



# Semillas del Futuro: red de innovación para una agricultura sostenible

**Marcela Santaella**

Gerente de Operaciones y Calidad

Programa de Recursos Genéticos

Cali, noviembre 17 de 2022

Simposio Ómicas - Universidad ICESI



@BiovIntCIAT\_eng  
@BiovIntCIAT\_esp

#Alliance4Science

# Colombia y el CIAT:

## 55 años de investigación desde Colombia al mundo

- En **1966** Lewis M. Roberts y Lowell Hardin, de las Fundaciones Rockefeller y Ford, proponen establecer un centro para investigación internacional en Colombia.
- En **1967** se crea el CIAT con el apoyo del Gob. Colombiano, incluyendo el MADR, Fundaciones Estadounidenses, la Universidad Nacional, el ICA y personalidades colombianas.
- Desde su creación es una institución con **visión y mandato global** pero con **profundas raíces vallecaucanas y colombianas**





## LA ESTRATEGIA DE LA ALIANZA

Abordar el sistema alimentario  
**como un conjunto** y no tan  
solo sus partes componentes y  
síntomas individuales

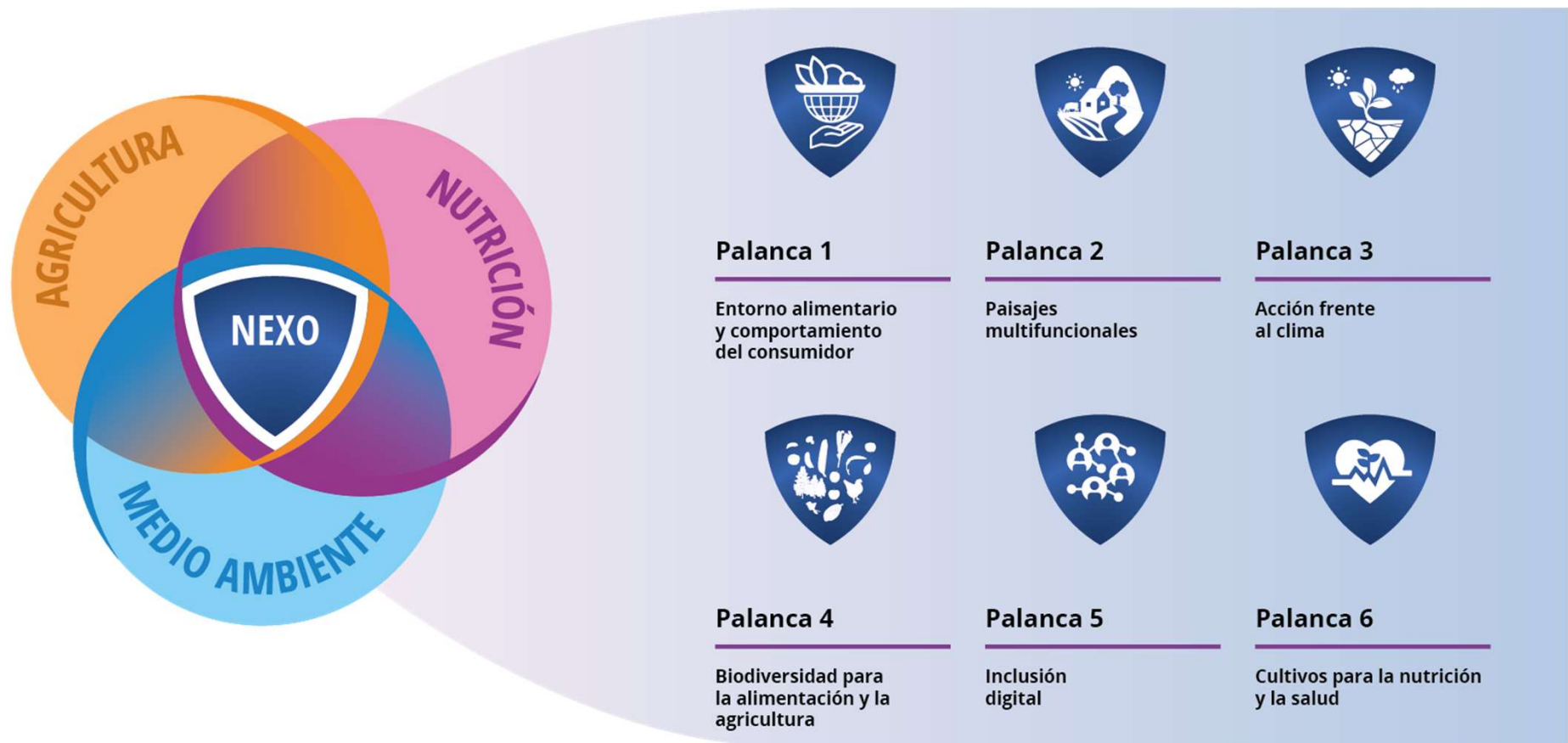


# Una Alianza para Acelerar el Cambio

Soluciones de sistemas alimentarios en el nexo entre agricultura, medio ambiente y nutrición



# Potenciando el cambio en los sistemas alimentarios



## Explore nuestras áreas de investigación

Nuestra investigación es multidisciplinaria en su esencia, pero puede comenzar su descubrimiento a partir de algunos problemas centrales que impulsan nuestras acciones.



Entorno Alimentario y  
Comportamiento del  
Consumidor



Paisajes  
multifuncionales



Acción Climática



Agrobiodiversidad



Inclusión digital



Mejoramiento de  
cultivos



Inclusión de género

<https://alliancebioiversityciat.org/es>



# Visión y Misión de la Alianza

## VISIÓN

Sistemas alimentarios y paisajes que sostienen el planeta, impulsan la prosperidad y nutren a las personas

## MISIÓN

Brindar soluciones científicas que aprovechan la biodiversidad agrícola y transforman los sistemas alimentarios de manera sostenible para mejorar la vida de las personas en medio de una crisis climática



# Objetivos estratégicos



Las personas **consumen alimentos** diversos, nutritivos e inocuos.



Las personas participan en **mercados agroalimentarios** incluyentes, innovadores y diversificados, y se benefician de ellos.



Las personas **manejan sosteniblemente fincas, bosques y paisajes** que son productivos y resilientes al cambio climático.



Las comunidades y las instituciones usan y **salvaguardan la biodiversidad agrícola** de manera sostenible.



# La Alianza y One CGIAR



## CGIAR 2030 RESEARCH AND INNOVATION STRATEGY

Transforming food,  
land, and water systems  
in a climate crisis

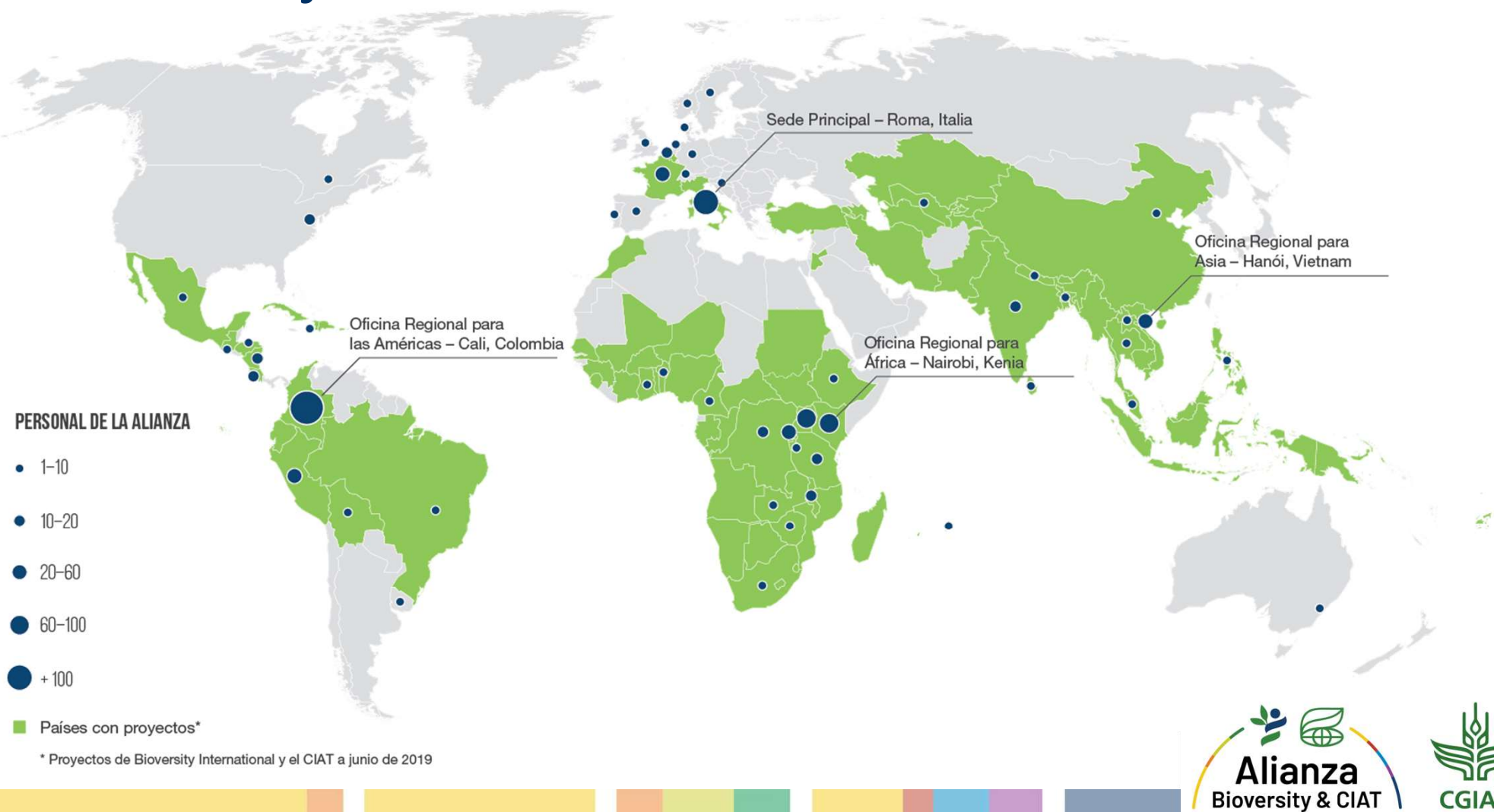
CGIAR research and innovation will:



# Áreas de Impacto de las Iniciativas del OneCGIAR



# Dónde trabajamos





**Genebanks** Collections of seeds and plant material intended to preserve genetic diversity

# Colecciones globales

Yuca: 5,959



Frijol: 37,938



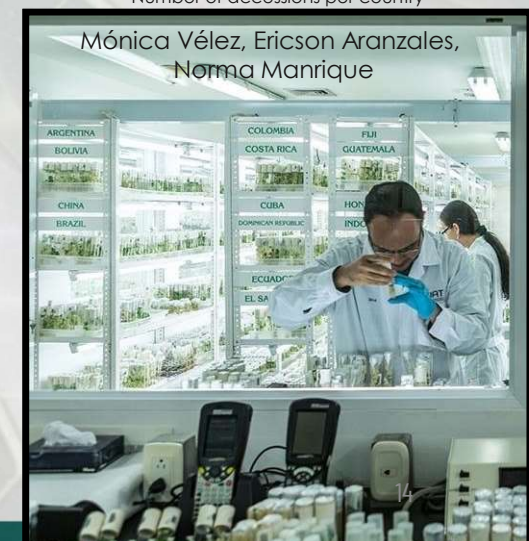
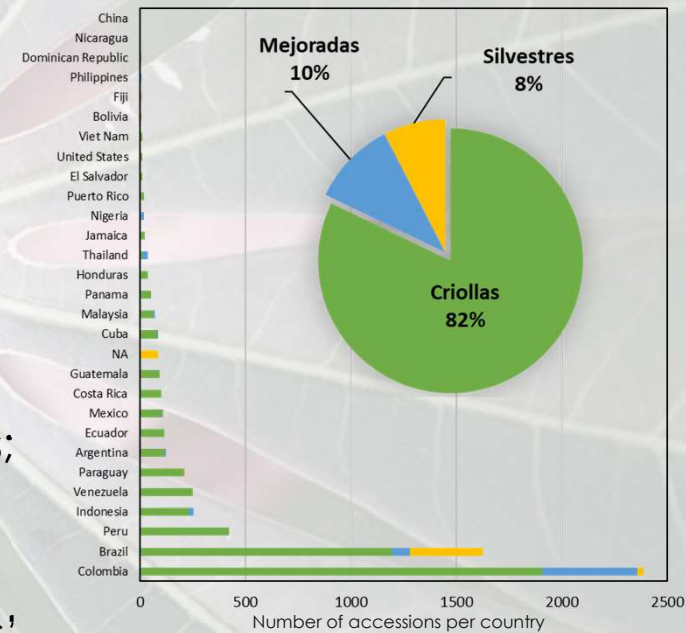
Forrajes tropicales: 22,694



# Yuca (*Manihot esculenta*)

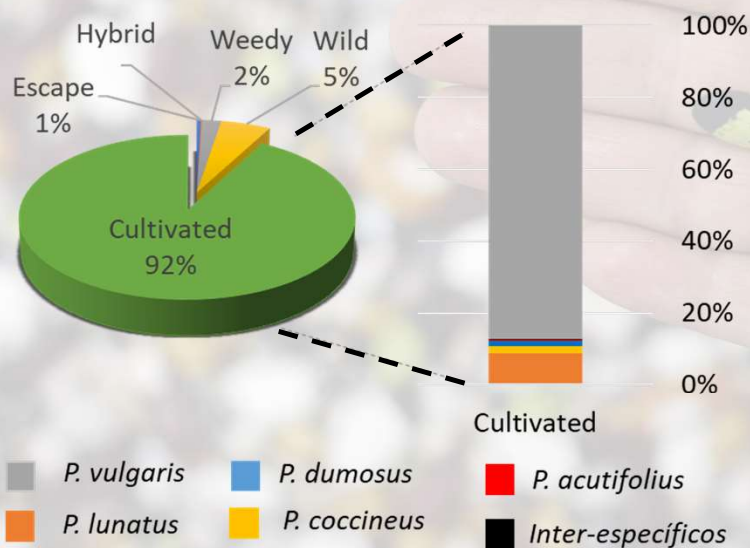


- **5,959** accesiones *in vitro* (crecimiento lento)
- **Composición:** Principalmente variedades locales; algunas variedades mejoradas y 22 especies silvestres
- **Duplicados de seguridad:** *in vitro* (CIP) & 'bonsais'
- Electro y crio/termoterapia para eliminar virus
- Protocolo de **criopreservación** desarrollado por la Unidad de Biotecnología del CIAT



# Frijol (*Phaseolus ssp.*)

- **37,938** accesiones conservadas a -18C (112 países)
- **Composición:** 5 especies cultivadas, mayoría criollas & algunas variedades mejoradas; 43 especies silvestres



Especie	Nombre común	Distribución silvestres	Sistema de reproductivo	Ciclo vida	Adaptación
<i>P. vulgaris</i>	Frijol común	Mesoamerica & Andes	Predominante autógamo	Anual	Mésico y templado
<i>P. lunatus</i>	Frijol lima	Mesoamerica & Andes	Predominante autógamo	Anual / Perenne	Cálido y húmedo
<i>P. dumosus</i>	Frijol habita	Mesoamerica	Predominante alógamo	Anual / Perenne	Frio y húmedo
<i>P. coccineus</i>	Frijol ayacote	Mesoamerica	Predominante alógamo	Perenne	Frio y húmedo
<i>P. acutifolius</i>	Frijol tépari	Sur USA & centro México	autógamo	Anual	Caliente y seco

Adaptada de Bitocchi *et.al.*, 2017

# Forrajes Tropicales

- **22,694** accesiones; mayoría a -18°C
- **Composición:** 696 taxa, 75 países, mayoría leguminosas (21K); resto gramíneas
- 99% son silvestres



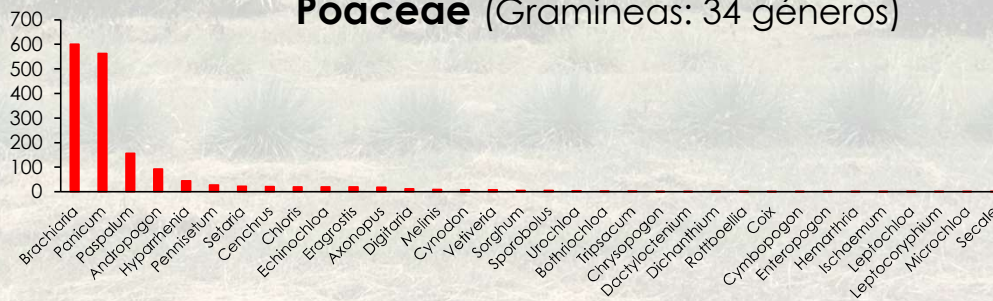
**Fabaceae** (Leguminosas: 92 géneros)



<b>Stylosanthes</b>	4276
<b>Desmodium</b>	3561
<b>Centrosema</b>	2875
<b>Aeschynomene</b>	1207
<b>Macroptilium</b>	1052



**Poaceae** (Gramíneas: 34 géneros)



<b>Brachiaria</b>	600
<b>Panicum</b>	563
<b>Paspalum</b>	156
<b>Andropogon</b>	93
<b>Hyparrhenia</b>	44

Juan José González, Luis Guillermo Santos





# BANCO DE GERMOPLASMA



Yuca (*Manihot*)

Accesiones  
**+ 5.965**  
 Especies Países  
**25 28**



## PROTEGER

- 🕒 **Conservación** mediano plazo
- 🔧 Control de condiciones químicas y físicas



- 🕒 **Conservación** mediano plazo
- 🔒 Duplicado de seguridad



- 🕒 **Conservación** largo plazo
- 🔒 Duplicado de seguridad



- 🕒 **Conservación** mediano y largo plazo



## FACILITAR

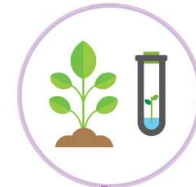
**Tubo invitro**  
 Certificación sanitaria del material

**Vaso con sustrato \***  
 Certificación sanitaria del material

**Tubo con hojas**  
 Certificación sanitaria del material



**Semillas**  
 Certificación sanitaria del material



**Material vegetal \***  
 Certificación sanitaria del material

**Tubo invitro**  
 Certificación sanitaria del material



Frijol (*Phaseolus*)

Accesiones  
**37.934**  
 Especies Países  
**47 112**

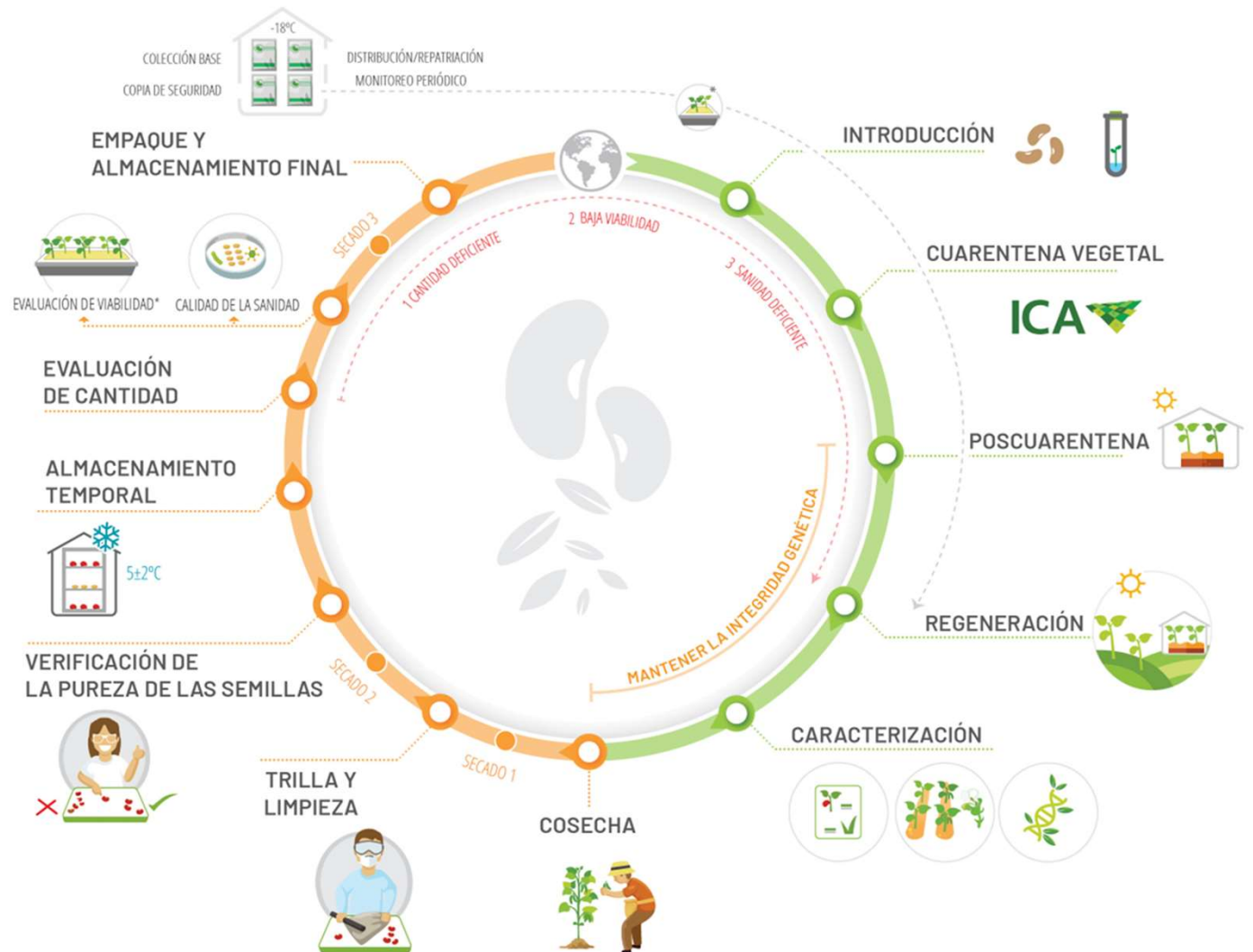


Forrajes Tropicales

Accesiones  
**22.661**  
 Especies Países  
**696 75**

\* Solo es permitido distribución nacional

# OPERACIONES PARA FRÍJOL Y FORRAJES TROPICALES

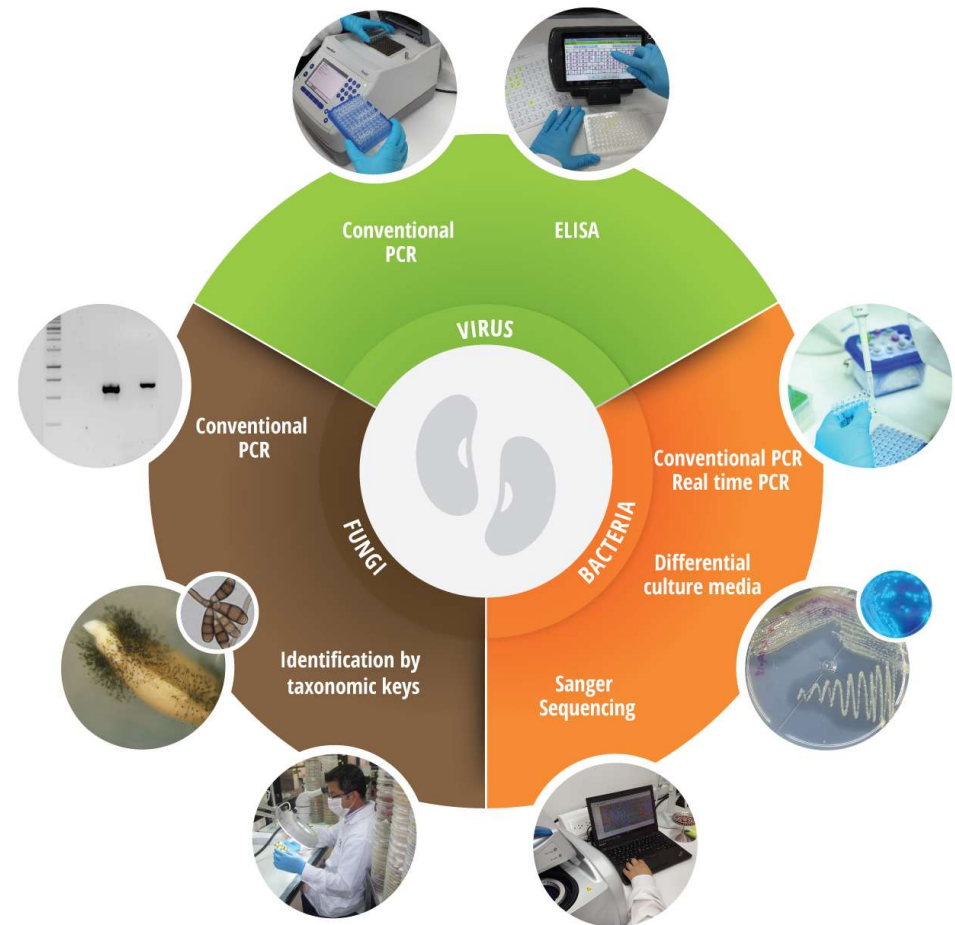


# Sanidad de Germoplasma



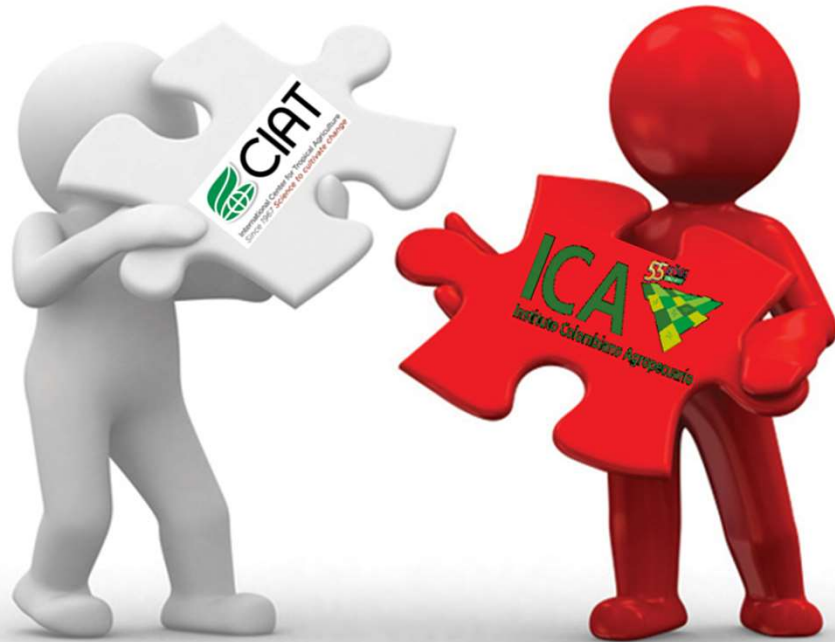
Tiene la responsabilidad de verificar el estado fitosanitario del germoplasma distribuido por el Programa de Recursos Genéticos y otros programas del CIAT a nivel nacional e internacional.

Adicionalmente, realiza la estandarización e implementación de nuevas metodologías de diagnóstico más eficientes y sensibles.



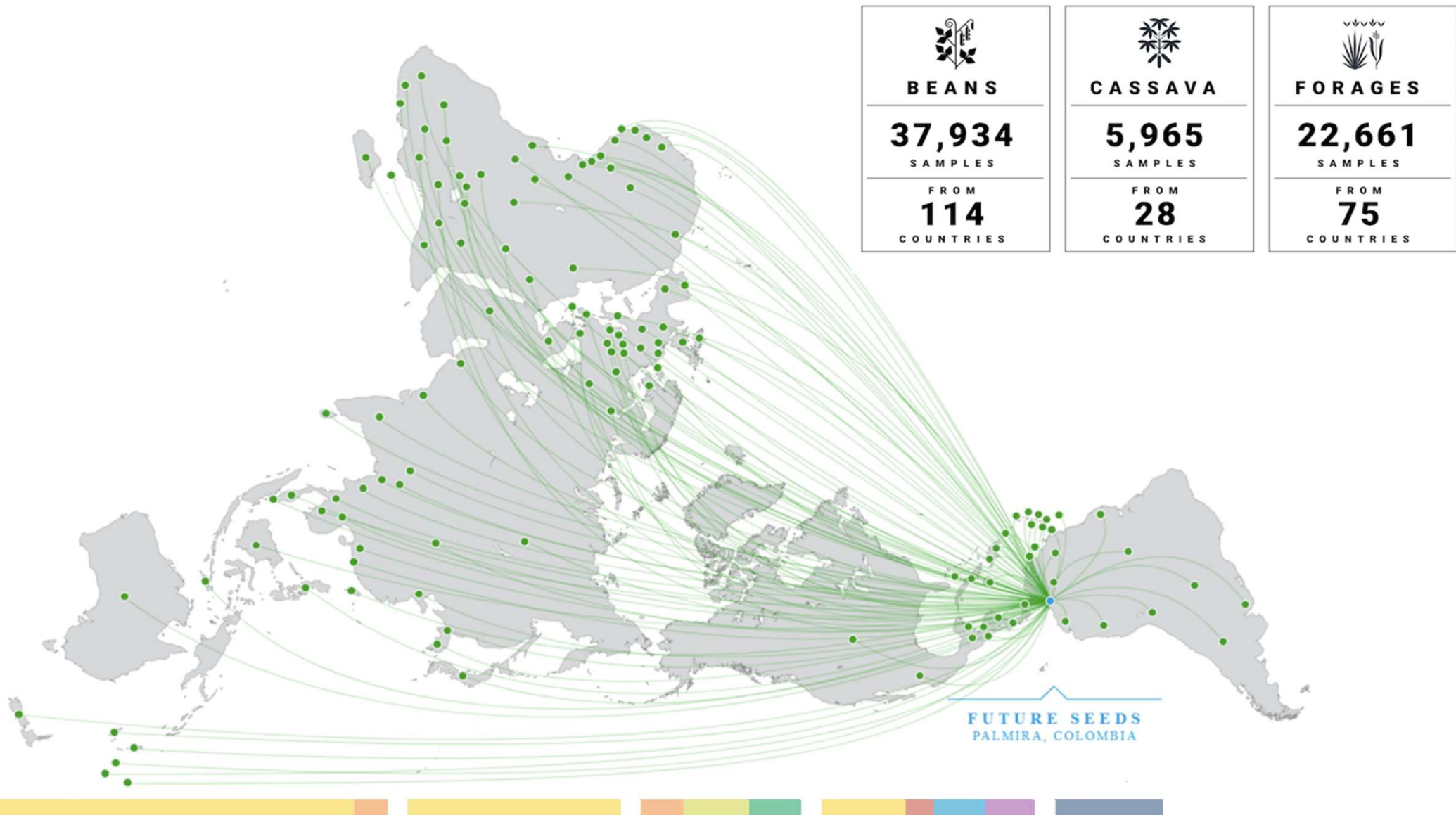
# Sanidad de Germoplasma

Para minimizar el riesgo fitosanitario asociado con el movimiento de germoplasma, la Alianza Bioversity & CIAT sigue un programa de cuarentena y regulación en cooperación con la autoridad fitosanitaria en Colombia.



Red Nacional de Laboratorios de Diagnóstico y Ensayo. Bajo registro otorgado por el **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)**.

- El LSG-CIAT cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad basado en ISO/IEC 17025.
- Actualmente en Colombia, solo dos laboratorios de diagnóstico fitosanitario pertenecen a esta red nacional y LSG-CIAT es uno de ellos.





# Semillas del Futuro: protegiendo el alimento del mundo

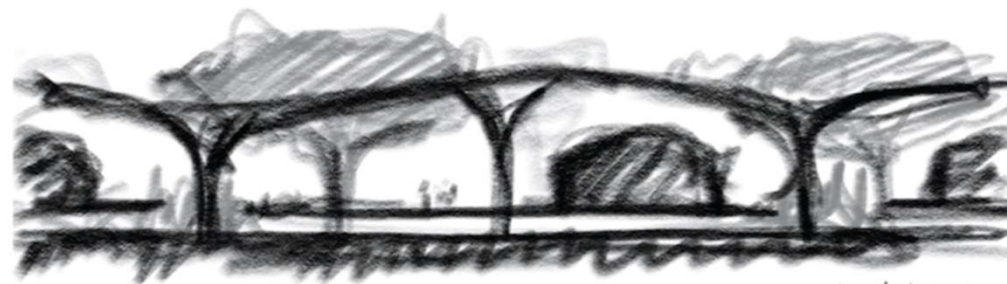


<https://www.youtube.com/watch?v=QWiMeUYnJso>





Protegiendo los alimentos para el mundo



## CONSERVAR

Semillas del Futuro permite al CIAT continuar proporcionando conservación de primera clase para frijol, yuca y forrajes tropicales.

## DESCUBRIR

Semillas del Futuro facilita innovaciones en genómica y tecnologías de big data (inteligencia y minería de datos) para impulsar un uso de la diversidad de cultivos mejor dirigido y orientado por los datos.

## INVOLUCRAR

Ubicado en medio de una zona de alta biodiversidad global, Semillas del Futuro sirve como plataforma de encuentro para científicos de recursos genéticos de todo el mundo.

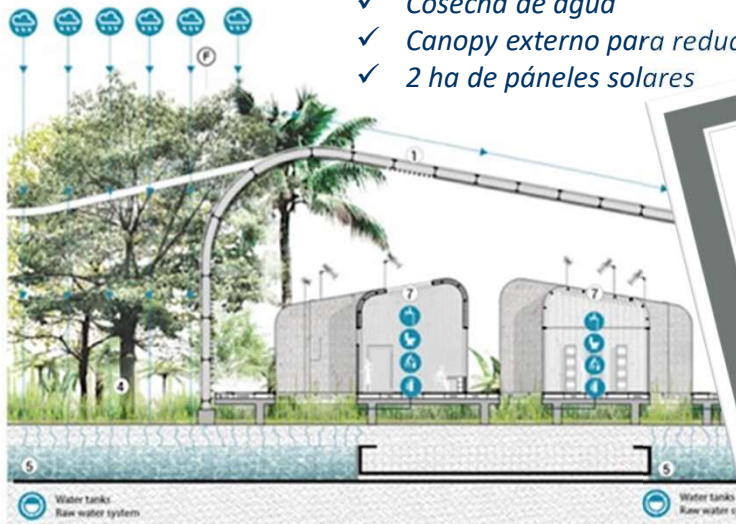
**Alianza**  
Biodiversity & CIAT



# Innovación en infraestructura, Ciencia Sostenible: con talento colombiano



- ✓ Cosecha de agua
- ✓ Canopy externo para reducir el calor
- ✓ 2 ha de paneles solares



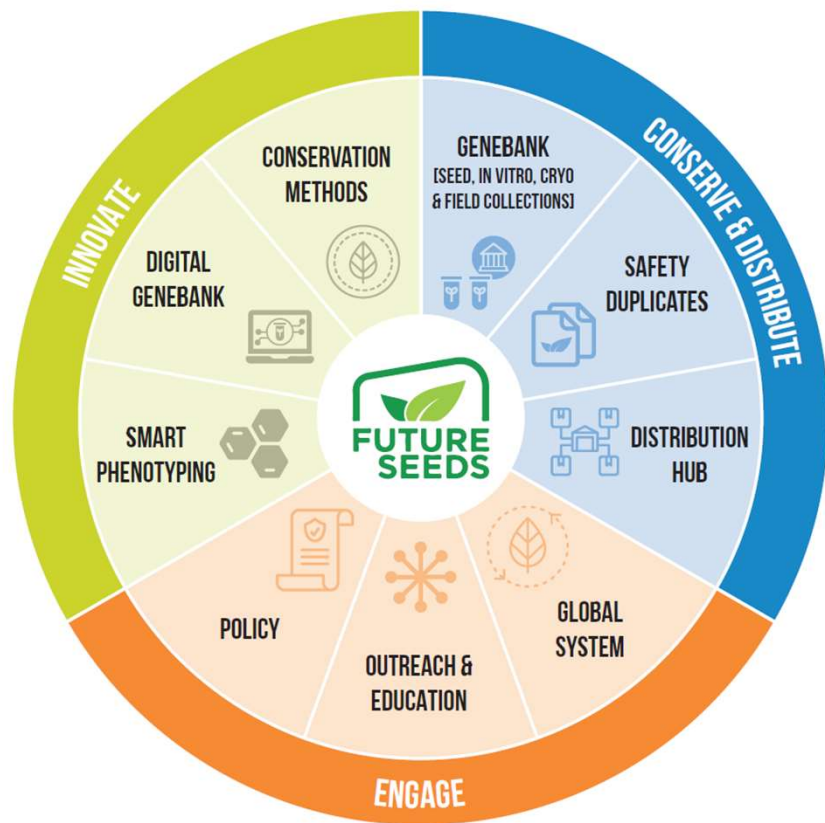
The LEED® certification trademark is owned by the U.S. Green Building Council® and is used with permission.




Fuente: Joe Tohme, 2022. A global hub for innovation in crop-diversity conservation and use. Making crop diversity more accessible. Fotos: Daniel Gutierrez



# Semillas del Futuro

## Centro de innovación más allá de la infraestructura LEED



-  **Conservar y distribuir** los recursos genéticos de un conjunto diverso de cultivos de forma eficiente y eficaz, siguiendo los más altos estándares internacionales de calidad
-  **Innovar** para mejorar los métodos de conservación y descubrir el valor oculto de los recursos genéticos
-  **Involucrar** al público para sensibilizar a la sociedad sobre el rol vital de la diversidad de los cultivos.

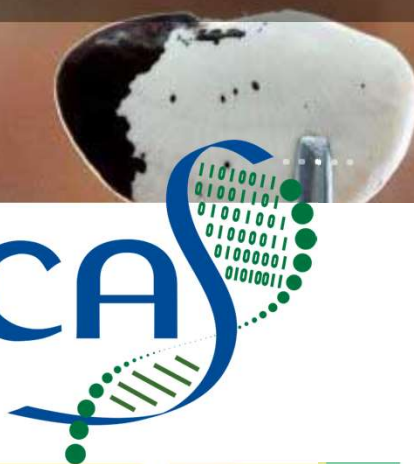
Fuente: Joe Tohme, 2022. A global hub for innovation in crop-diversity conservation and use. Making crop diversity more accessible.

Por qué importa la diversidad de cultivos

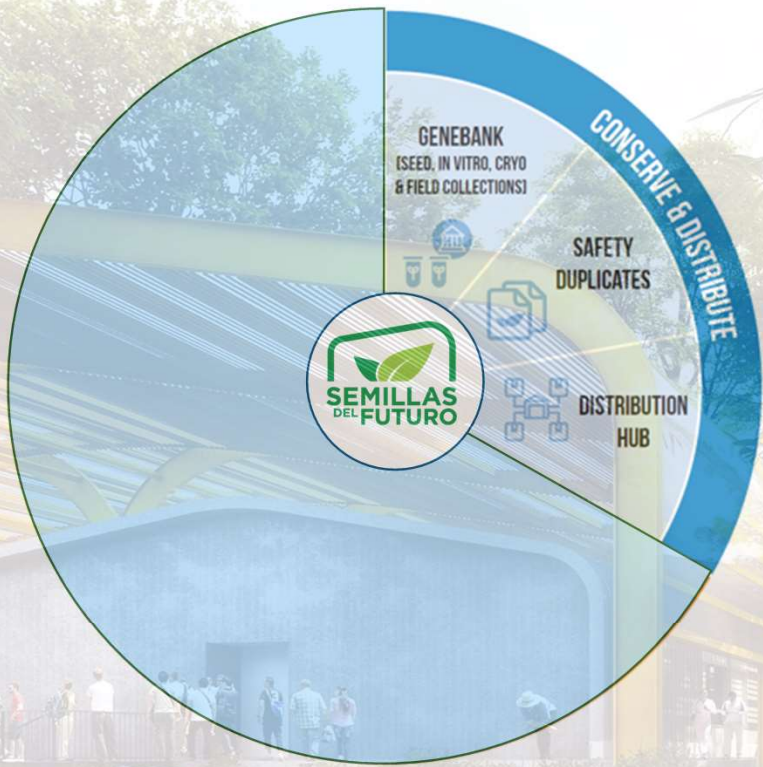
## Descubrir

Las especies silvestres parientes de cultivos agrícolas cruciales pueden contener genes que les ayuden a soportar la sequía, enfermedades y eventos ambientales extremos. Semillas del Futuro ayuda a los científicos a descubrir y usar estos secretos.

# ómica

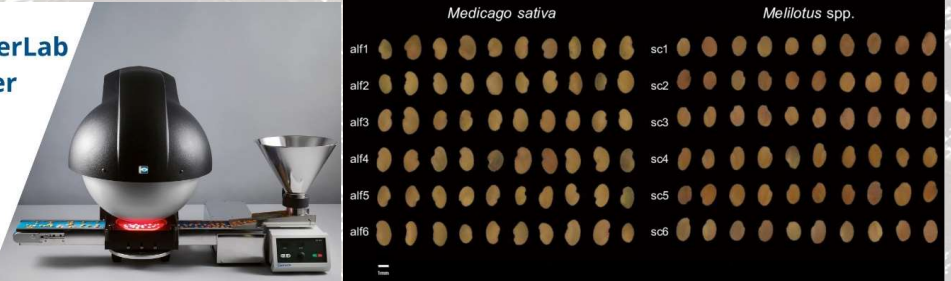


# Acceso a la diversidad a través de información & conocimiento (Conservación)



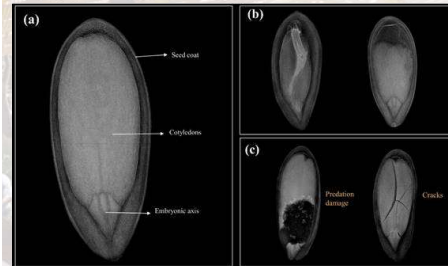
Fuente: Santos, L.G. Alianza Bioersity Int. y CIAT-PRG, 2022

VideometerLab  
Autofeeder  
Refocusing



Caracterización automatizada de semillas

Rayos X para verificar estado y viabilidad de semillas

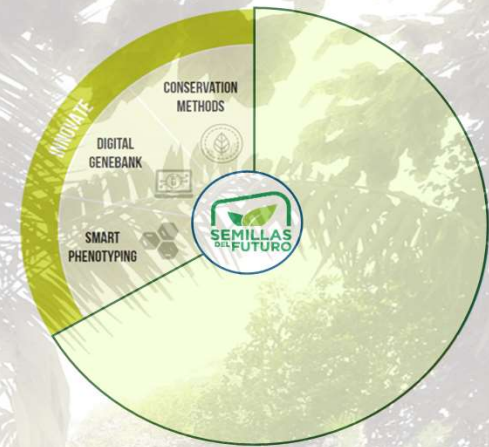


Caracterización nutricional de semillas mediante NIRS (FieldSpec 4)



# Acceso a la diversidad a través de información & conocimiento (Banco Digital)

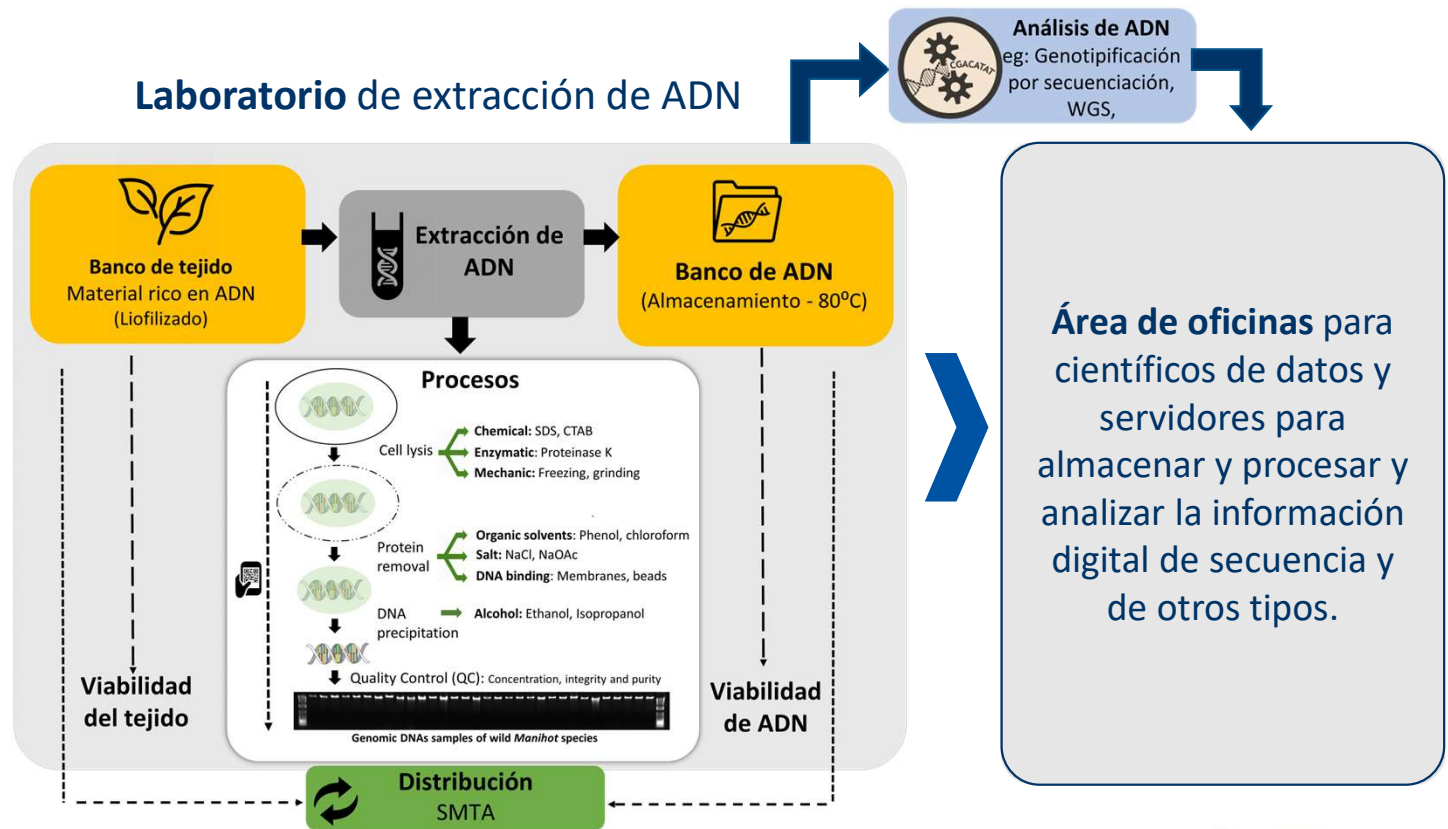
- Aprovechar la **genómica** y las **tecnologías de información** para mejorar la conservación y el uso de la diversidad de cultivos.
- Facilitar la curación de las colecciones y proporcionar una referencia para las pruebas de **integridad genética** de rutina.
- Permitir **nuevos descubrimientos** que mejoren los rendimientos de los **cultivos**, mejor nutrición y resiliencia climática.
- Utilizar información de la secuencia genómica (información digital de secuencia – IDS)
- Identificar más fácilmente las accesiones **que se adaptan** a sus necesidades.



Fuente: Carvajal, M. Alianza Bioersity Int. y CIAT-PRG, 2022

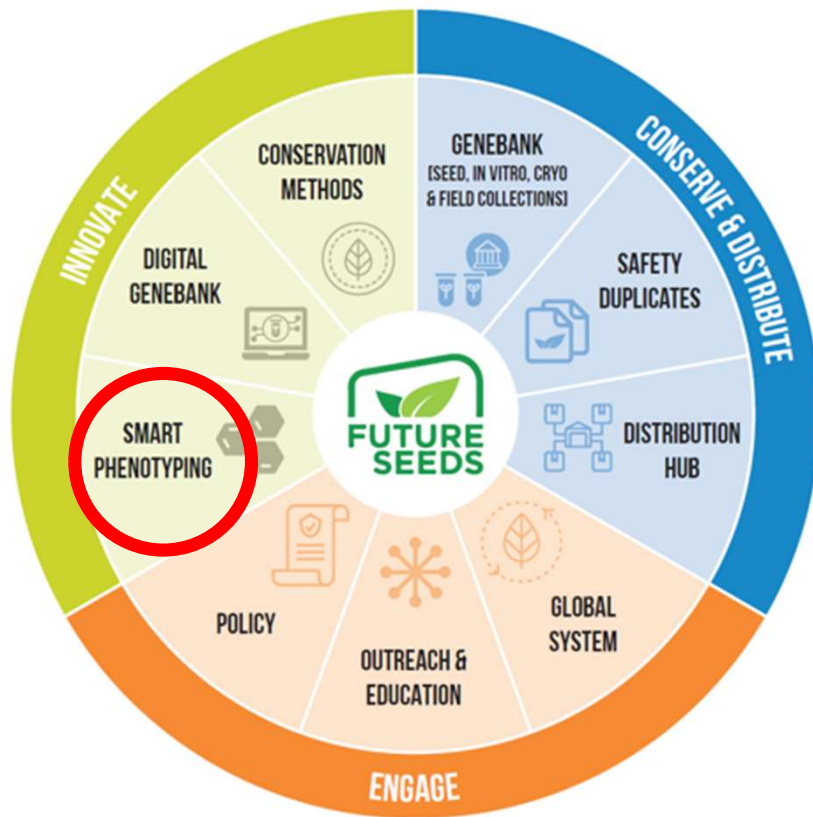
# Banco Digital – Accediendo a la diversidad por medio de información genómica

Colecta de material vegetal & Base de datos

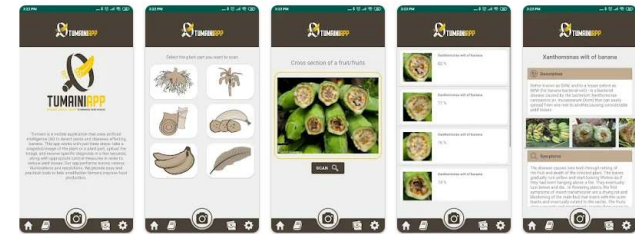
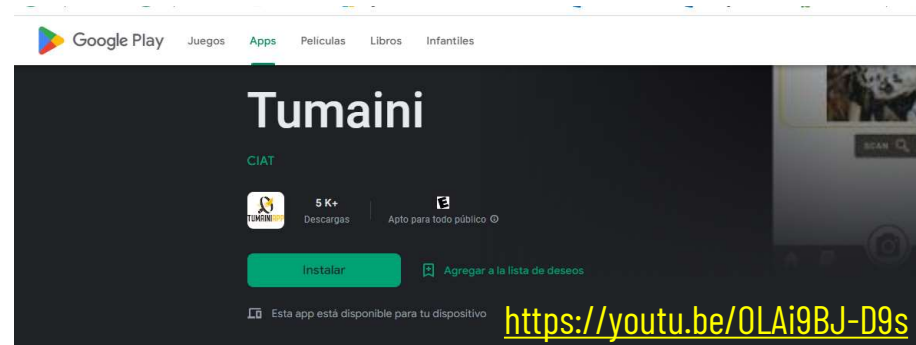


Fuente: Carvajal, M. Alianza Bioersity Int. y CIAT-PRG, 2022

# Phenomics Platform



Fuente: Michael Selvaraj, 2022. Phenomics Platform



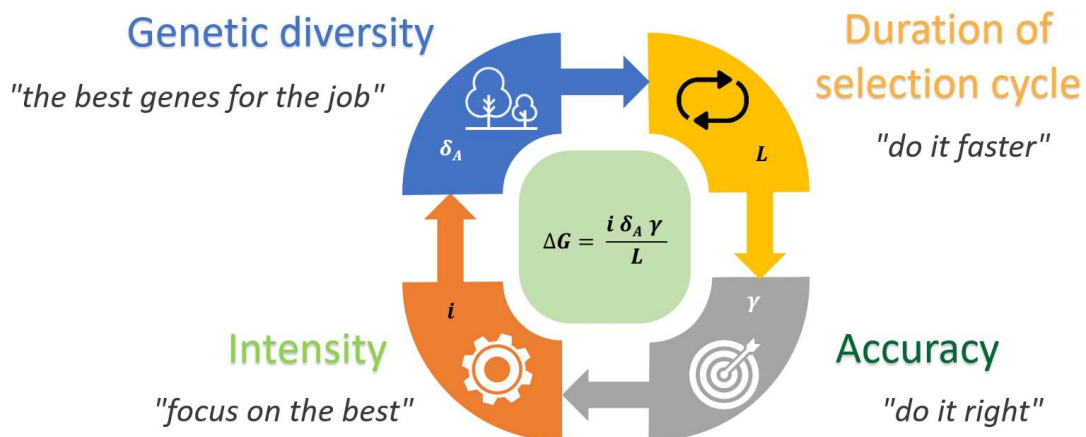
Acerca de esta app →

Tumaini es una solución basada en inteligencia artificial que permite a los productores de banana identificar y tratar enfermedades y plagas de plantas. Esta aplicación funciona con solo tres pasos: tome una instantánea / imagen de la planta o una parte de la planta, cargue la imagen y reciba un diagnóstico específico en unos segundos, junto con las medidas de control adecuadas para reducir las pérdidas de rendimiento. Nuestra aplicación funciona a través de varias iluminaciones y resoluciones. *Próximamente herramientas*



Dr. Michael Gomez Selvaraj, Ph.D.  
Senior Scientist (Digital Agriculture)  
Leader Phenomics Platform  
<https://phenomics.ciat.cgiar.org/>  
[m.selvaraj@cgiar.org](mailto:m.selvaraj@cgiar.org)

# Innovation Hub: Cutting Edge phenomics



- Collaboration with Mineral X-Google: 2 robots for screening part for the bean collection
- NSF – BMGF grant: Ground Penetrating Radar for cassava
- In discussion: setting with a private company a pilot project for the use of ground penetrating radar system to measure soils carbon accumulation

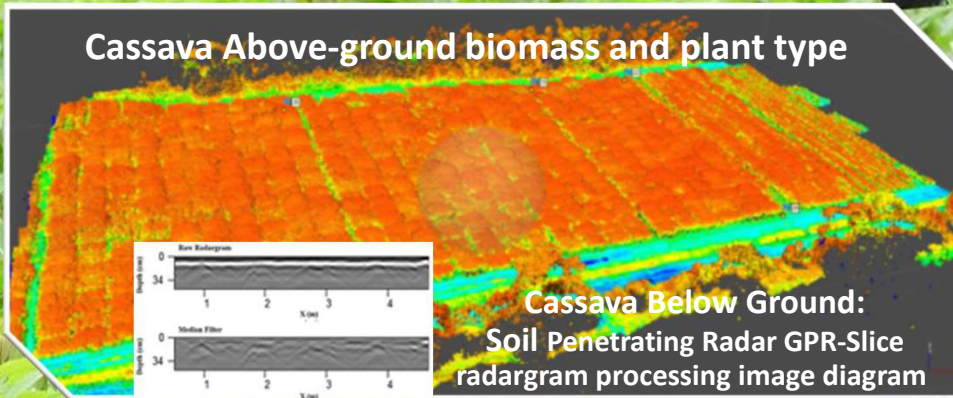


Fuente: Michael Selvaraj, 2022. Phenomics Platform

# Future Seeds: Innovation hub to accelerate phenotyping and breeding integration



Cassava Above-ground biomass and plant type



Cassava Below Ground:  
Soil Penetrating Radar GPR-Slice  
radargram processing image diagram



Alphabet

Fuente: Michael Selvaraj, 2022. Phenomics Platform.

Physiological mechanisms of heat tolerance: beans



# Rice Phenomics Field Facilities



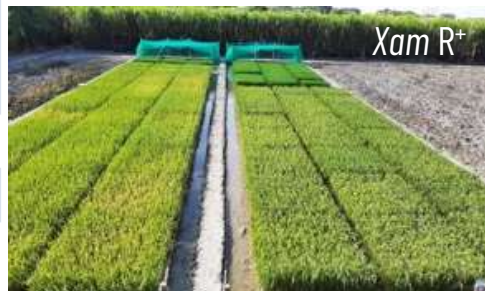
Fuente: Michael Selvaraj, 2022. Phenomics Platform.

# Edición genética en el CIAT para una agricultura más sostenible



Arroz

Pruebas de campo 2020 y 2021



**Rasgos**

**Genes**

Macho femenino  
Esterilidad

TDF, EA

Virus RHB R<sup>+</sup>

AG04, STV11

Almidón Waxy

GBSS

Cadmio bajo Y  
Arsénico consumo

OsNRAMP5, OsPT8,  
LS1,LS2

Xam R<sup>+</sup>  
(desregulado)

SWEET11, 13 Y 14

Número de grano  
(prueba de campo)

Gm1a

Xam R<sup>+</sup>

Gm1a

P. Chavarriaga & S. Valdez, CIAT 2021



Yuca

**Rasgos**

**Genes**

Almidón ceroso  
(campo probado)

GBSS1

Herbicida R<sup>+</sup>

Als

Haploide inductores  
(campo probado)

NLD / PLA1 / MTL

Xpm R<sup>+</sup>

SWEET10a y 10b

Pruebas de campo 2020 y 2021



GBSS1

NLD / PLA1 / MTL



Frijoles

**Rasgo**

**Genes**

Reducir  
anti-nutritivo  
azúcares

Estaquiosa y  
Rafinosa  
Sintasas



Cacao

**Rasgo**

**Gen**

Cadmio bajo  
consumo

TcNRAMP5

# Validación de genes por CRISPR/Cas9



PLATAFORMA DE MEJORAMIENTO AVANZADO



Paul Chavarriaga

Sandra Valdez



Information for Authors | Editorial Board | Submit a Manuscript

*G3* (Bethesda). 2014 Jan; 4(1): 133–142.

Published online 2013 Nov 15. doi: [10.1534/g3.113.009373](https://doi.org/10.1534/g3.113.009373)

PMCID: PMC3887529

PMID: [24240781](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24240781/)

## Major QTLs Control Resistance to Rice Hoja Blanca Virus and Its Vector *Tagosodes orizicolus*

Luz E. Romero,<sup>\*1</sup> Ivan Lozano,<sup>†1</sup> Andrea Garavito,<sup>\*†</sup> Silvio J. Carabali,<sup>‡</sup> Monica Triana,<sup>†</sup> Natalia Villareal,<sup>†</sup> Luis Reyes,<sup>‡</sup> Myriam C. Duque,<sup>‡</sup> César P. Martínez,<sup>‡</sup> Lee Calvert,<sup>††</sup> and Mathias Lorieux,<sup>\*§2</sup>

► Author information ► Article notes ► Copyright and License information [Disclaimer](#)

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

Fuente: Sandra Valdez, 2022. Gene Editing Platform.



Identificación del Locus

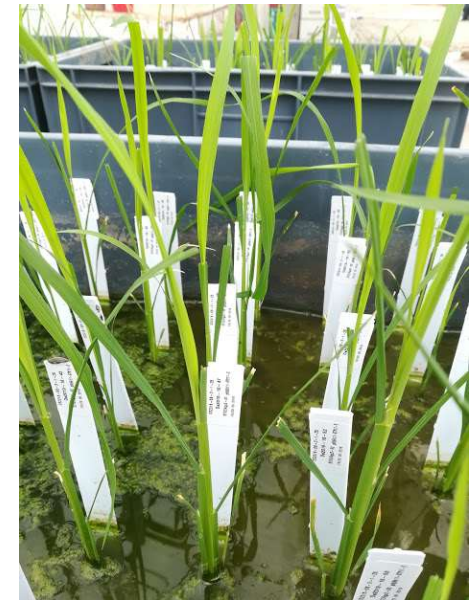
## Validación de genes *AGO4* y *STV11* asociados a resistencia a VHB



Selección de callos en medios de cultivo con higromicina



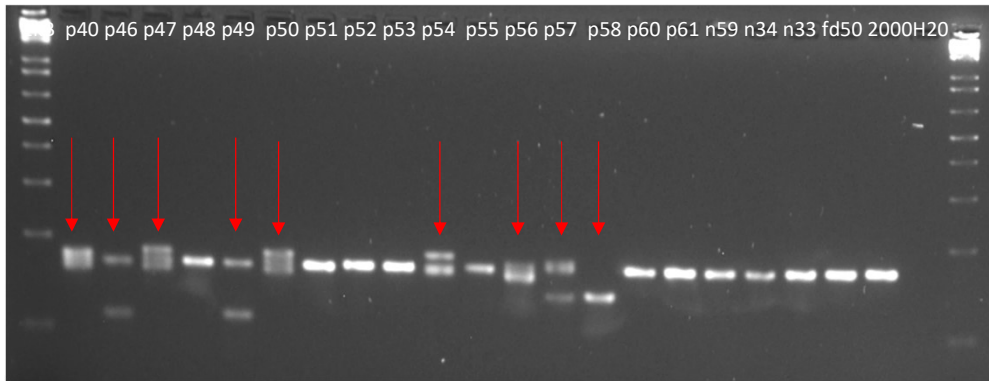
Plantas regeneradas



Plantas en invernadero

Fuente: Maria Fernanda Alvarez, 2022. Programa Mejoramiento de Arroz y Plataforma Edición de Genomas.

# AGO4 (Regulador de expresión génica)



```

AGO2      gtcggacgcgctcgtccagccaaggaggtcatacgtctgtcggaaagtgtaccggtgcctga 123
CONTROL   GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGGAGGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 180
3         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 135
4         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 118
5         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 113
6         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 115
7         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 119
8         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 126
9         GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 123
12        GTCGGACGCGTCGTCAGCCA--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 113
15        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 124
17        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 109
19        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 110
20        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 113
21        GTCGGACGCGTCGTCAGCCAAGG--GGTCATACGTCTGTTCGGAAGTGTACCGGTGCCTGA 118
*****
  
```

Fedearroz 2000 lines	Plantas enfermas(%)
Os-2016-62-1-1	68.0
Os-2016-68-11-1	55.0
Os 2016-33-13-1	67.0
Fedearroz 2000 Control	3.0

Fuente: Sandra Valdez, 2022. Gene Editing Platform.



# Programa de Biofortificados

**BIOFORTIFICADO**  
NATURALMENTE MÁS NUTRITIVO



¿Qué nutrientes aumentamos y en qué cultivos?

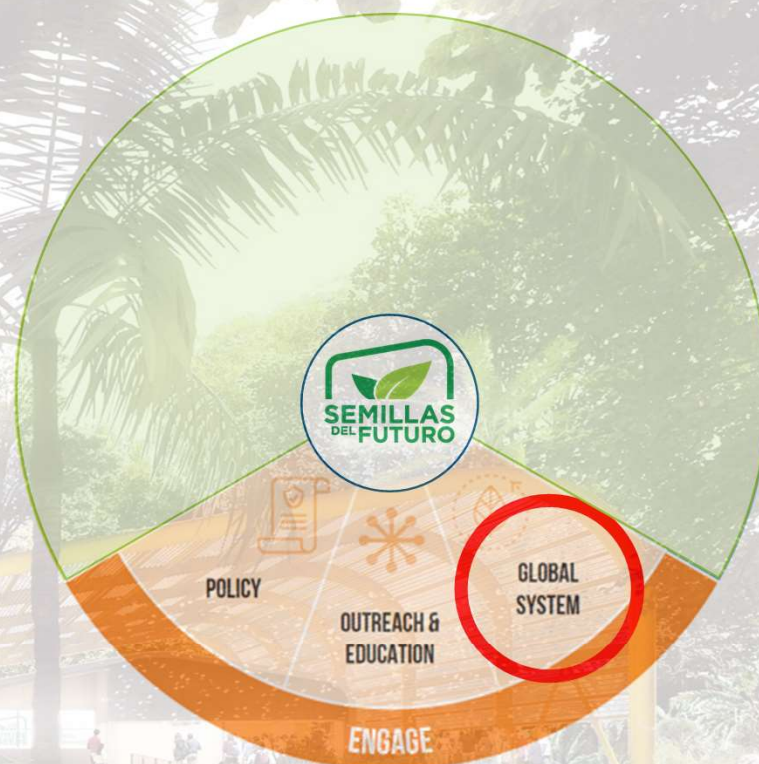


- La biofortificación apunta a la crisis de deficiencia de micronutrientes o "Hambre oculta".
- Cultivos biofortificados son variedades más nutritivas y climáticamente más avanzadas.
- Contribuyen con el mejoramiento de las prácticas agrícolas sostenibles.
- Nuestros cultivos biofortificados son producidos a partir de semillas mejoradas de forma natural por nuestros investigadores gracias a los materiales disponibles en nuestros bancos de semillas.

<https://biofortificados.com/>

## Centro de Innovación de Semillas del Futuro: papel en el sistema mundial

- Instalaciones que permiten tener **duplicados de seguridad** de otras partes.
- **Innovación** en la conservación y el valor añadido de los recursos fitogenéticos.
- Contribuir a las iniciativas para mejorar el acceso de los agricultores a la diversidad de cultivos y variedades.
- **Agilidad** en la distribución de materiales.
- Estrecha colaboración con los **bancos de germoplasma nacionales y las universidades**.
- Infraestructura y operaciones **sostenibles (LEED)**



# Expectativas para los próximos años



Posicionando a **Colombia-Semillas del Futuro** como **líder mundial en investigación** de recursos genéticos, conservación, manejo y uso de colecciones. Un enfoque en la divulgación, la educación y el fortalecimiento de las capacidades.



**integrando** todas **las herramientas biotecnológicas (genómica, edición de genes...), fenómica, robótica, e IA** para avanzar hacia una agricultura más sostenible



Se necesitan de **consorcios Integradores** para aprovechar los talentos colombianos en diferentes instituciones y maximizar el impacto.





**La Alianza  
salvaguarda  
más de 67.000  
distintos  
ejemplares  
vegetales,**  
incluidas las  
colecciones más  
grandes del mundo  
de frijol, yuca y  
forrajes tropicales.

Desde 2014, dichas  
colecciones han sido  
distribuidas a más de  
50 países de todo el  
mundo, con más de  
28.000 variedades de  
cultivos compartidas  
en los últimos 10 años.

<https://alliancebiodiversityciat.org/es/future-seeds>





# GRACIAS

Programa Recursos Genéticos  
Plataforma Fenómica

Plataforma Edición de genomas

Joe Tohme – Cultivos para la nutrición y la salud



Marcela Santaella, Ph.D., Gerente Operaciones y Calidad - Banco de Germoplasma

**Alianza**  
Biodiversity & CIAT

