



Semillas del Futuro

Plataforma para conservar y
caracterizar la diversidad de cultivos

Marcela Santaella, Ph.D.

Gerente Operaciones - Programa Recursos Genéticos

5 de noviembre de 2025

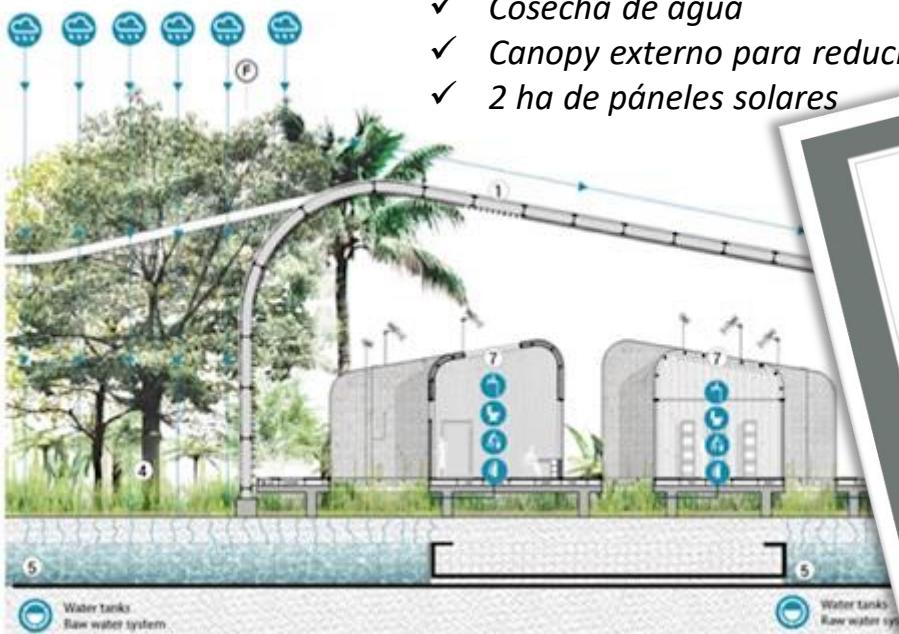
Conmemoración 20 años ACOFIA



Semillas del Futuro: protegiendo el alimento del mundo



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



Objetivos estratégicos de la Alianza



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.



CGIAR

...1967



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

Semillas del Futuro como Centro de Innovación



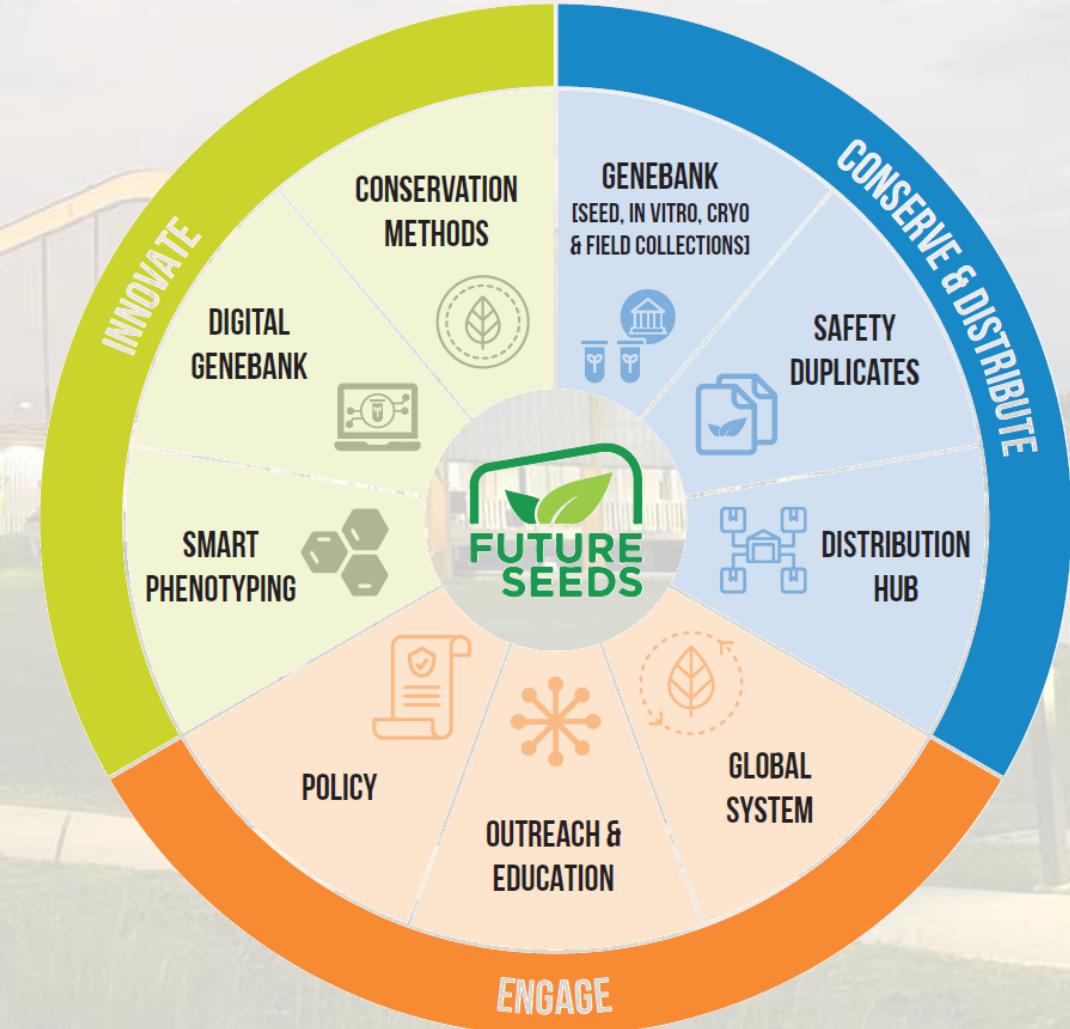
Conservar y distribuir los recursos genéticos de un conjunto diverso de cultivos de forma eficiente y eficaz, siguiendo los más altos estándares internacionales de calidad



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 y sus múltiples **beneficios**



Colecciones mundiales de cultivos y parientes



Germoplasma conservado en fideicomiso en nombre de los países

Colección *in vitro* de yuca (*Manihot esculenta* Cranz)



Colección bonsai de yuca (*Manihot esculenta* Cranz)



Colecciones de semillas: frijol y forrajes tropicales



Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

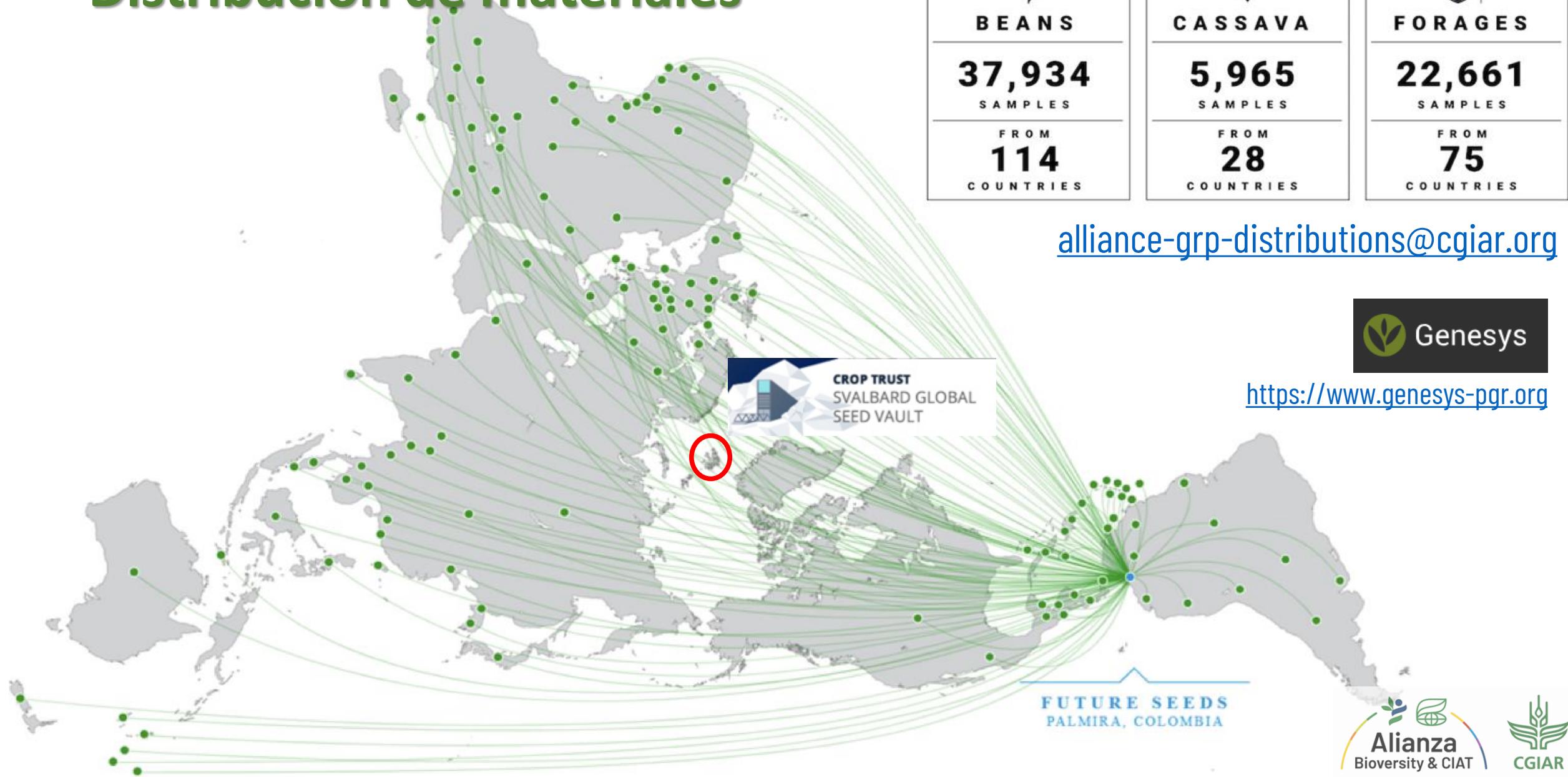
TIRFAA



Undécima Reunión del Órgano Rector, Lima, Perú, 24-29 de noviembre 2025

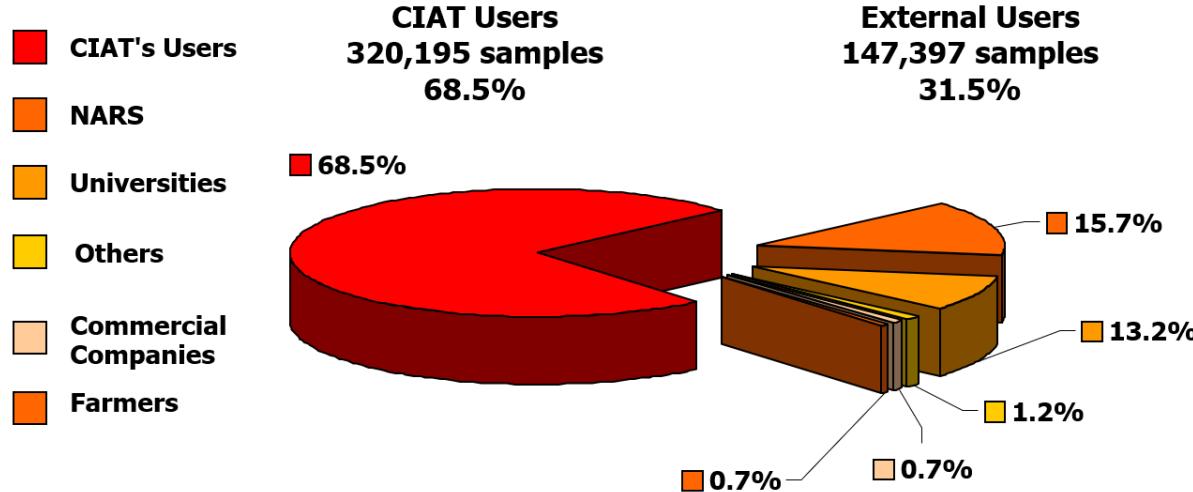
Acuerdos con el Organo Rector del TIRFAA, Artículo 15

Distribución de materiales



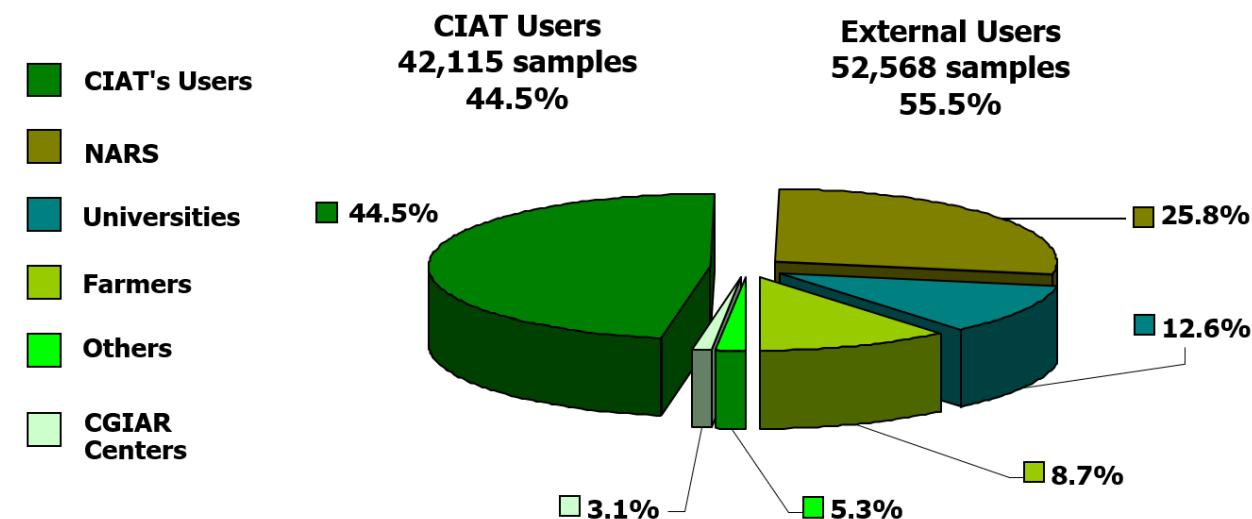
Distribución en las últimas 5 décadas (1973 - 2023)

Frijol



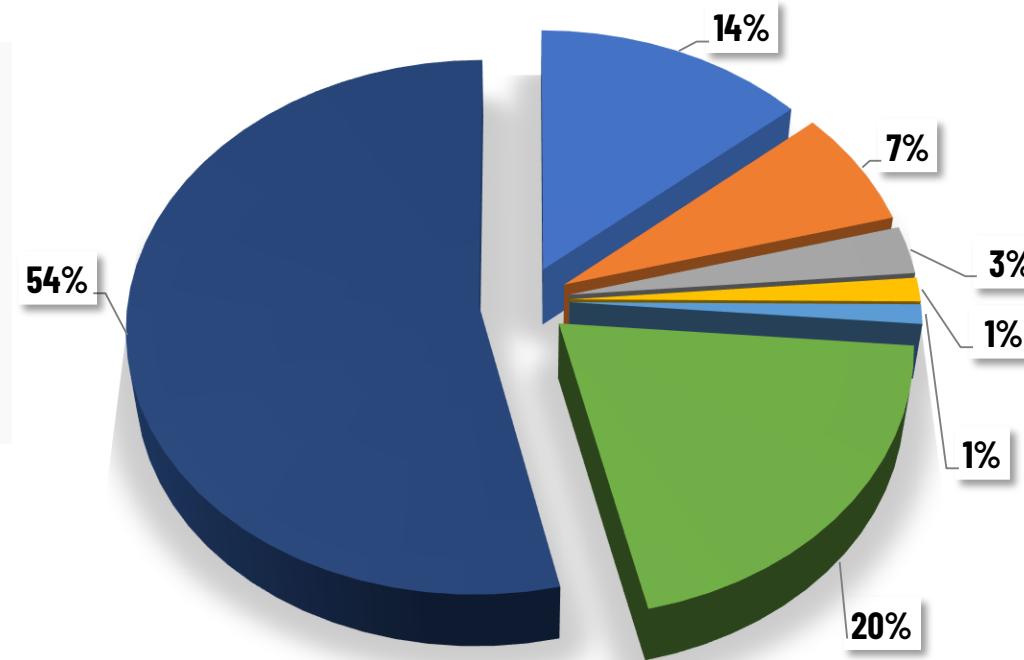
**467,592 samples (37,847 accessions)
107 countries**

Forrajes tropicales



**94,683 samples (15,040 accessions)
111 countries**

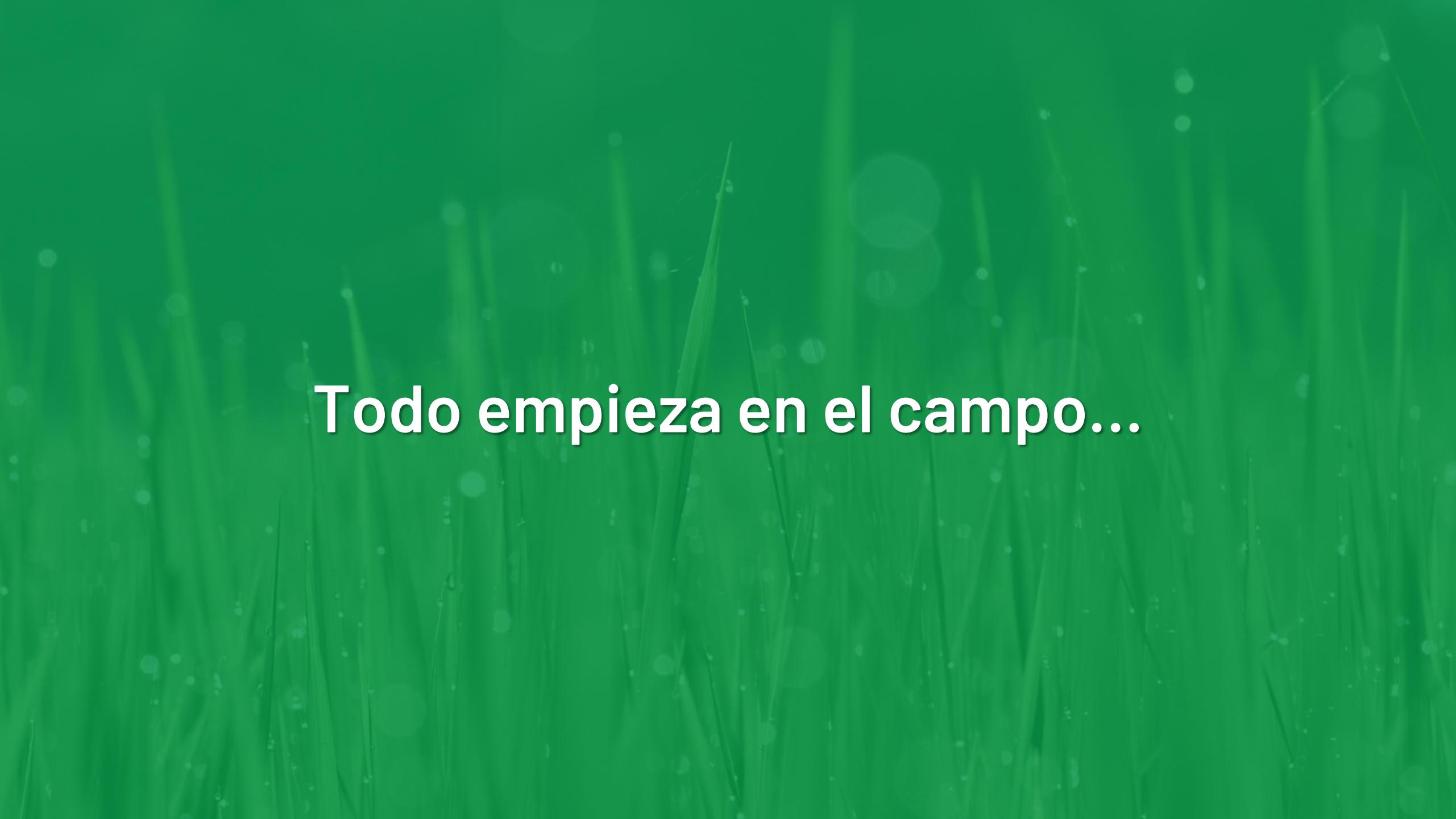
Distribución yuca (1979 – 2024)



- >56.800 muestras distribuidas
- >80 países
- Aprox. 80% colección

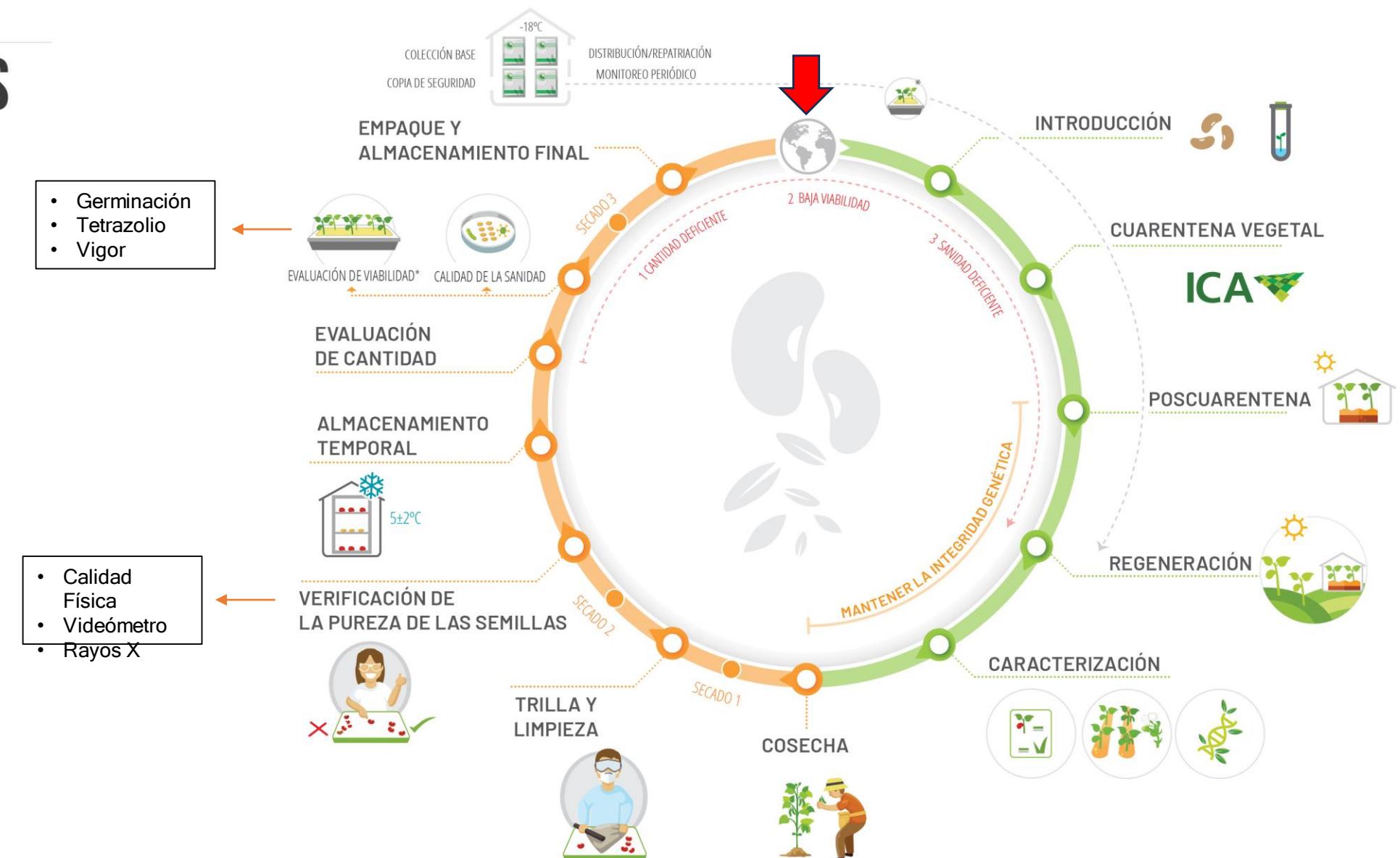
Fuente: Mónica L. Vélez y equipo *In vitro*

> 500.000 muestras con destino a >140 países



Todo empieza en el campo...

OPERACIONES PARA FRÍJOL Y FORRAJES TROPICALES





Regeneración y multiplicación de semilla en campo

- ✓ Buenas Prácticas Agrícolas – certificación por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA
- ✓ Ambiente y condiciones adecuadas
- ✓ Tratamiento preventivos/nutritivos
- ✓ Tratamiento correctivos ante plagas/enfermedad
- ✓ Mantener diversidad genética original

Estaciones de producción



Foto: Steffanía Latorre



Foto: Juan José González

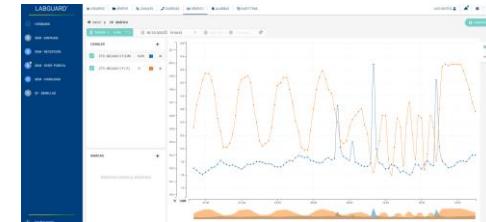
- Palmira 950 msnm
- St. Quilichao 1100 msnm
- 1500 msnm
- Mosquera 2.500 msnm



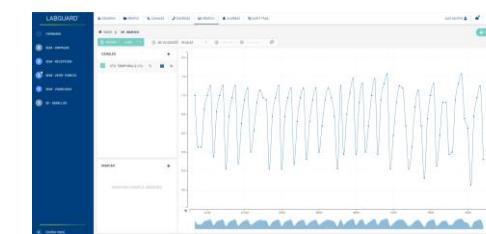
Post-cosecha: Recepción y Conteo de semillas



Sistema de Monitoreo de Temperatura y humedad relativa



Cuarto de Secado



Cuarto de Almacenamiento Temporal

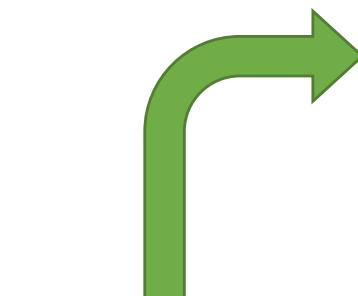
Calidad Física: Verificación de la Pureza de Semillas



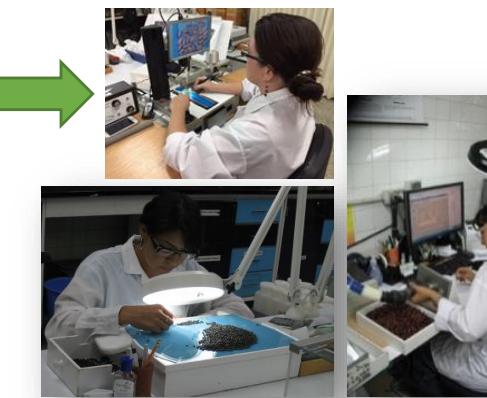
Entrega y verificación de la entrega



Secado (20°C y 10% HR) y prueba de humedad



Cumple
Cantidad de
semilla



Selección de las mejores semillas y
preparación de muestras para laboratorios e
ingreso de datos a la BD

Laboratorio de
Sanidad de
Germoplasma

Laboratorio de
Viabilidad



Verificación de Imagen y revisión
en la BD, para sacar muestras
representativas o unificar



Poca semilla



Selección no tan rigurosa de las mejores
semillas e ingreso de los datos a la BD

Área de Empaque y
Conservación de Semillas



Conservación temporal
($5 \pm 2^{\circ}\text{C}$)

Sanidad de Germoplasma



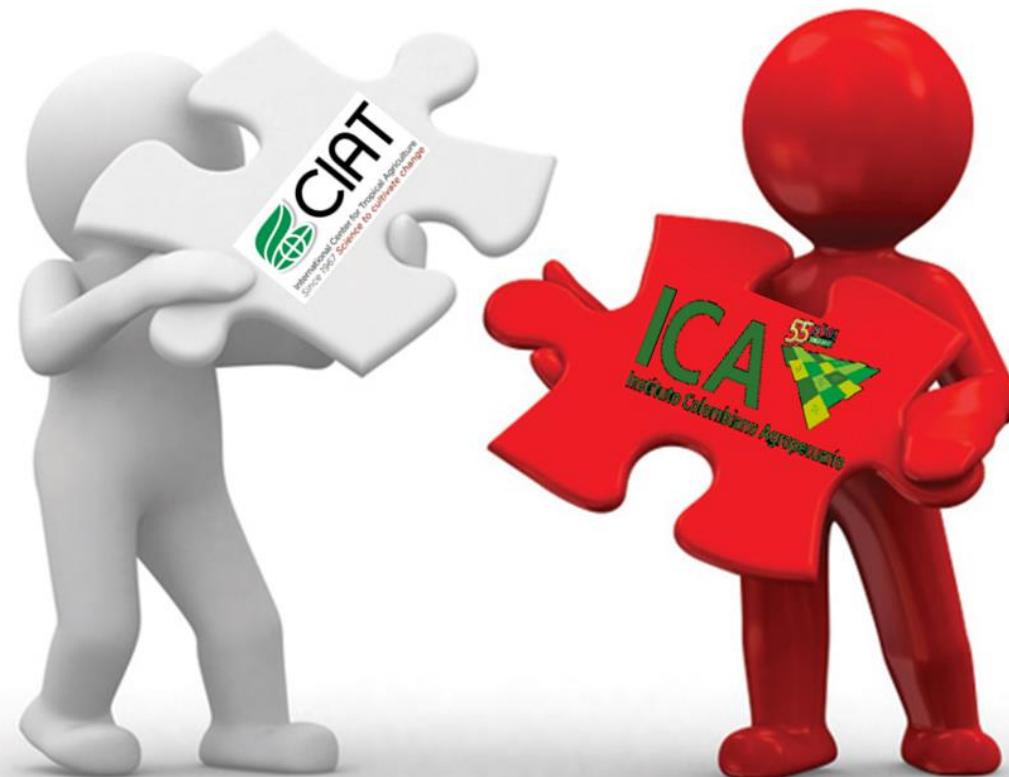
Responsabilidad de verificar el estado fitosanitario del germoplasma distribuido por el Programa de Recursos Genéticos y otros programas del CIAT a nivel nacional e internacional.

Períódicamente 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 Lab. Sanidad de Germoplasma-CIAT cuenta con un
Sistema de Gestión de Calidad basado en ISO/IEC 17025

Calidad Fisiológica: Pruebas de Viabilidad



PRUEBA DE GERMINACIÓN: Determinar el potencial de germinación de un lote de semillas, que a su vez puede utilizarse para comparar la calidad de los diferentes lotes y también estimar el valor de plantación de campo.



PRUEBA TOPOGRÁFICA DE TETRAZOLIO: Se usa para determinar rápidamente la viabilidad de las semillas que se encuentran latentes.



Semillas grandes de Fabaceae: Frijol y algunas leguminosas de forrajes.



Semillas pequeñas de Fabaceae: Leguminosas de forrajes y algunos frijoles.



Semillas de Poaceae: Gramíneas de forrajes

Secado de Semillas:

Las semillas están envejeciendo tan pronto como se equilibran con el ambiente (= Perdiendo viabilidad y vigor).



Es MUY IMPORTANTE reducir la tasa de envejecimiento tanto y tan pronto como sea posible.



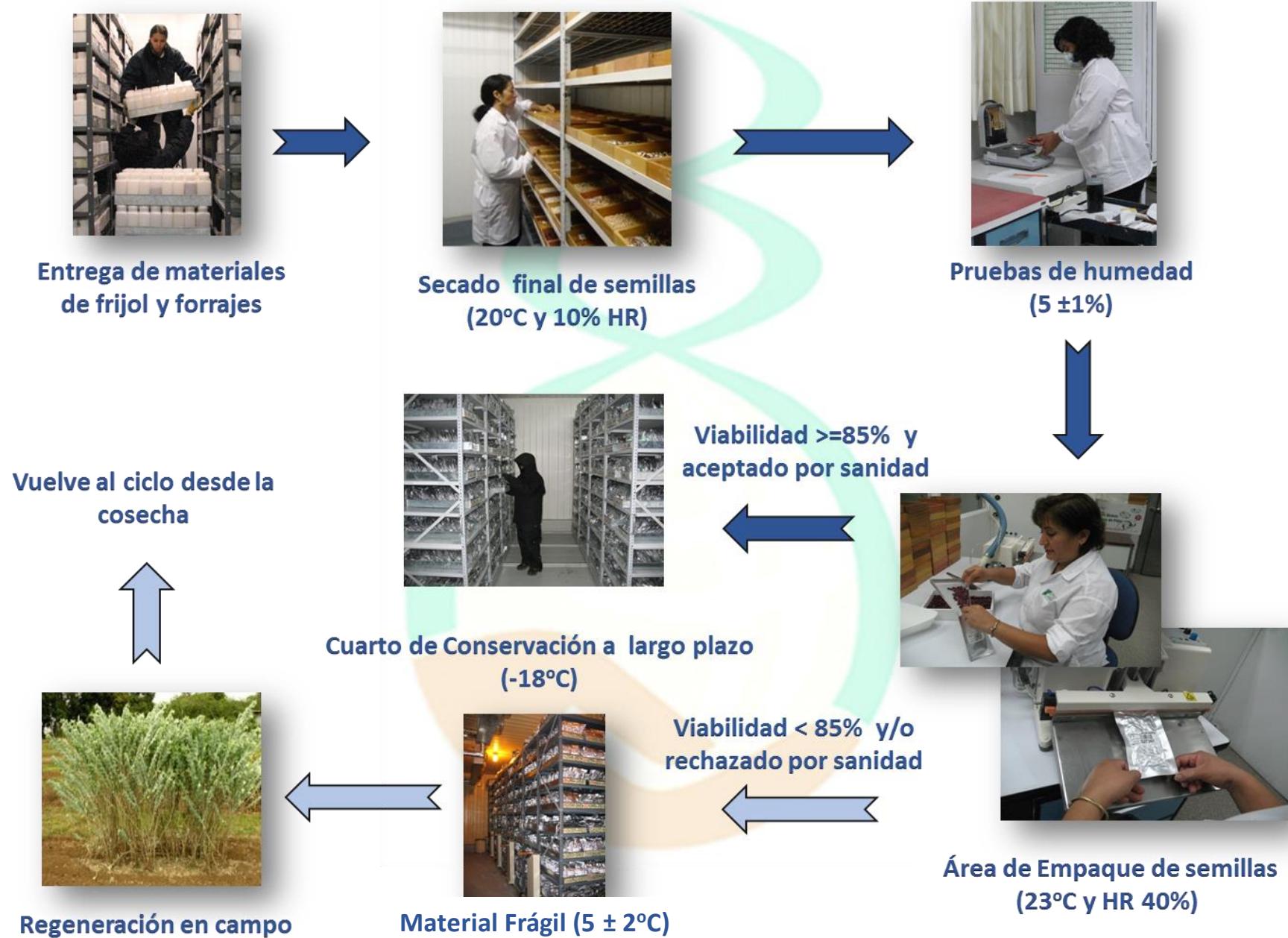
Reducir contenido de humedad es vital (secado de semillas).

Estándar 4.2.1 de Bancos de germoplasma: Todas las muestras de semillas se deben secar hasta equilibrar con condiciones ambientales controladas de 5–20° C y 10-25% de humedad relativa (HR).

- Secar en capas.
- Voltar regularmente (mas fácil si las semillas están en bolsas de malla).
- Transferir las semillas equilibradas a un apropiado almacenamiento rápido.

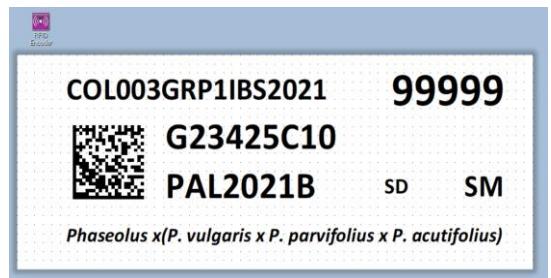


Empaque y conservación de semillas



Identificación por radiofrecuencia

- Ágil lectura masiva de inventarios
- Lectura a distancia
- Automatización de lecturas



Fuente: Juan Carlos Guerrero y Alejandro Borrero
Alianza Bioversity y CIAT - PRG, 2024





Por qué importa la diversidad de cultivos

Descubrir

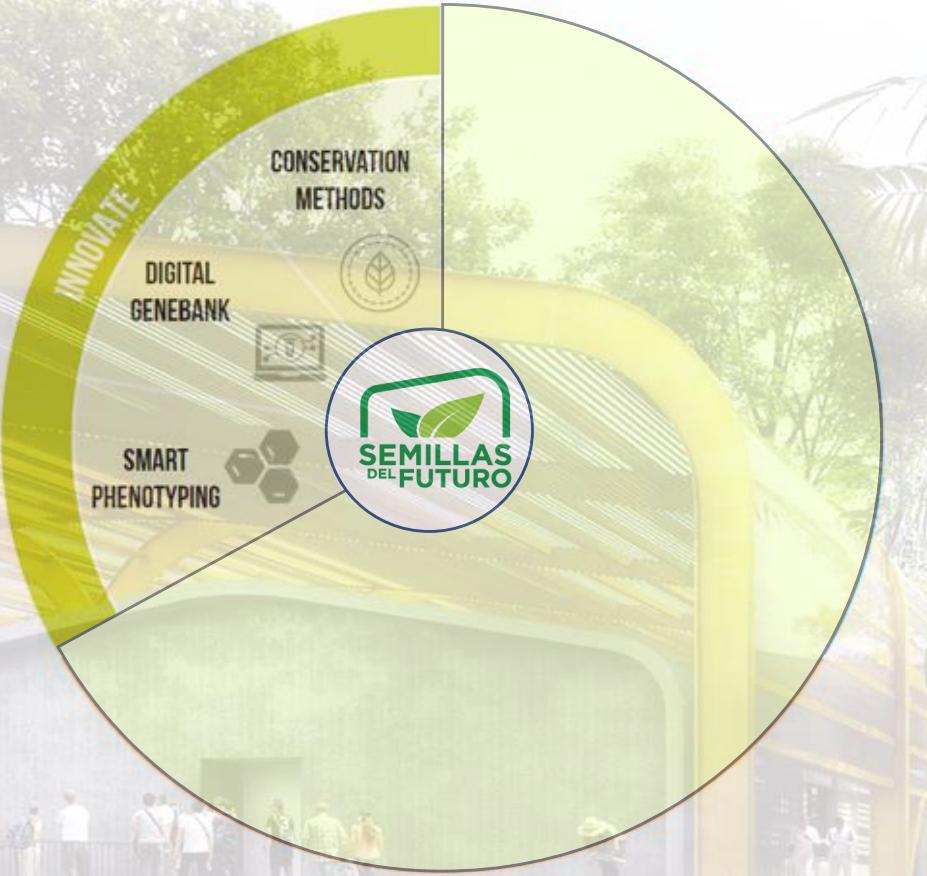
Las especies silvestres parientes de cultivos agrícolas cruciales pueden contener genes que les ayuden a soportar la sequía, enfermedades y eventos ambientales extremos. Semillas del Futuro ayuda a los científicos a descubrir y usar estos secretos.



y... ¿por qué?



Nuevas herramientas para fomentar el uso y conservación de la biodiversidad



Equipo Conservación de Semillas - Luis G. Santos

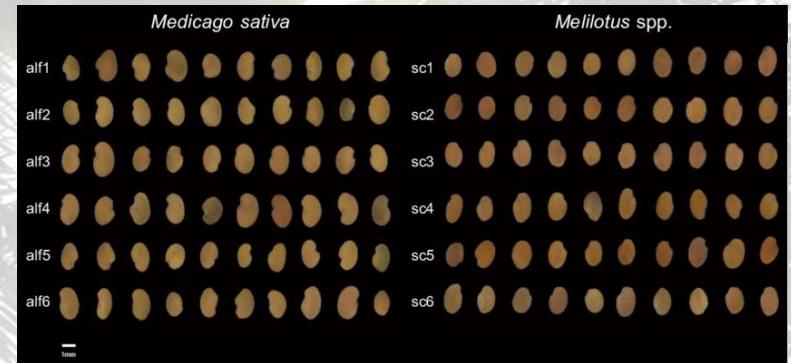
VideometerLab

Autofeeder

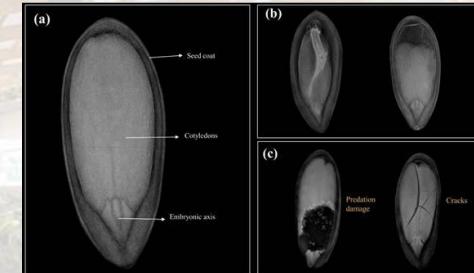
Refocusing



Caracterización automatizada de semillas



Rayos X para verificar estado y viabilidad de semillas



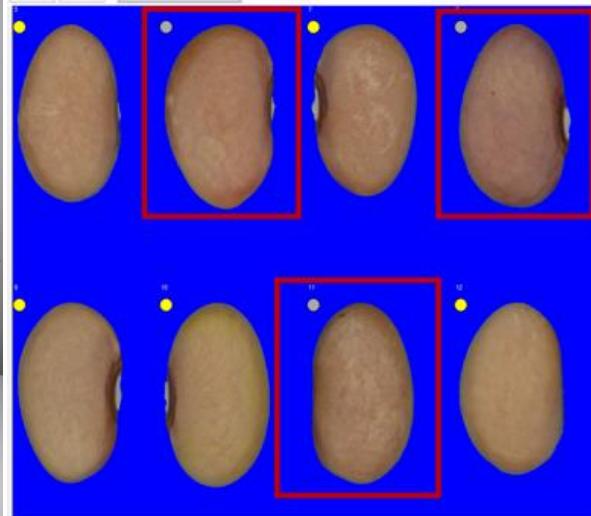
Caracterización nutricional de semillas mediante NIRS (FieldSpec 4)



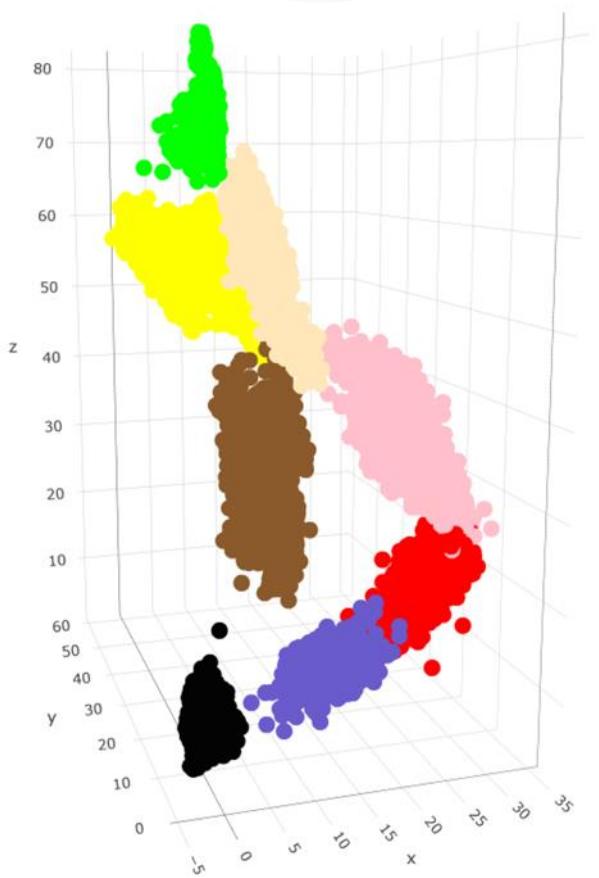
Fenotipado de semillas por imágenes

- CoP Calidad de Semillas con los bancos CGIAR
- Imágenes Multiespectrales para **automatizar la caracterización de semillas**: VideometerLab
 - Forma, largo, ancho, color y pubescencia de semillas
 - CIAT: énfasis en **color de semilla** (objetivo mejoramiento)

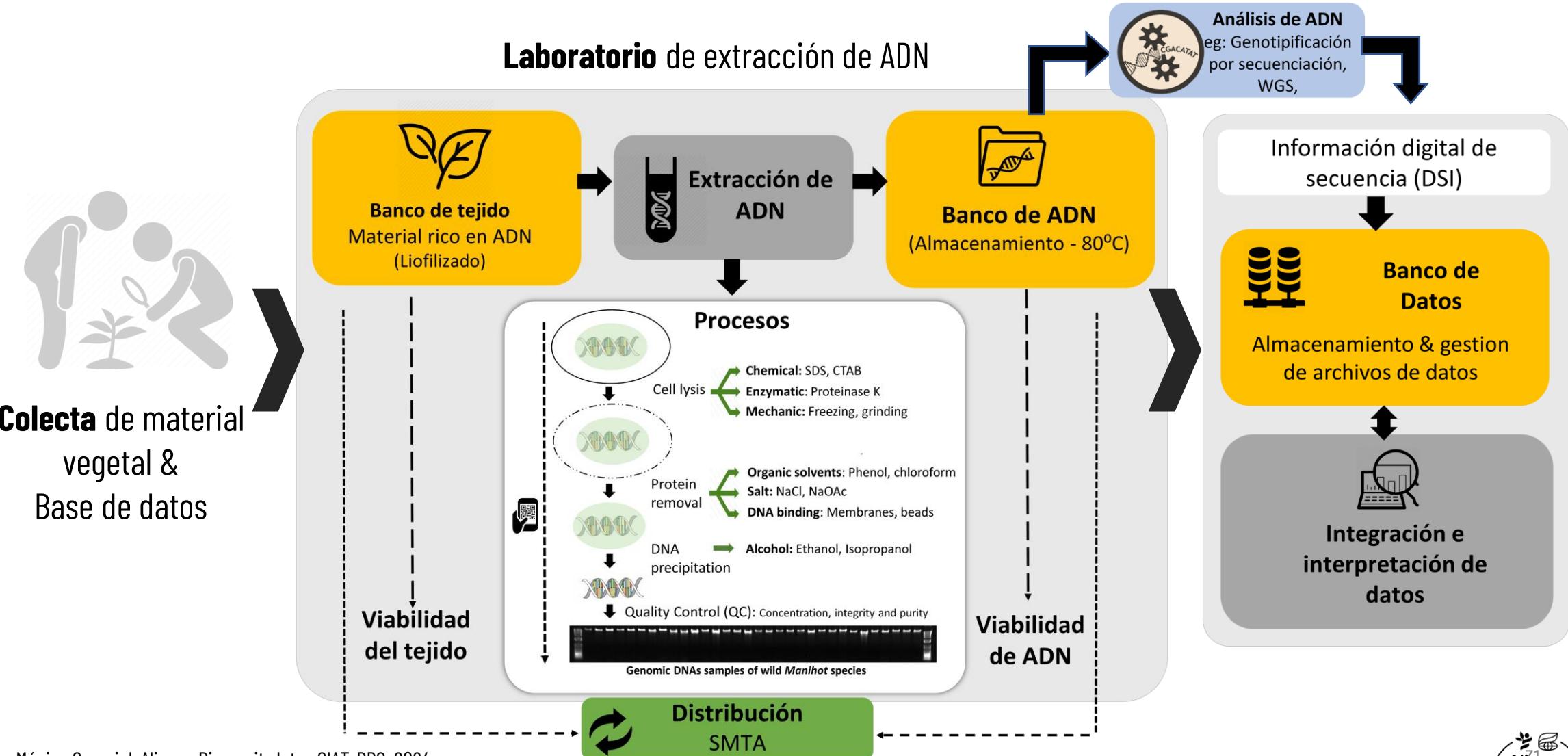
VideometerLab
Autofeeder
Refocusing



- Yellow
- White
- Brown
- Cream
- Purple
- Black
- Red
- Pink



Banco Digital – Acceder a la biodiversidad gracias a la información genómica





Identificación de variantes genéticas asociadas a resistencia potencial al rayado marrón de la yuca



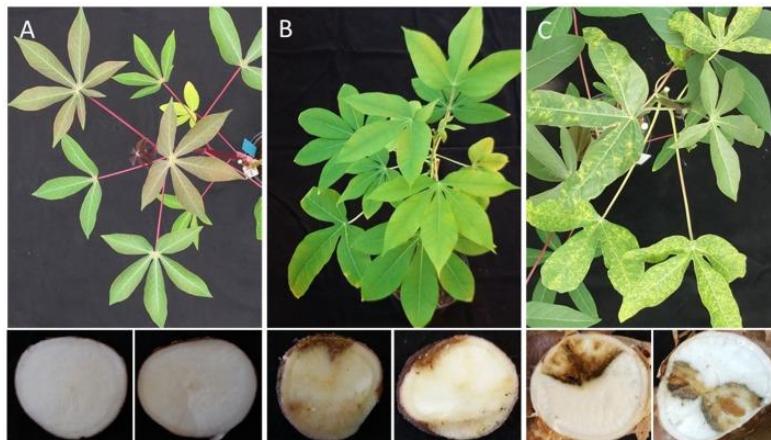
Jessica Ospina
MSc thesis

1. Revisión resultados previos



- **Genebank users** published (2019) the identification of resistance against CBSD in a panel of 235 accessions from the genebank (Sheat et. al. 2019).
- Assessed CBSD resistance through virus inoculation, evaluating:
 - Disease **symptoms severity** (on a scale of 1 to 5)
 - Recorded the **presence/absence of viral infections**
- Their results showed:
 - Eight accessions with no symptoms on leaves and stems
 - Seven accessions without virus infection (COL40)

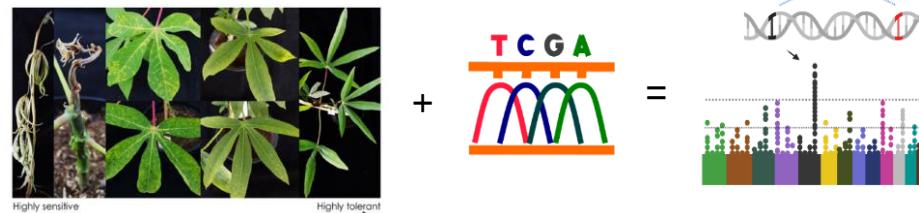
Severidad de síntomas de la enfermedad



2. Integración de información:

Reported **phenotypic** data from Sheat et al. 2019

and available **genotypic** data for the 234 accessions.



Genome-wide association analysis (GWAS)

3. Resultados:

- **28 marcadores moleculares nuevos**, uno reportado previamente (Kayondo et al. 2018).
- **Análisis de anotación functional** muestra ubicación de marcadores cerca o en genes con funciones de reconocimiento de patógenos y activación de respuesta inmune → 33% de la variación fenotípica

4. Predicción accesiones de interés:

Datos genotípicos para 5,302 accesiones de yuca cultivada
accesiones con alta frecuencia de marcadores identificados
= **29 accesiones con potencial resistencia a CBSD**

Diversidad genética en la colección de yuca

Mónica Carvajal, Jorge Franco, Rajneesh Paliwal

(A) Center

IITA_GRC
IITA_EA
CIAT

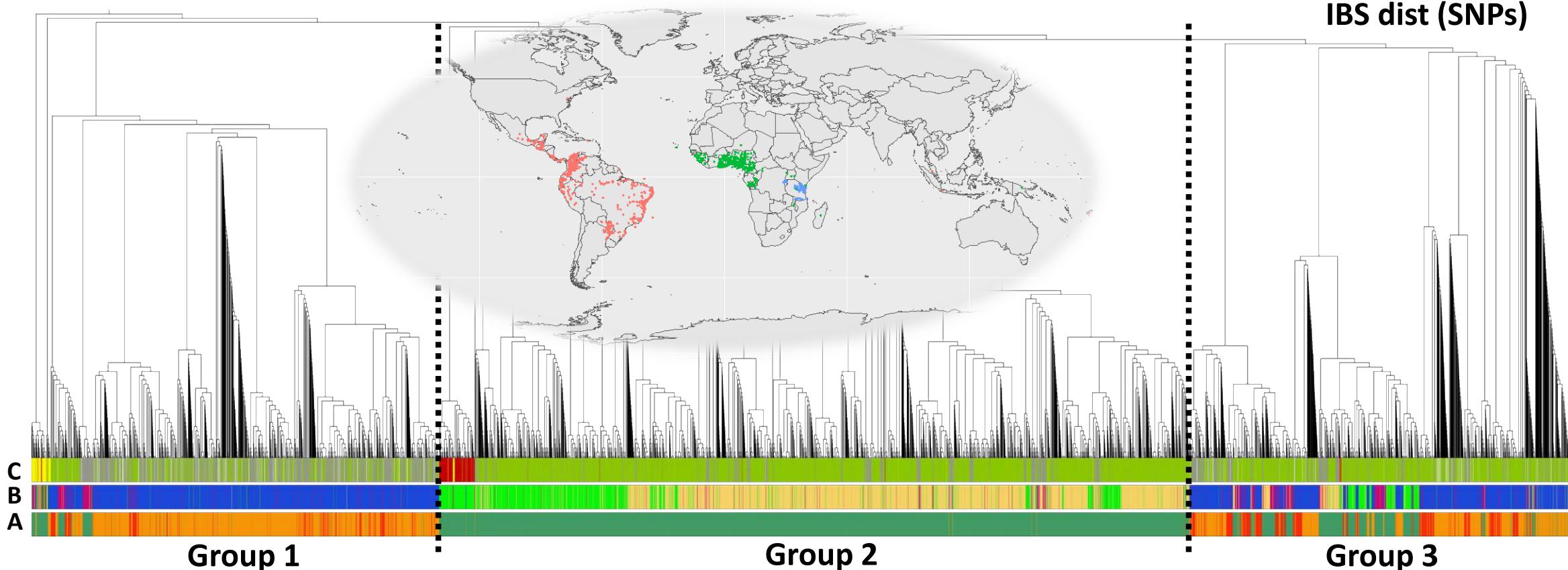
(B) Region

Africa
Eastern South America
West & Central, South America
Asia & Unknown

(C) Status

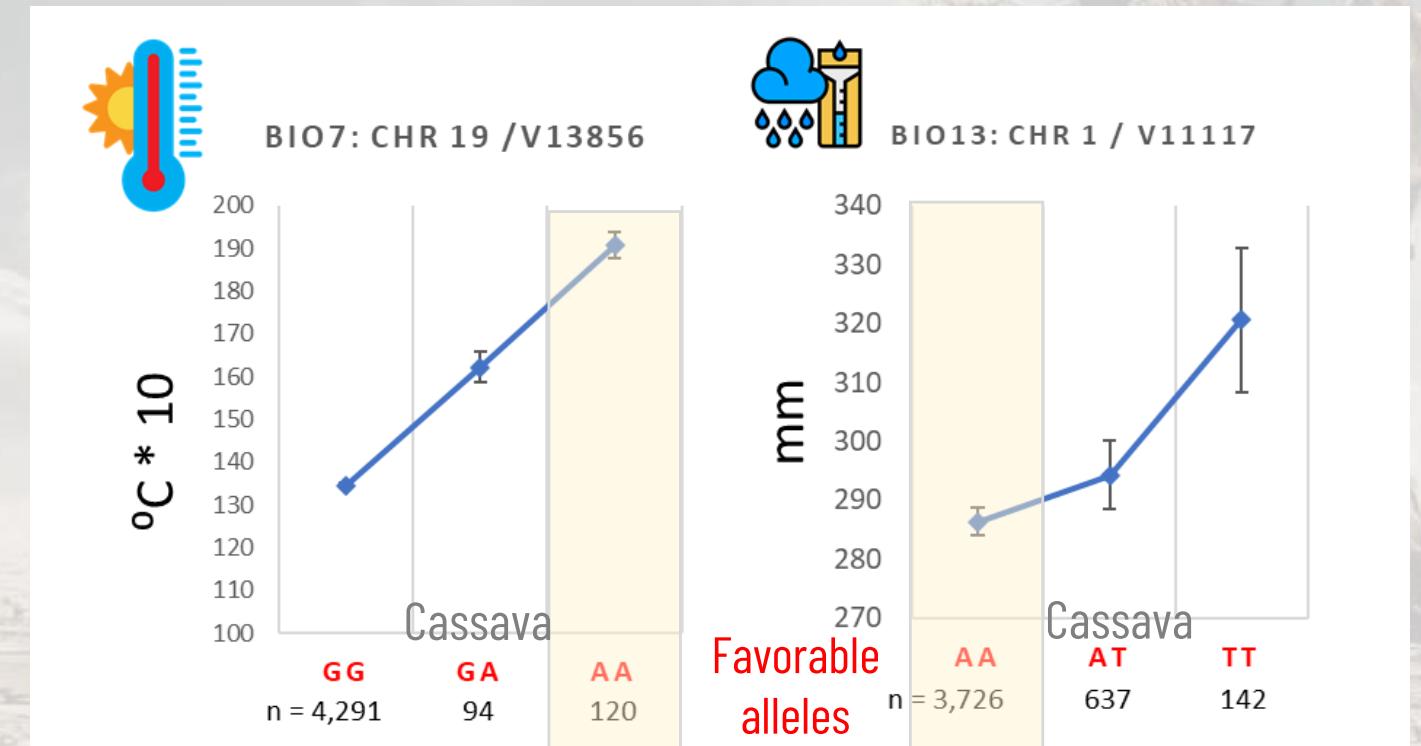
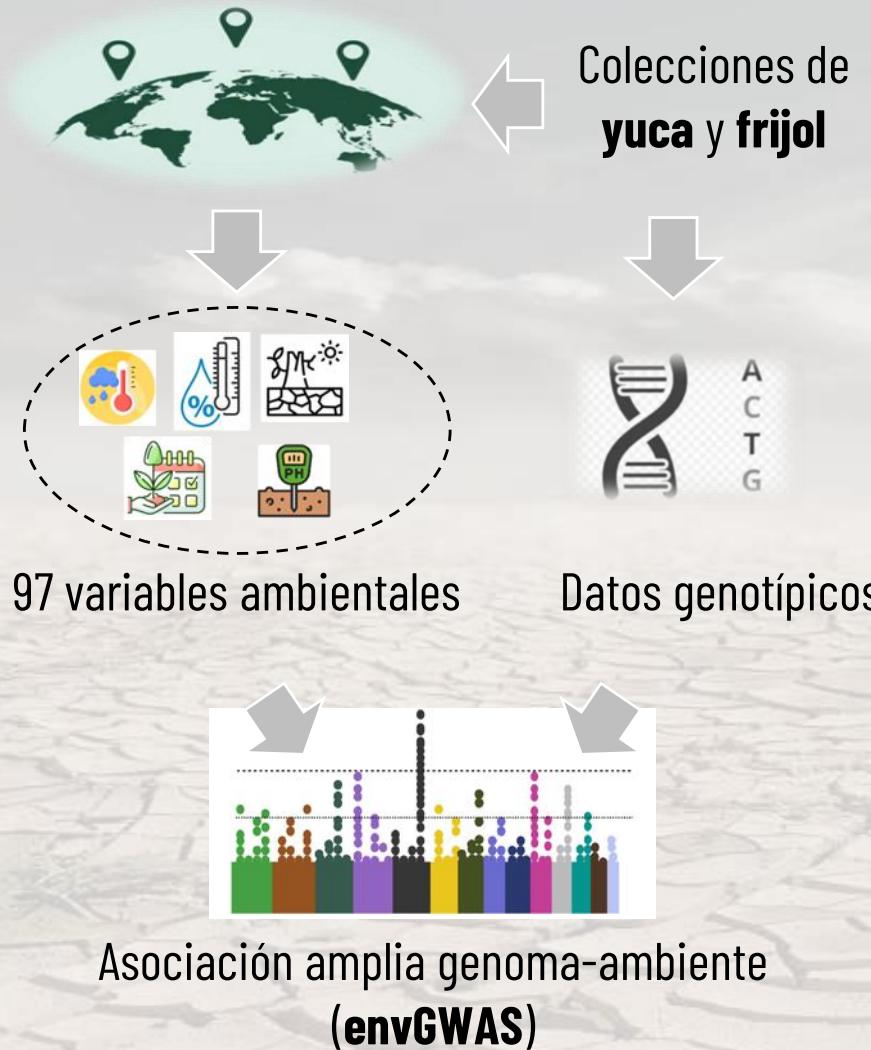
Improve/breeding lines
Landraces
Other wilds
Wilds FLA & PER

IBS dist (SNPs)



Fuente: Peter Wenzl, 2025

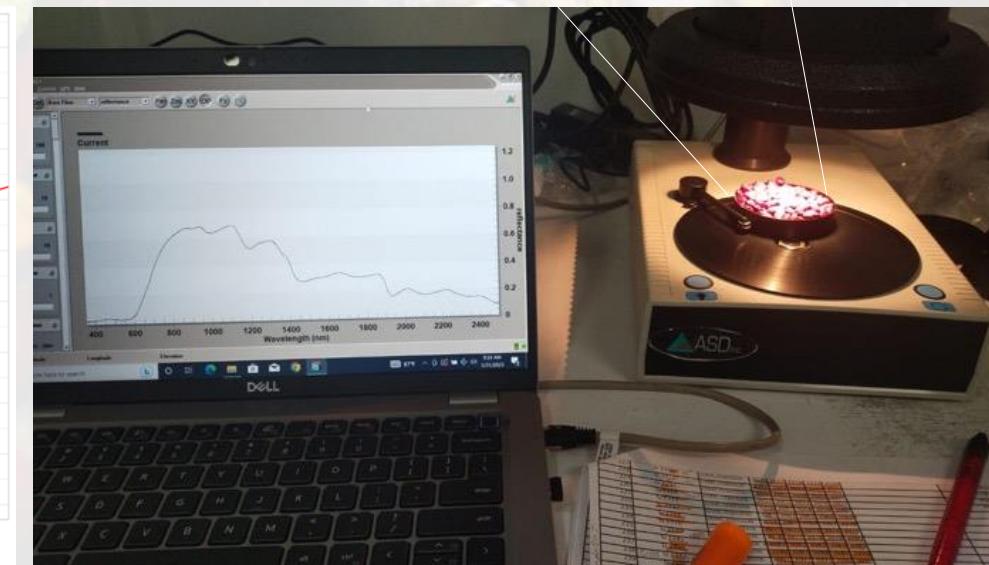
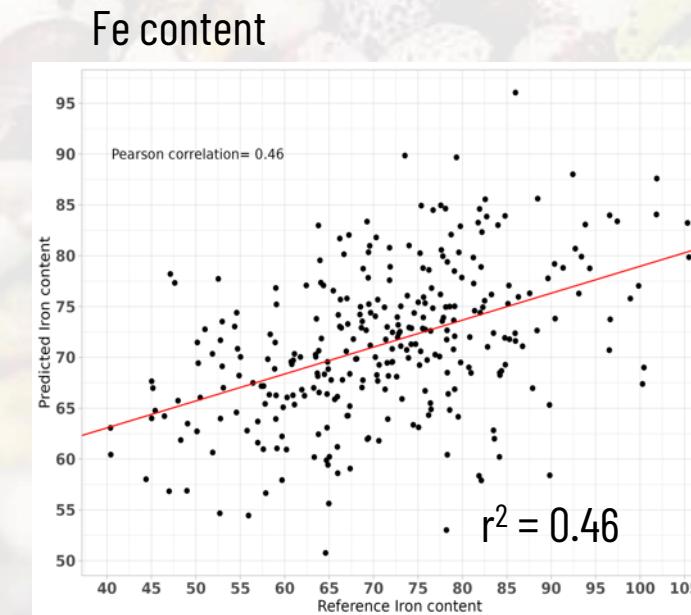
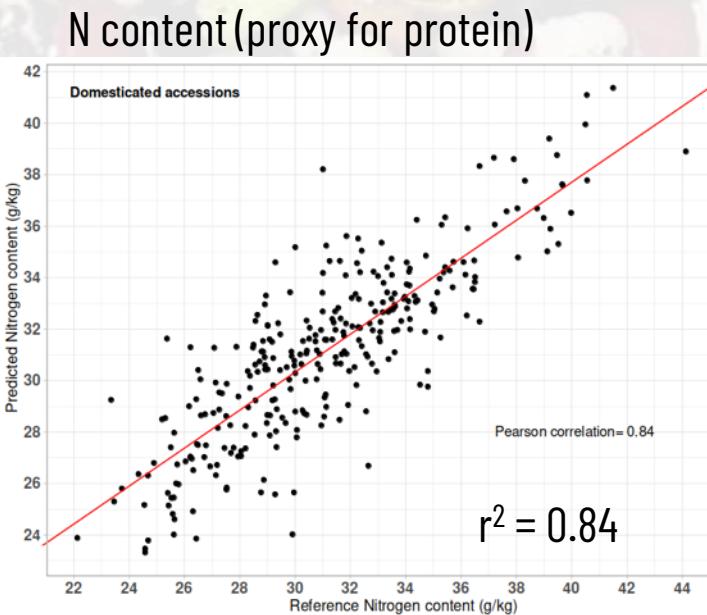
Datos ambientales: envGWAS para adaptación al clima



- Múltiples loci y alelos favorables asociados a **climas calientes/secos**
- Identificación accesiones contienen las mejores combinaciones de estos alelos → dirigidas para pre-mejoramiento

Frijol: reflectancia hiperespectral en Semillas → rasgos nutricionales

- Objetivo: **librería de espectros NIR reflectancia** 38,000 accesiones de frijol para inspeccionar aspectos nutricionales en la colección
- Actualmente calibrando el contenido de **proteína y minerales**; a futuro: fitatos, compuestos fenólicos, azúcares, digestibilidad de proteínas

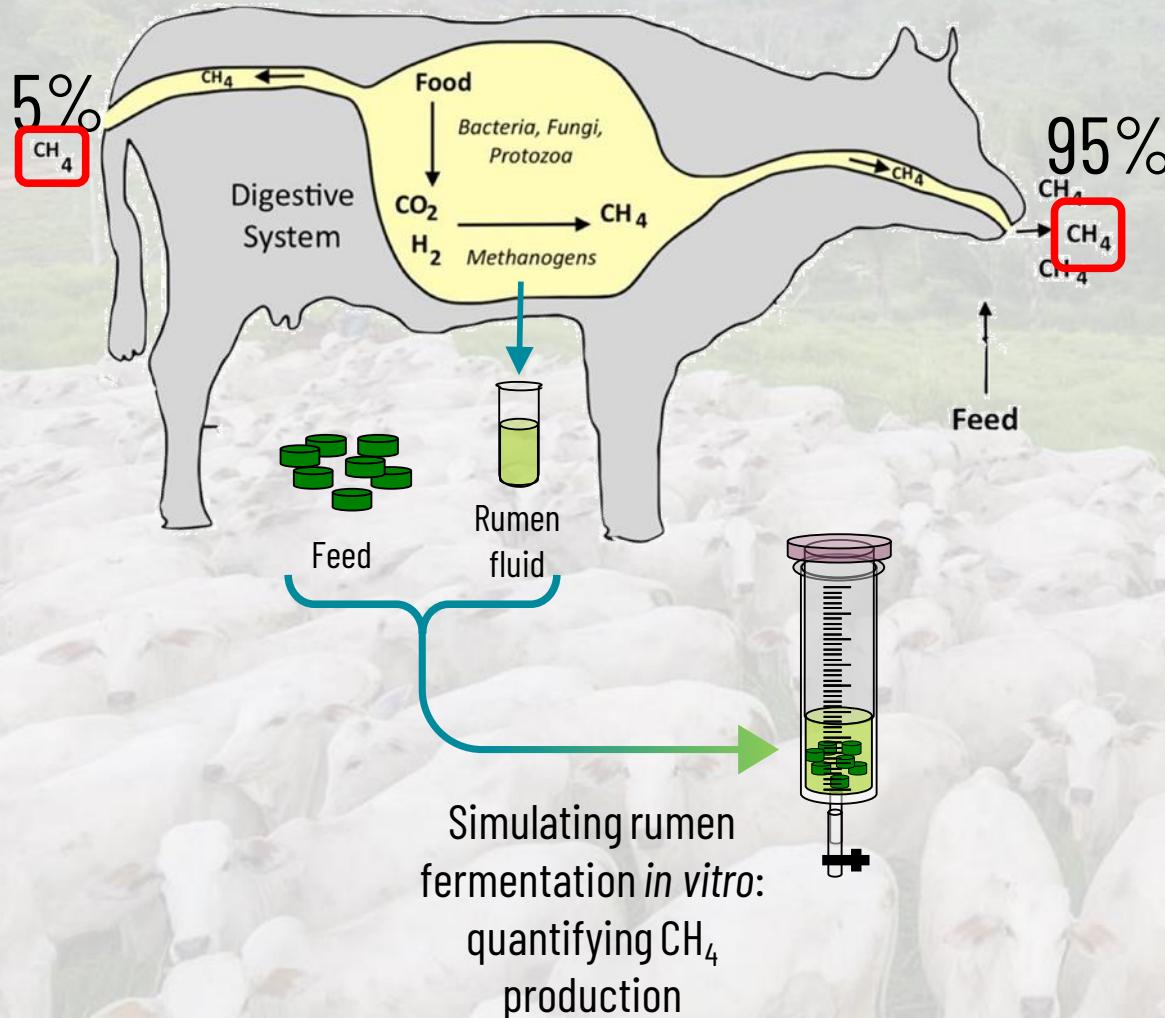


Programa de Biofortificados

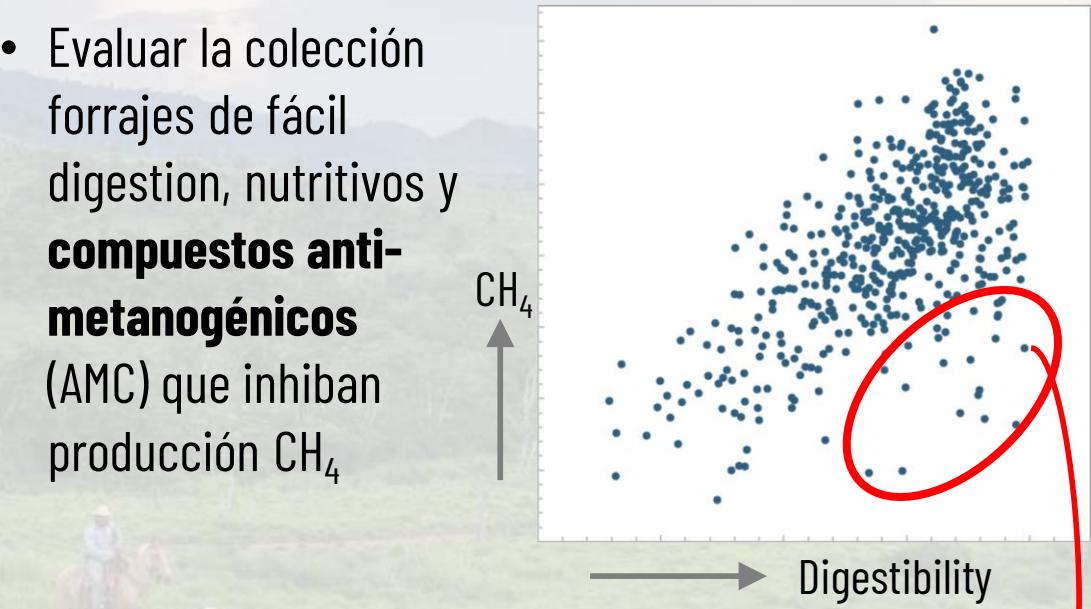


- La biofortificación apunta a la crisis de deficiencia de micronutrientes o "Hambre oculta".
- Cultivos biofortificados son variedades más nutritivas y climáticamente más avanzadas.
- Contribuyen con el mejoramiento de las prácticas agrícolas sostenibles.
- Nuestros cultivos biofortificados son producidos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

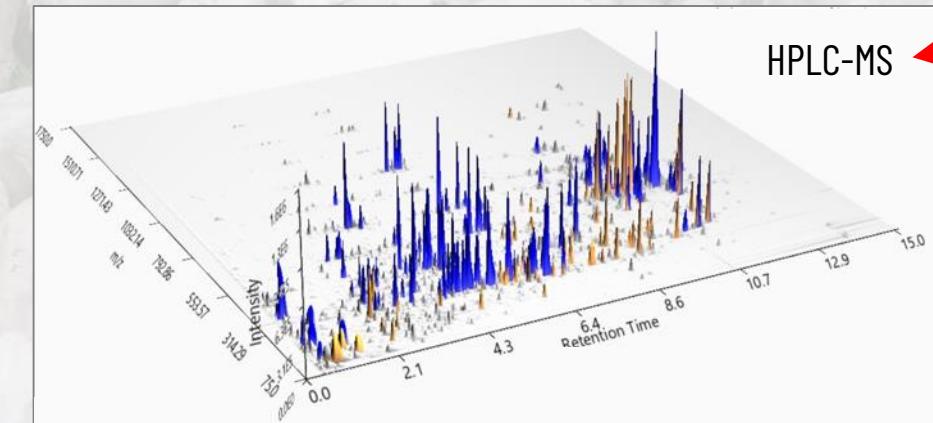
Forrajes: Low-methane forages



- Evaluar la colección forrajes de fácil digestión, nutritivos y **compuestos anti-metanogénicos (AMC)** que inhiban producción CH_4

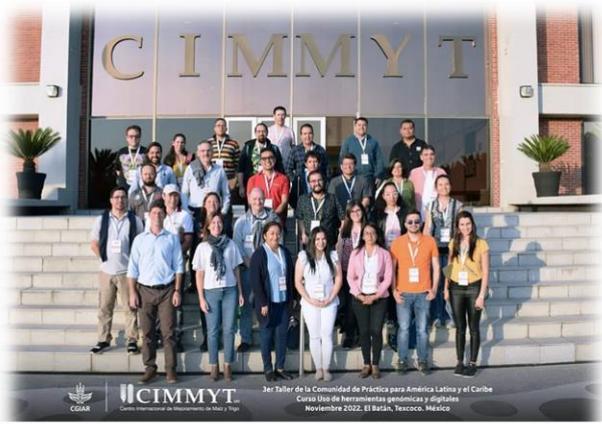


- **Análisis Metabolómicos** identificar AMC y sus rutas de biosíntesis para edición de genomas

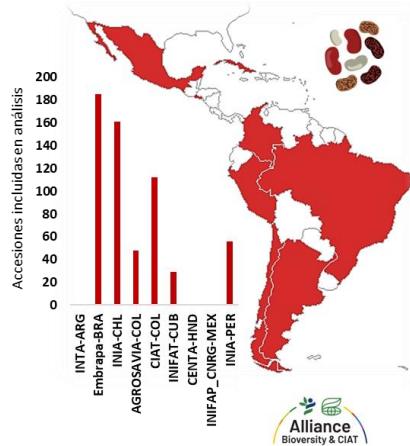




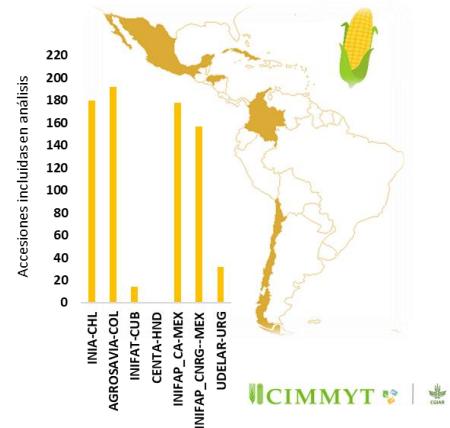
Comunidad de Práctica de Bancos de Germoplasma para América Latina y el Caribe



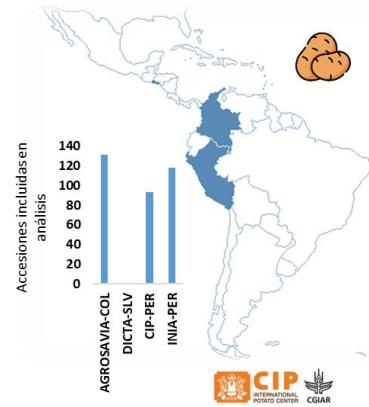
Attendees of the third workshop of the Community of Practice for Latin America and the Caribbean outside CIMMYT



FRIJOL (7 países, 9 inst.)

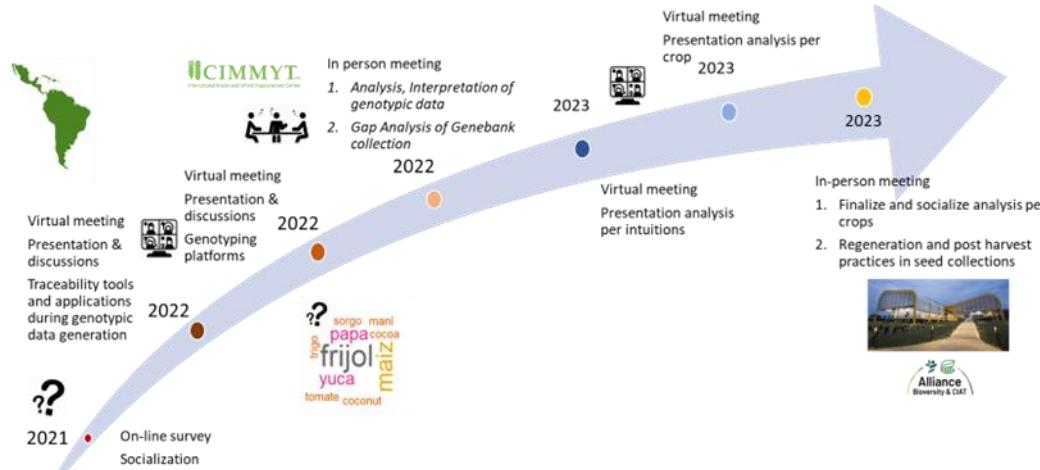


MAIZ (5 países, 7 inst.)



PAPA (3 países, 4 inst.)

Reuniones anuales

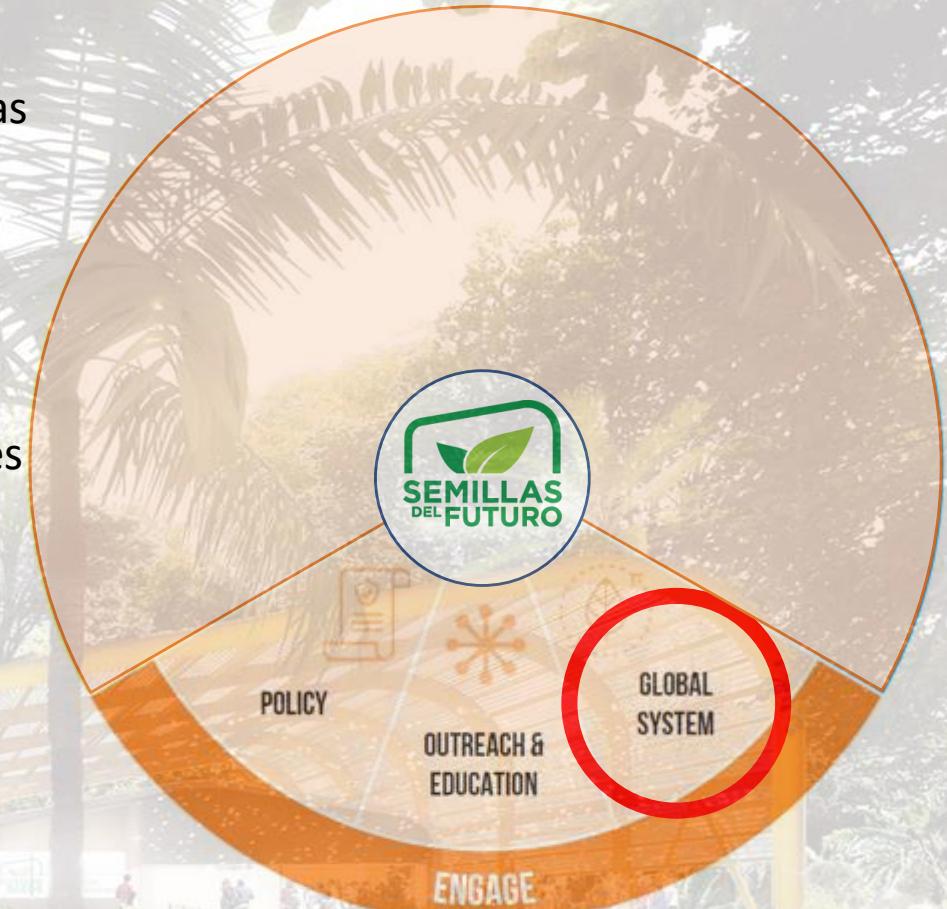


Colaboración inter-institucional e internacional fortalecimiento de redes regionales que apoyan la toma de decisiones basadas en datos científicos, para la gestión y promoción del uso sostenible de los Recursos Genéticos



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

- Instalaciones permiten almacenar **duplicados de seguridad** de otras colecciones
- **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** en investigación
- Infraestructura y operaciones **sostenibles** (LEED)



Fuente: Joe Tohme, 2024. A global hub for innovation in crop-diversity conservation and use. Making crop diversity more accessible.

Expectativas para los próximos años



Posicionar 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.



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



Se necesitan **consorcios Integradores** para aprovechar los talentos colombianos en diferentes instituciones y maximizar el impacto - **Colombia Bio-Conecta y Universidades!**



El poder de las semillas

Conversatorio

Lugar: Centro Cultural Comfandi, Auditorio Orinoco

Dirección: Calle 8 #6-23, Campus E Centro, Cali

Fecha: Sábado 4 de octubre de 2025

Hora: 9:00 a.m. a 10:30 a.m.



LA CASA
HUMBOLDT

comfandi



Gracias



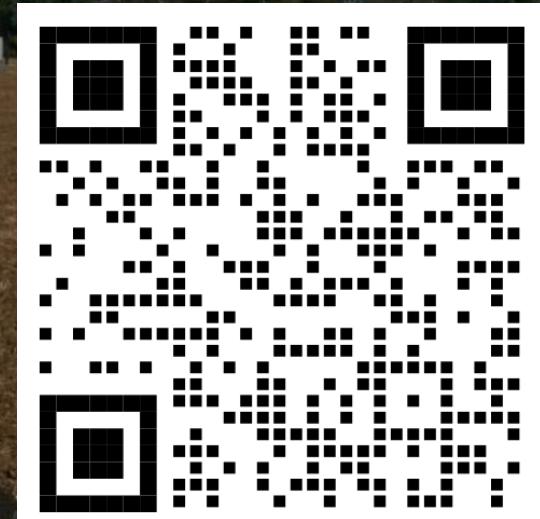
alliance-grp-distributions@cgiar.org



C



Ven y visita virtualmente Semillas del Futuro





Marcela Santaella, Banco Germoplasma CIAT

m.santaella@cgiar.org

