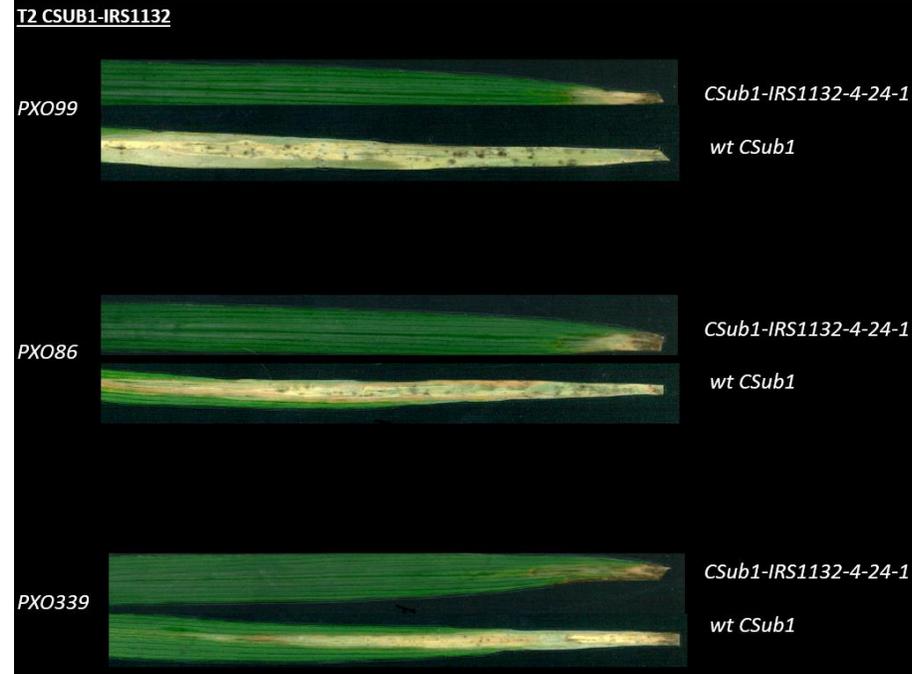
- **Control usado para comparar**
- **Media LS significativamente más baja en comparación con el control**
- **Media LS significativamente más alta en comparación con el control**

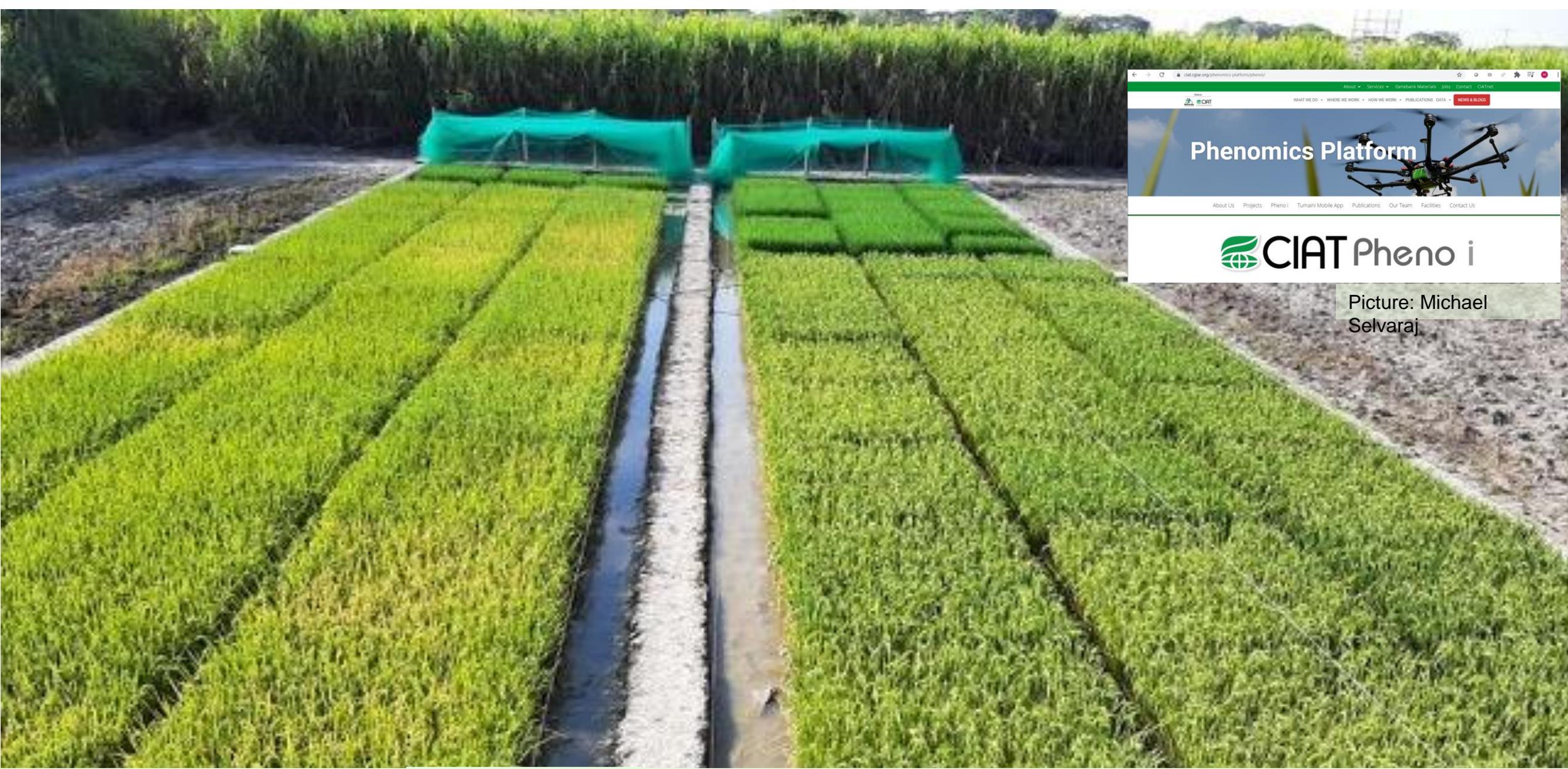
Resistencia a *Xanthomonas oryzae*

T1 CSUB1-IRS1132

Event ID	Tal C-AvrXa7-Tal5
1 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-1	Hetero
2 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-9	Hetero
3 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-11	CA TGCA TGTCAGC T---GGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGC T---GGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
4 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-14	Hetero
5 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-16	CA TGCA TGTCAGC T---GGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGC T---GGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
6 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-18	CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
7 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-23	CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
8 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-26	Hetero
9 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-29	CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TG-----A CTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
10 Ciherang-Sub1-IRS1132-1-30	Hetero
11 Ciherang-Sub1-IRS1132-3-12	Hetero
12 Ciherang-Sub1-IRS1132-3-23	CA TGCA TGTC A-----T _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAA-----AGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTC A-----T _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAA-----AGCTCATCAAGCCTTC
13 Ciherang-Sub1-IRS1132-4-24	CA TGCA TGTCAGCA-----CCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----CCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
14 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-6	Hetero
15 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-8	Hetero
16 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-12	CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
17 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-19	CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
18 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-27	CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
19 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-28	CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
20 Ciherang-Sub1-IRS1132-6-30	CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC CA TGCA TGTCAGCA-----ACCAGGTGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
wt IR64 (reference)	CA TGCA TGTCAGCA GCTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC
NB (reference)	CA TGCA TGTCAGCA GCTGGTCAT _G TGTCCTTTTCATCCCTCTCTCCCTCTAGCACTAT _A ATAAACCCCTCCAAACCCAG _G TGCTAAGCTCATCAAGCCTTC

T2 CSUB1-IRS1132



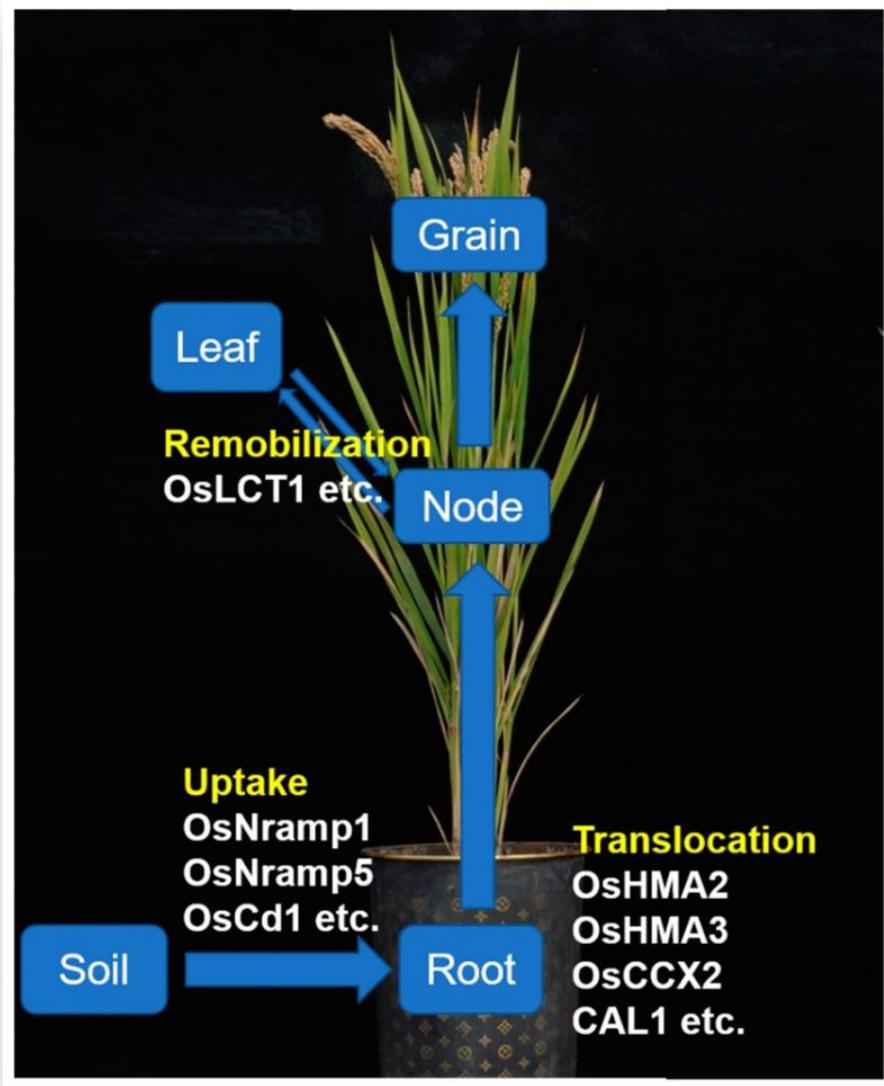


Picture: Michael Selvaraj

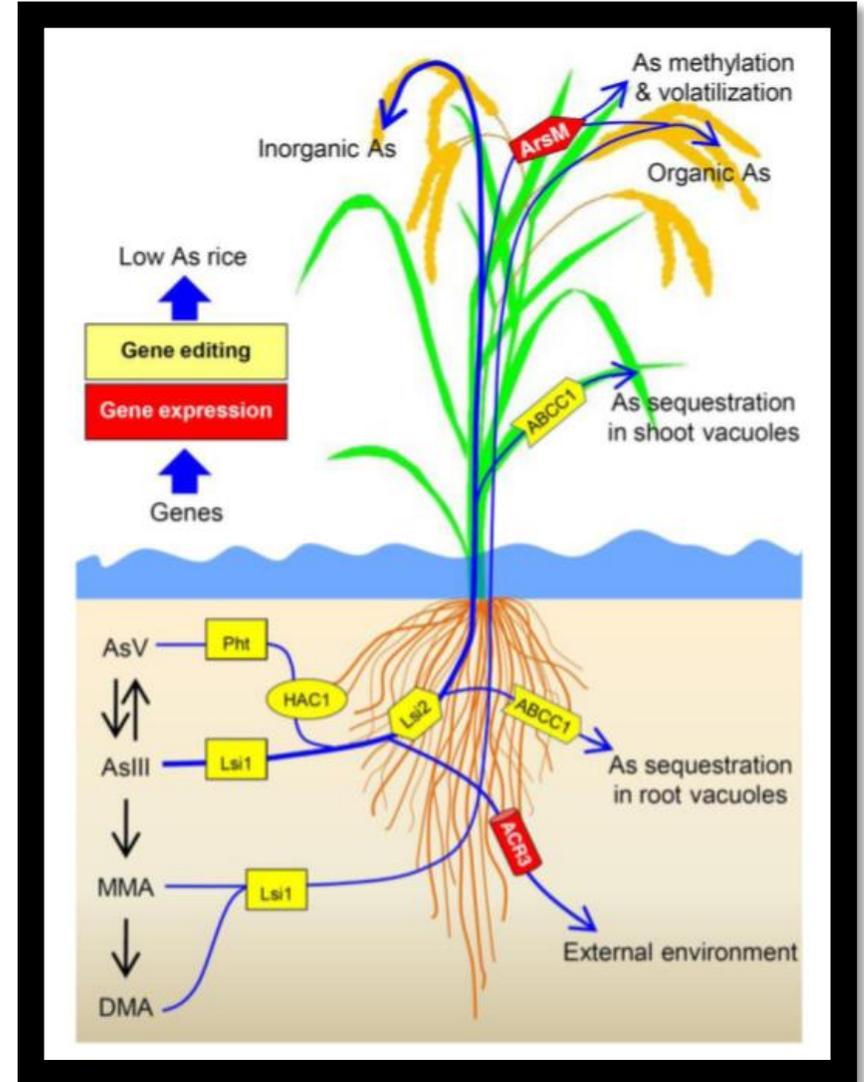




Cadmio



Arsénico

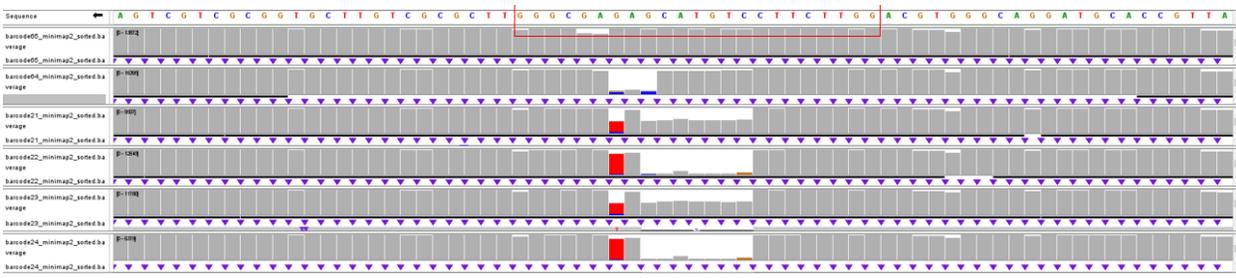
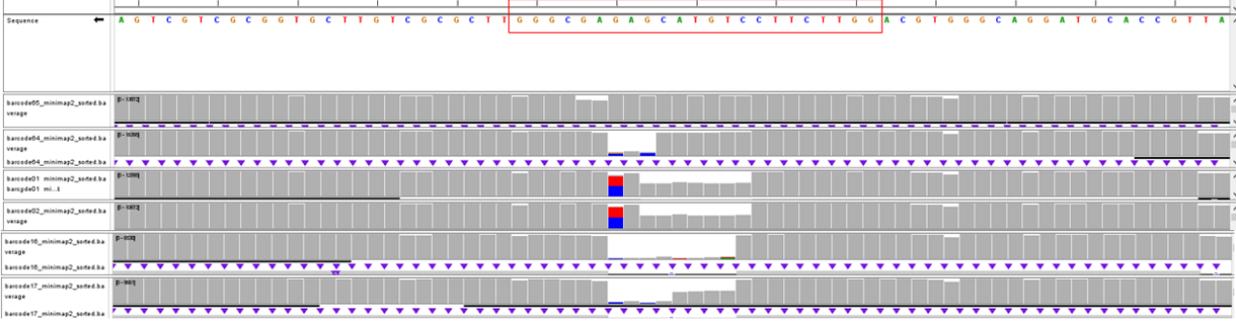




Variedades editadas



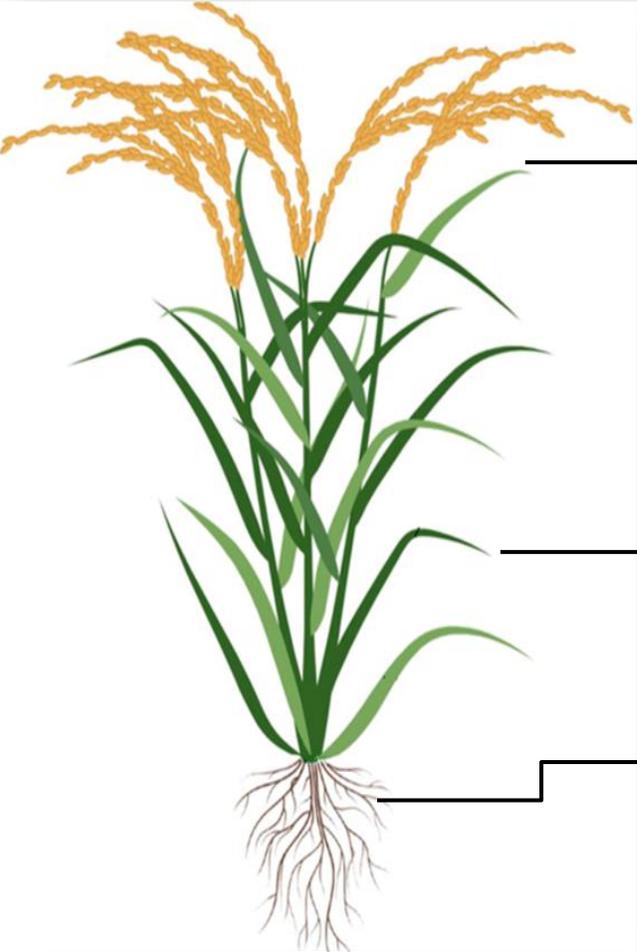
1 uM 0 uM 2.5 uM 0 uM 5 uM 0 uM



NO TOCAR
 Área contaminada con
 arroz editado
 Clonado de caducos (CAGC2)
 Contacto responsable
 Oscar Castañeda: 3014113290
 Marco Romo: 3148698739

DO NOT TOUCH
 Contaminated area with
 edited rice
 Clonated Caducos (CAGC2)
 Responsible contact
 Oscar Castañeda: 3014113290
 Marco Romo: 3148698739

Oscar Castañeda



Rasgo	Gen	Fenotipo
Rendimiento (número de granos)	GN1A	- Aumento de número de granos por panícula. - Aumento de altura, tamaño y número de flores por panícula
Eficiencia fotosintética	OsHXX1	Alta eficiencia fotosintética y alto rendimiento
Arquitectura de raíz	OsAUX1	Aumento de longitud de raíces primarias



"Por la cual se establece el procedimiento para el trámite ante el ICA de solicitudes de un cultivar mejorado con técnicas de innovación en fitomejoramiento a través de Biotecnología moderna, con el fin de determinar si el cultivar corresponde a un Organismo Vivo Modificado o a un convencional".

EL GERENTE GENERAL

DEL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA)

En uso de sus facultades legales y en especial de las conferidas por el artículo 65 de la ley 101 de 1993 y el artículo 4 del Decreto 3761 de 2009 y

CONSIDERANDO

Que de conformidad con el artículo 65 de la Ley 101 de 1993 "Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero" corresponde al Ministerio de Agricultura por intermedio del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, desarrollar políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuaria del país. Por lo tanto, será el responsable de ejercer acciones de sanidad agropecuaria y el control técnico de las importaciones, exportaciones, manufactura, comercialización y uso de los insumos agropecuarios destinados a proteger la producción agropecuaria nacional y a minimizar los riesgos alimentarios, ambientales que provengan del empleo de los mismos y a facilitar el acceso de los productos nacionales al mercado internacional.

Que mediante Ley 740 de 2002 Colombia ratificó el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología del Convenio sobre Diversidad Biológica, el cual tiene como objetivo, de conformidad con el enfoque de precaución, contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización segura de los Organismos Vivos Modificados resultantes de la Biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.

Que en desarrollo de estas disposiciones, el gobierno nacional expidió el Decreto 4525 del 6 de diciembre de 2005 "Por el cual se reglamenta la Ley 740 de 2002", y estableció que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA será competente para la autorización de las actividades señaladas en

Legislación en Colombia



Agosto 1 de 2018:

- Resolución ICA #00029299 para marco regulatorio para cultivares derivados de las NBTs.
- Octubre 2022: Incluye animales

Productos evaluados en Colombia: Innovación en Mejoramiento Genético

	Característica	Concepto	Año de la solicitud
Maíz	Wazy	Convencional	2020
Arroz	Uso eficiente del fosforo	Aprobación CTNBio- Importación Arroz OVM	2020
Arroz	Tolerancia a Xoo	Convencional	2020
Mostaza	Perfil de sabor mejorado	Convencional	2021
Soya RR	Bajo contenido de Rafinosa	Convencional	2022
Arroz	Tolerancia a herbicidas	Convencional	2023
Cerdo	Resistencia a Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRS)	Convencional	2023
Maíz	Resistencia al tizón de la hoja	En trámite	2023



Otras colaboraciones en arroz

- Tropic Bioscience (UK): RHBV, Blast
- SALK Institute: Root Angle, Drought
- Colorado State University: Biotic stress (Blast)
- Berkeley: Drought Tolerance
- CIRAD-INRAE: Enhance Recombination

Establecimiento de nuevas variedades en la Plataforma de Mejoramiento Avanzado

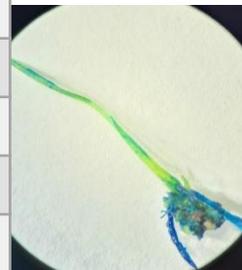
Genotypes				
Japonicas	Indicas	Breeded lines	Aus	<i>O. glaberrima</i>
Nipponbare	IR64	CT21375F3-43-1	N22	MG-12
Curinga	Bluebonnet	CT24019		CG-14
Caiapo	IRGA 424	CT24026		
Nerica 4_T5	Fedearroz 50	IR946 55-5-1-1-4		
Azucena	Fedearroz 2000	CT24730-10-15-3-P-M		
Llanura 11	Fedearroz 60	FL14414-4P-1-1-3V		
Porvenir 12	Fedearroz 67			
Line 31	Palmar 18			
Fanny	SD20A			
	Inia Olimar			
	Supremo 13			
	Dhan 64			
	IRGA 417			
	El Paso 144			
	PB21			
	Merín			



Nerica 4_T5



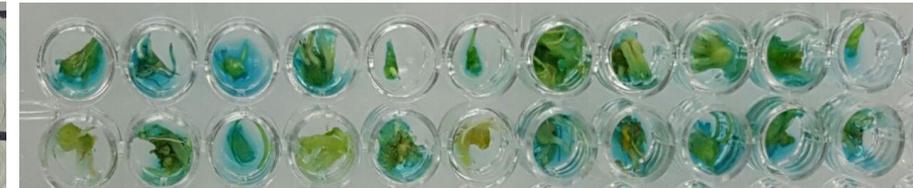
N 22



PB 21



Fedearroz 67

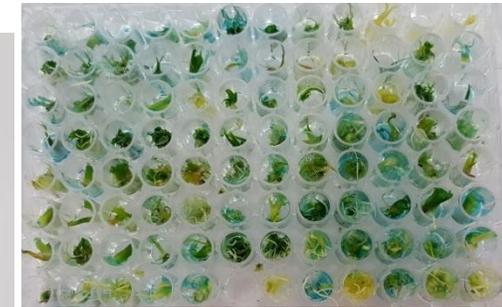


Llanura 11



MG-12

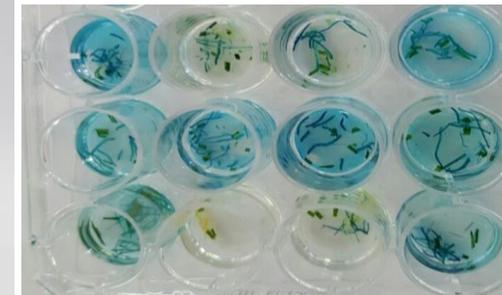
CG-14



Porvenir 12



Genetica triunfo



Fedearroz 2000



iGracias!