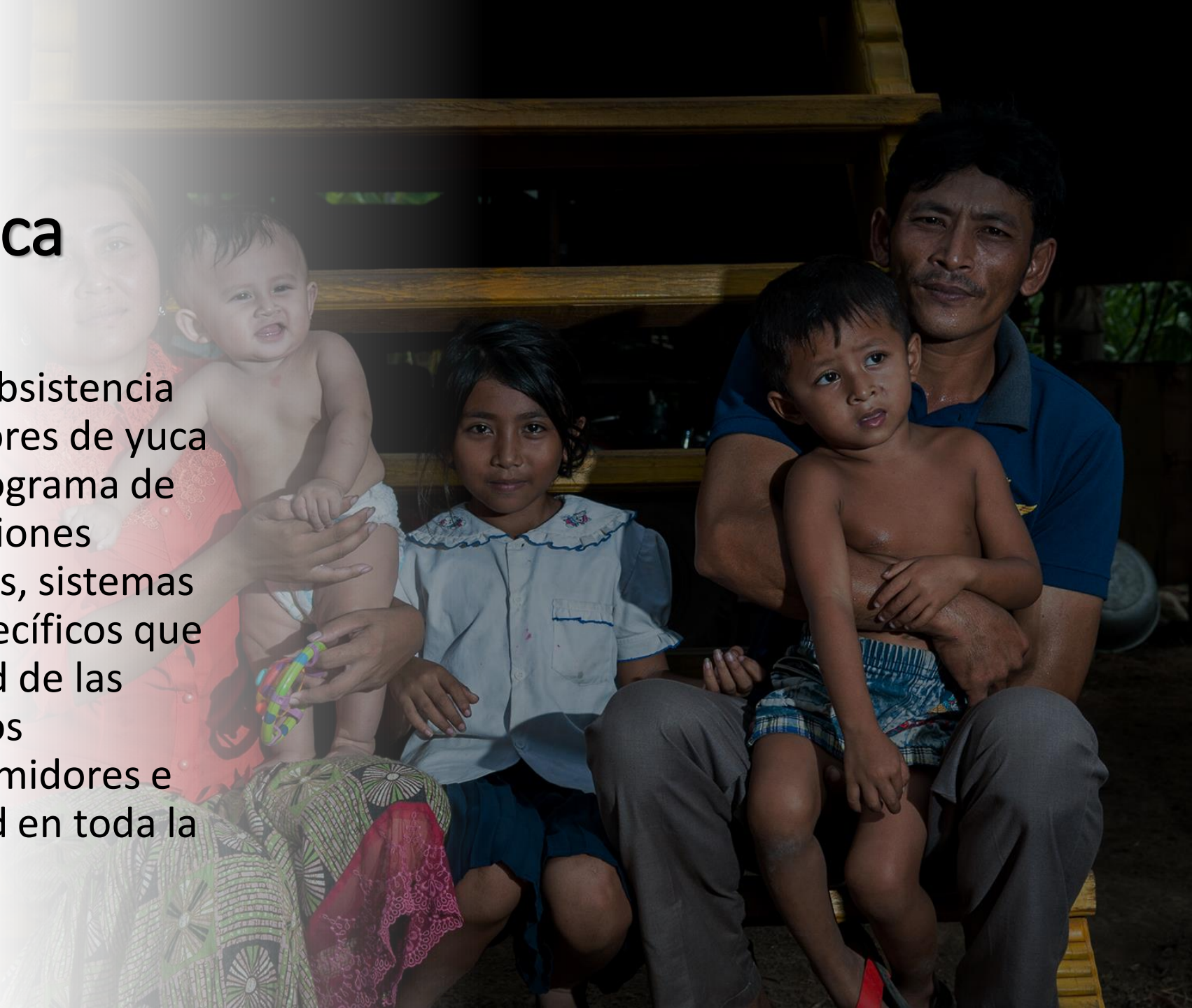
Nuevo Esquema de Mejoramiento Genético del Programa de Yuca - Alianza Bioversity-CIAT

Sandra Milena Salazar (s.m.salazar@cgiar.org)
Lizbeth Pino, Nelson Morante, Hernan Camilo Vargas, Jorge Ivan Lenis and Xiaofei Zhang.

Guatemala, Junio 2023

Misión del programa de Yuca

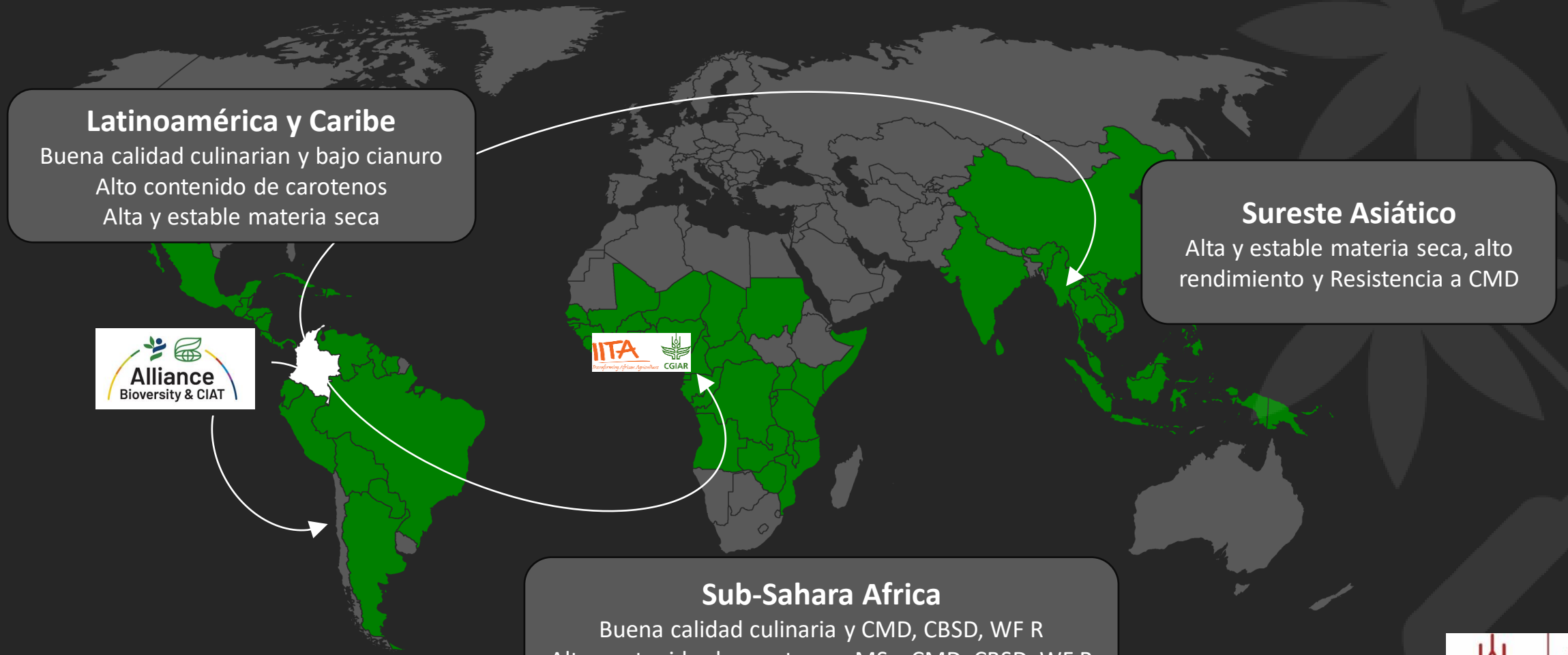
Mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores de yuca y sus comunidades, el Programa de yuca codesarrollará soluciones innovadoras para regiones, sistemas agrícolas y mercados específicos que impulsen la productividad de las explotaciones, mejoren los beneficios para los consumidores e impulsen la sostenibilidad en toda la cadena de valor.



Programa de Yuca en el mundo

Latinoamérica y Caribe
Buena calidad culinarian y bajo cianuro
Alto contenido de carotenos
Alta y estable materia seca

Sureste Asiático
Alta y estable materia seca, alto rendimiento y Resistencia a CMD



Sub-Sahara Africa
Buena calidad culinaria y CMD, CBSD, WF R
Alto contenido de carotenos, MS y CMD, CBSD, WF R
Alta y estable materia seca y CMD, CBSD, WF R

Alliance Bioversity & CIAT

IITA CGIAR

HarvestPlus Better Crops · Better Nutrition

RTB foods

Australian Government Australian Centre for International Agricultural Research

Ingredion

CGIAR RESEARCH PROGRAM ON Roots, Tubers and Bananas

Productos de Yuca y Segmentos de mercado

Yuca biofortificada para consumo humano

(LAC, SSA)

Raices frescas para consumo humano

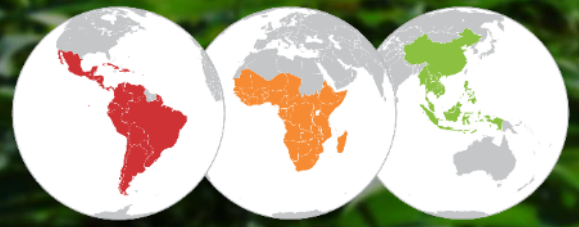
(LAC, SSA & SEA)

Yuca Industrial - Almidón y consumo animal

(LAC, SSA & SEA)

Almidones especiales (Waxy)

(LAC)

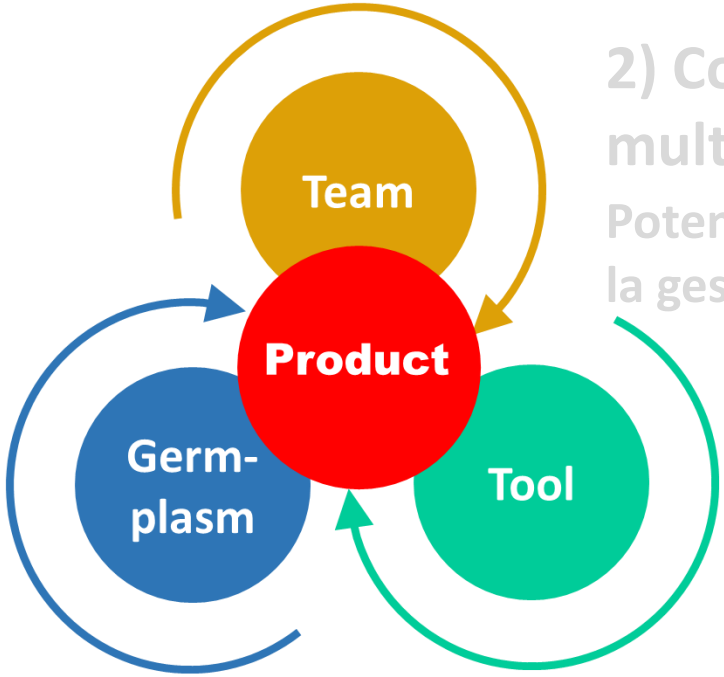


Latino América y el Caribe (LAC)
Sub-Sahara Africa (SSA)
Sureste Asia (SEA)

Cuatro componentes principales del Fitomejoramiento

1) Aumentar el impacto mundial

Definir perfiles de producto con EiB, NARS y otros centros de CG y entregar productos a otros centros de CG y NARS.



2) Construir un equipo sólido y multidisciplinario

Potenciar el liderazgo, la formación y la gestión de equipos

3) Modernización con KPI

Modernizar las herramientas y optimizar los esquemas de mejoramiento para aumentar las ganancias genéticas

4) Abrir nuevas oportunidades

Descubrir germoplasma en el banco de germoplasma y mejorar las poblaciones que ofrecen soluciones a los retos de la nutrición y el clima

Perfiles de Producto

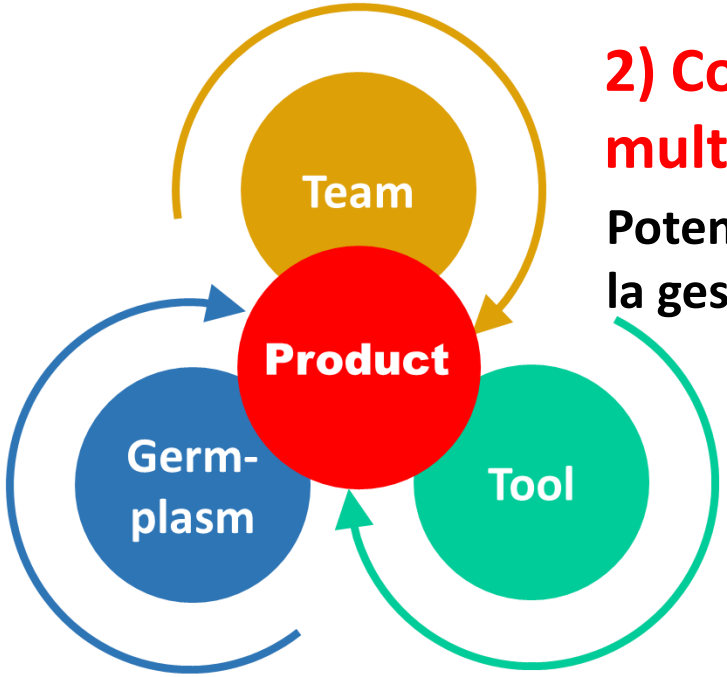
Se definieron 7 perfiles de producto

		Target Product Profile					
	Market Segment Description	Industrial cassava starch and animal feed Latin America					
	Revised Market Segment Description	Cassava, LAC, LA, Industrial starch and animal feed, NA, ??, ??, NA					
	Crop	Cassava					
	One CGIAR Region	Latin America and the Caribbean					
	One CGIAR Sub Region	Latin America					
	Countries	Brazil (416,542), Paraguay (65,800), Colombia (32,986), Peru (36,414), Cuba (46,472), Haiti (39,681), Venezuela (11,816)					
	Hectares in ONE CGIAR sub region	649,713					
	Material Type	Variety					
	Biological Region/Eco System	Subhumid lowland tropics and semi-arid lowland tropics					
	Growing season						
		Trait	Scale	Min Score	Trait requirement	Improve trait	Threshold trait
CO_334:0000114	Color	Flesh color	1 to 3	<=2 (1, white)	Essential		Y
	Grain/Flesh type						
	Processing traits						
CO_334:0000013	Yield	Fresh yield	ton/ha	> 20 or 10% greater than commercial checks	Essential	Y	
CO_334:0000160		Dry matter content	%	>=30	Essential		Y
CO_334:0000071		Starch content	%	>=25	Essential		Y
CO_334:0000138	Agronomic traits	Germination	%	>80	Essential		Y
CO_334:0000220		Plant vigor	1 to 5	>=3 (5, vigorous)	Essential		Y
CO_334:0000301		Lodging	1 to 3	<=2 (3, complete loging)	Essential		Y
CO_334:0000099		Plant type	1 to 5	<=3 (1, erect plant)	Essential		Y
CO_334:0000079		Branch number	count	<=5	Essential		Y
CO_334:0000018		Plant height	cm	150-350	Nice to have		
CO_334:0000106		Height of the 1st branch	cm	>100	Essential		Y
CO_334:0000123		Stem length with leaves	cm	>30cm	Nice to have		Y
CO_334:0000225		Easy harvest	1 to 3	<=2 (3, difficult to harvest)	Nice to have		Y
CO_334:0000223		Peduncle length (visual)	1 to 3	2 (3, long)	Essential		Y
CO_334:0000221		Root skin color	1 to 3	NA	NA		
CO_334:0000228		Root type	1 to 5	<=3 (1, good root type)	Essential		Y
CO_334:0000109		Root constriction	1 to 3	<=2 (3, heavy constriction)	Nice to have		Y
CO_334:0000020		Root shape	1 to 4	2 or 3 (2, conical-cylindrical; 3, cylindrical)	Essential		Y
CO_334:0000226		Root length (visual)	1 to 3	2 (not too long, not too short)	Essential		Y
CO_334:0000308		Easy peel	1 to 3	<=2 (3, difficult to peel)	Nice to have		Y
CO_334:0000011		Root number per plant	count	>=5	Essential		Y
CO_334:0000458		Rotted root	%	<=10	Essential		Y

Cuatro componentes principales del Fitomejoramiento

1) Aumentar el impacto mundial

Definir perfiles de productos con EiB, NARS y otros centros de CG y entregar productos a otros centros de CG y NARS.



2) Construir un equipo sólido y multidisciplinario

Potenciar el liderazgo, la formación y la gestión de equipos

3) Modernización con KPI

Modernizar las herramientas y optimizar los esquemas de mejoramiento para aumentar las ganancias genéticas

4) Abrir nuevas oportunidades

Descubrir germoplasma en el banco de germoplasma y mejorar las poblaciones que ofrecen soluciones a los retos de la nutrición y el clima

Equipo Multidisciplinario

Los aportes de todo el programa se utilizan para definir los perfiles de producto

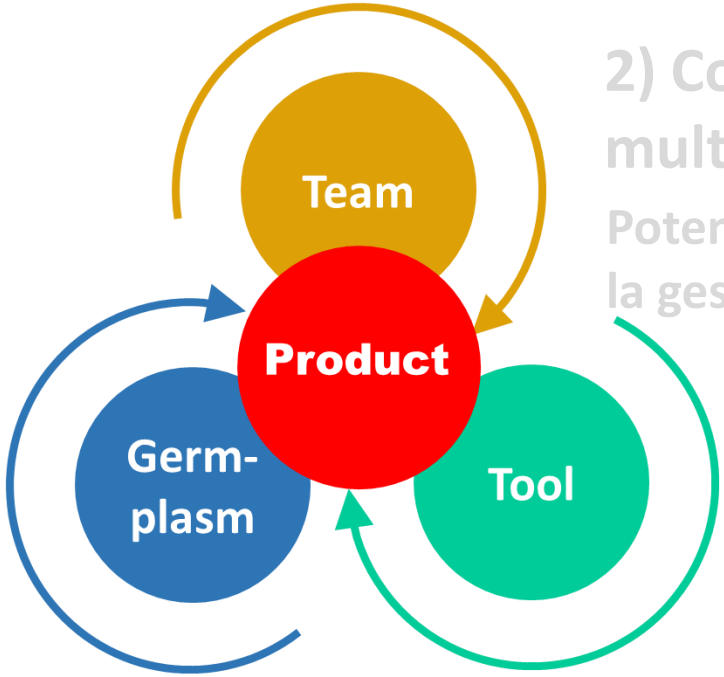
Cuatro componentes principales del Fitomejoramiento

1) Aumentar el impacto mundial

Definir perfiles de productos con EiB, NARS y otros centros de CG y entregar productos a otros centros de CG y NARS.

2) Construir un equipo sólido y multidisciplinario

Potenciar el liderazgo, la formación y la gestión de equipos



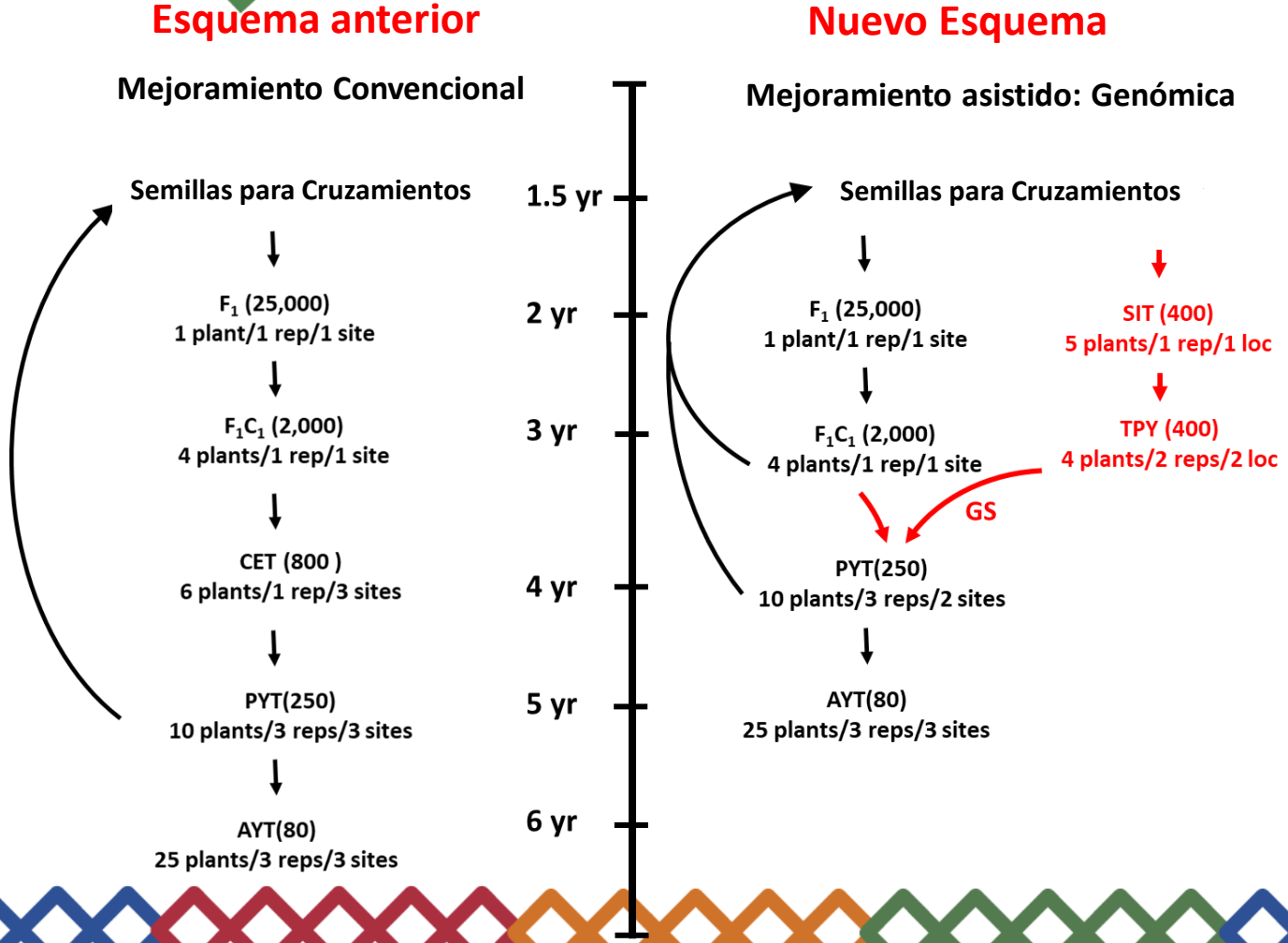
3) Modernización con KPI

Modernizar las herramientas y optimizar los esquemas de mejoramiento para aumentar las ganancias genéticas

4) Abrir nuevas oportunidades

Descubrir germoplasma en el banco de germoplasma y mejorar las poblaciones que ofrecen soluciones a los retos de la nutrición y el clima

Modernización del Esquema de Mejoramiento: Selección Genómica



Highlights:

- Reducir el ciclo de selección
- Múltiples repeticiones y localidades aumentan la estabilidad del fenotipo
- Evaluar diferentes variables esenciales
- Descarte de clones deficientes, reduce el tamaño de la población en ciclos tempranos
- Los datos genotípicos aumentan la precisión en los ensayos de evaluación clonal

SIT, Ensayo incremento de semilla
TPY, Población de entrenamiento
F1, Plántulas
F1C1, Vivero de plántulas clonadas
CET, Ensayo de surco simple
PYT, Ensayo preliminar de rendimiento
AYT, Ensayo Avanzado de rendimiento

Colecta de Datos – Variables agronómicas y productividad

Imput level				low					BCF1C	F1C	CET	PYT	AYT	UYT	PEA	GST	PRG
Maturity				--													
Biofortification				yes													
Production/Multiplication Traits																	
	Trait	Unit	Target														
CO_334:0000138	germination	%	>80	70	80	85	90	100									
CO_334:0000220	vigor		>=3	1	2	3	4	5									
CO_334:0000301	lodging		<=2	1		2		3									
CO_334:0000099	plant type		<=3	1	2	3	4	5									
CO_334:0000079	branch number		<=3	1	2	3	4	5									
CO_334:0000018	height	cm	200-300	150	200	250	300	350									
CO_334:0000106	height_1st_branch	cm	>150	50	100	150	200	250									
CO_334:0002082	angle_1st_branch		TBD														
CO_334:0000123	stem length with leaves	cm	>30cm	20	30	40	50	60									
CO_334:0000300	number_sticks_available		>=8	6	7	8	9	10									
not in CassavaBase	easy harvest		<=2	1		2		3									
	peduncle length_visual		2	1		2		3									
CO_334:0000221	skin color		3	1		2		3									
CO_334:0000228	root type		<=3	1	2	3	4	5									
CO_334:0000109	constriction		1	1		2		3									
CO_334:0000020	root shape		2-3	1	2	3	4										
CO_334:0000226	root length_visual		2	1		2		3									
	easy peel		TBD	1		2		3									
CO_334:0000011	root number	per plant	>=5	3	5	7	9	12									
CO_334:0000169	commercial root num.	per plant	>=4	2	4	6	8	10									
CO_334:0000458	rotted root	%	<=10	0	5	10	15	20									
	yield of aboveground																
CO_334:0000013	yield	ton/ha	>20	15	20	25	30	35									
	yield_check	% check	>=105%	90	100	105	110	115									
CO_334:0000131	commercial yield	ton/ha	>18	15	18	21	24	27									

Colecta de Datos – Plagas, Enfermedades y Calidad

Crop				Cassava					BCF1C	F1C	CET	PYT	AYT	UYT	PEA	GST	PRG
Geographical Region				**subhumid lowland and semi-arid lowland tropics**													
Biological Region/Eco System																	
	Trait	**Unit**	**target**														
	CMD	MAS	yes	yes				no									
	CBSD	MAS	TBD														
CO_334:0000175	CBB		<=2	1	2	3	4	5									
CO_334:0002084	thrips		<=2	1	2	3	4	5									
	green mite		<=2	1	2	3	4	5									
CO_334:0000218	red spider mite		<=2	1	2	3	4	5									
	mealybug		TBD														
	whitefly		TBD														
	frogskin		TBD														
	super elongation		TBD														
	witches' broom		TBD														
				population/variety													
				end use													
Production System				**human consuption**													
	Trait	Unit	Target														
	beta-carotene	ug/g fr.wt	>=10	3	5	10	15	20									
	cooking time	min	<=30	10	20	30	40	50									
	water absorption	%	>=10	5	10	15	20	25									
	mealiness		TBD														
	sweetness		TBD														
	HCN	ug/g fr.wt	<100	50	100	150	200	250									
CO_334:0000160	dry matter	%	>27	22	25	27	30	35									
	dry matter stability		TBD														
	flesh color		3	1		2		3									
CO_334:0000161	flesh color	1, white, 8, pink	> 5, yellow	1	3	5	7	8									

Rigor científico en la colecta de datos

Desarrollo SOP's

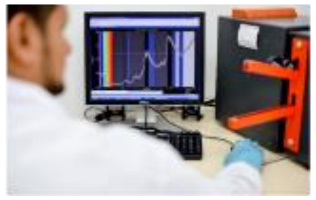
Permite obtener:

- Alta correlacción
- Alta Heredabilidad
- Buena selección de clones

Precosecha

Cosecha

Plagas y enfermedades

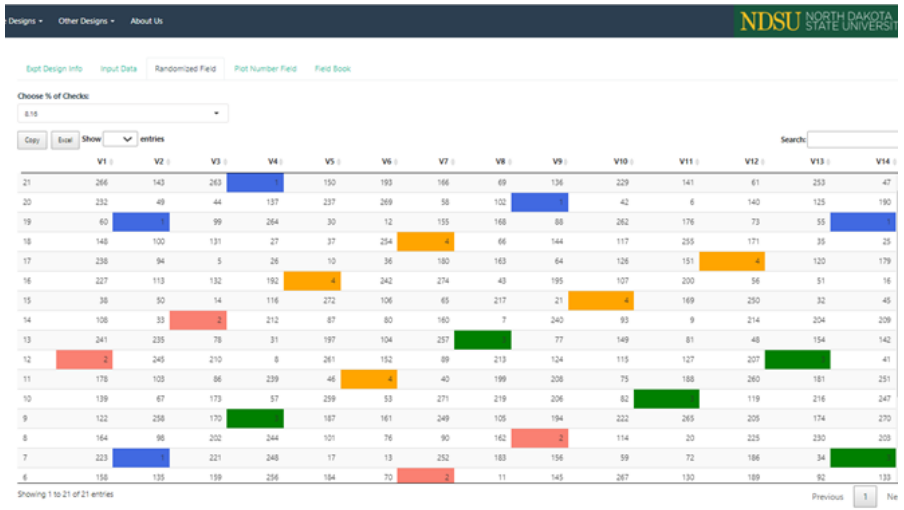


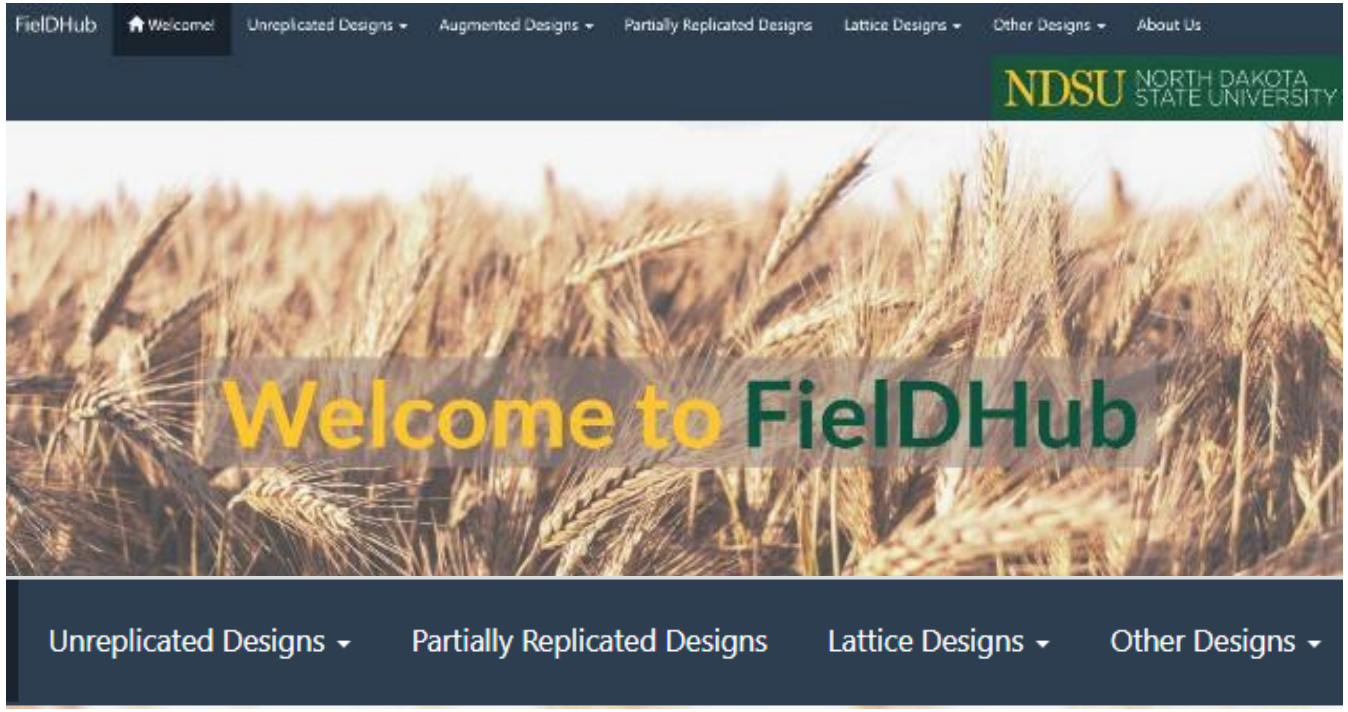
Variables de Calidad

Uso de Fieldbook

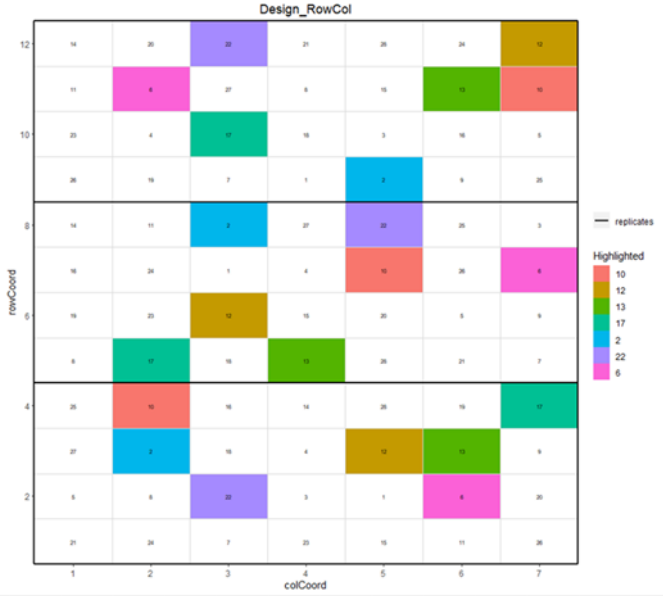
Diseños Experimentales

F1C1, GST: Diseños aumentados





EPR, EAR, TPE: Diseño Filas - Columnas



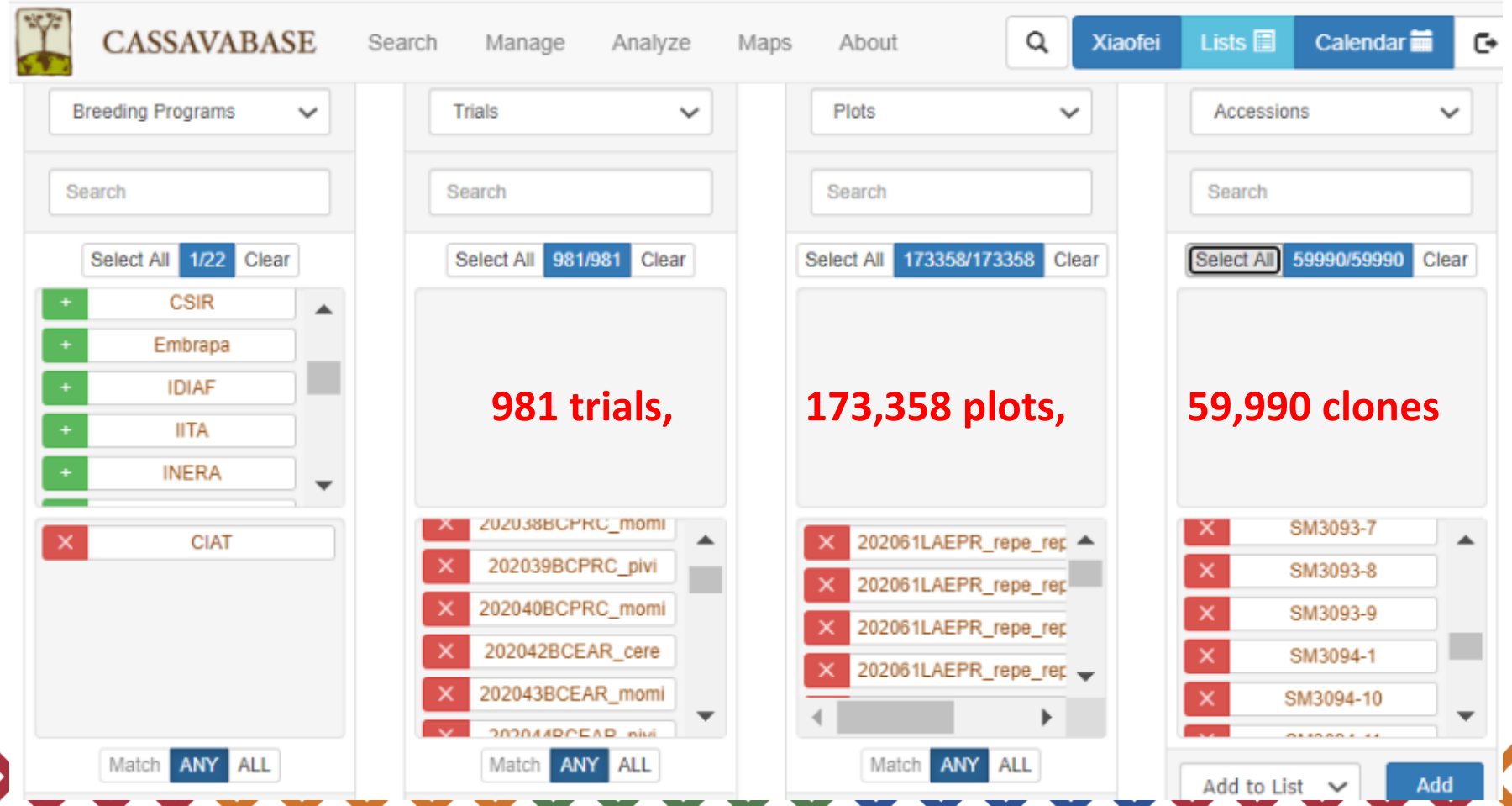
Testigos consistentes

- Las variedades comerciales se utilizan siempre como testigos
- Genotipos de referencia (referencia para mejoramiento)
- Testigos fijos (conectividad)
- Testigos para el análisis estadístico
- Utiliza 4 - 6 testigos

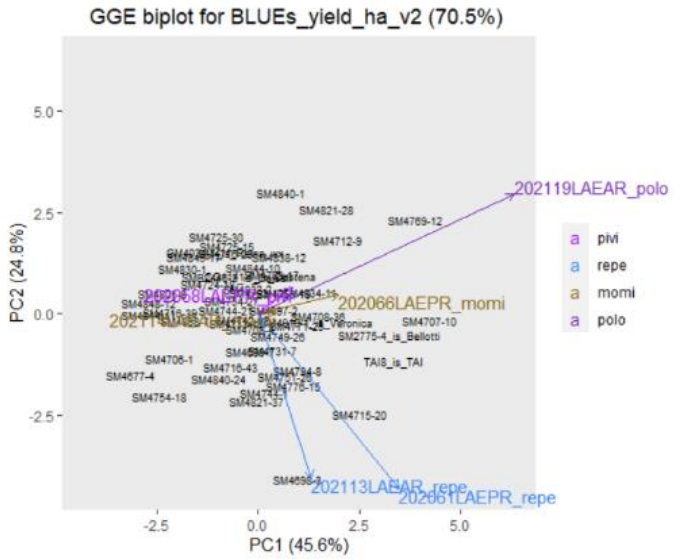
Variedades Liberadas	Yuca Biofortificada	Consumo Humano	Almidón Industrial	Almidón Especial
Caiselli	SMB2446-2	SMB2446-2	SMB2446-2	SMB2446-2
Verónica	CM4919-1	CM4919-1	CM4919-1	CM4919-1
Tai8	TAI8	TAI8	TAI8	TAI8
Costeña	CG1141-1	CG1141-1	CG1141-1	CG1141-1
Venezolana	COL2215	COL2215		
Belloti			SM2775-4	SM2775-4
	GM3426-5			
		SM1127-8		
			SM2828-28	
				GM4034-1

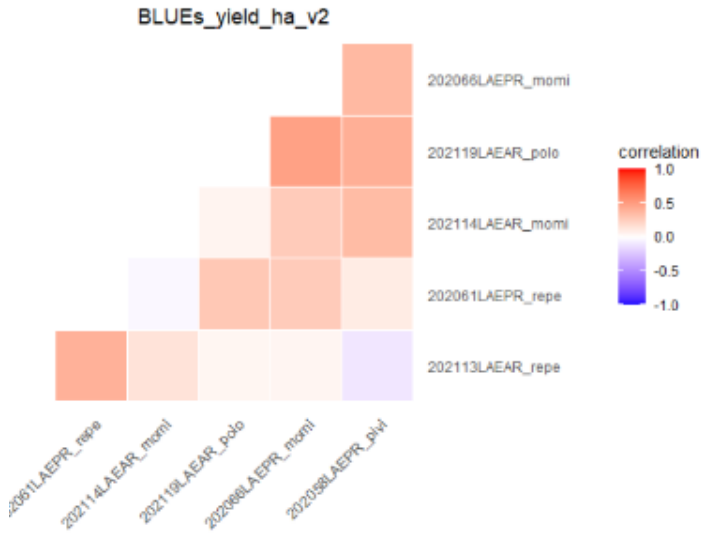
CassavaBase: Proceso estandarizado de gestión de datos

Aumenta la eficacia y precisión de la gestión de datos

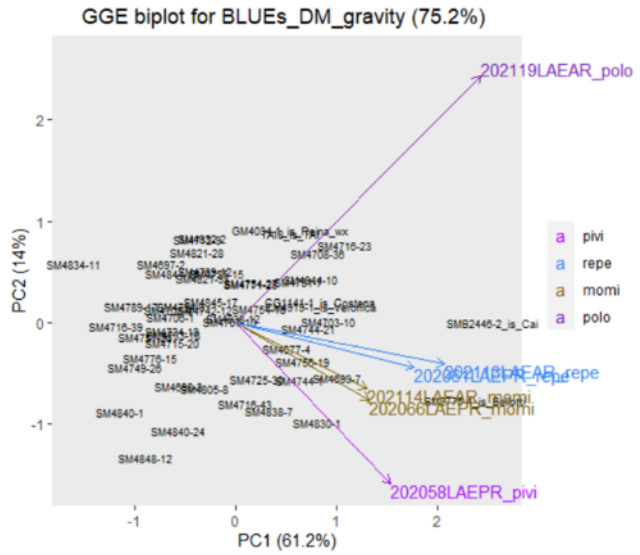


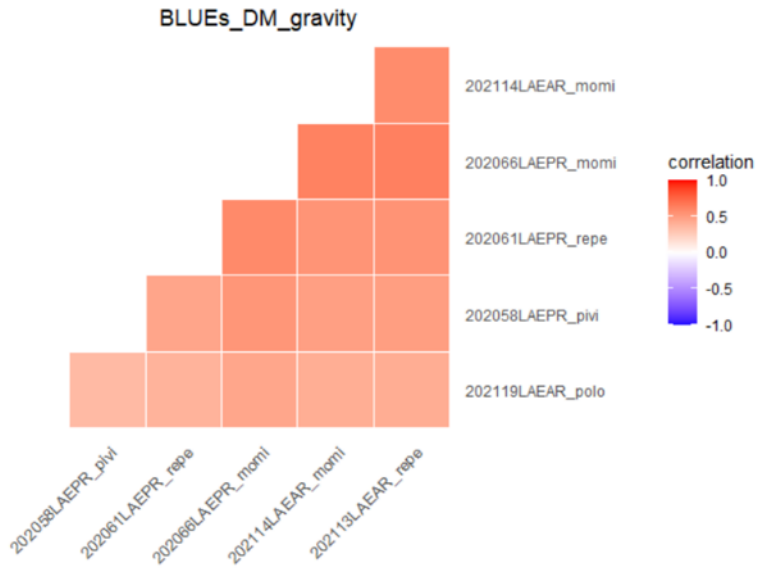
Correlación genética entre ambientes





Identificar los ambientes ideales y regulares para la yuca.





En Conclusión

Al incorporar estos cambios en el proceso, se generan resultados estadísticos fiables que transforman el programa de mejoramiento de yuca, permitiendo tomar decisiones apropiadas para el desarrollo eficiente de productos

trial	germination	branch_number	height_1st_branch	height	plant_type	DM_gravity	yield_ha	DM_yield
202058LAEPR_pivi	0.76	0.8	0.84	0.78	0.77	0.83	0.73	0.75
202061LAEPR_repe	0.79	0.87	0.88	0.8	0.76	0.79	0.76	0.76
202066LAEPR_momi	0.72	0.82	0.8	0.78	0.78	0.69	0.57	0.61
202113LAEAR_repe	0.69	0.87	0.87	0.78	0.77	0.79	0.63	0.59
202114LAEAR_momi	0.42	0.81	0.9	0.84	0.89	0.89	0.53	0.59
202119LAEAR_polo	0.87	0.77	0.9	0.39	0.78	0.75	0.59	0.62

Moderada o alta heredabilidad

Selección de los mejores clones

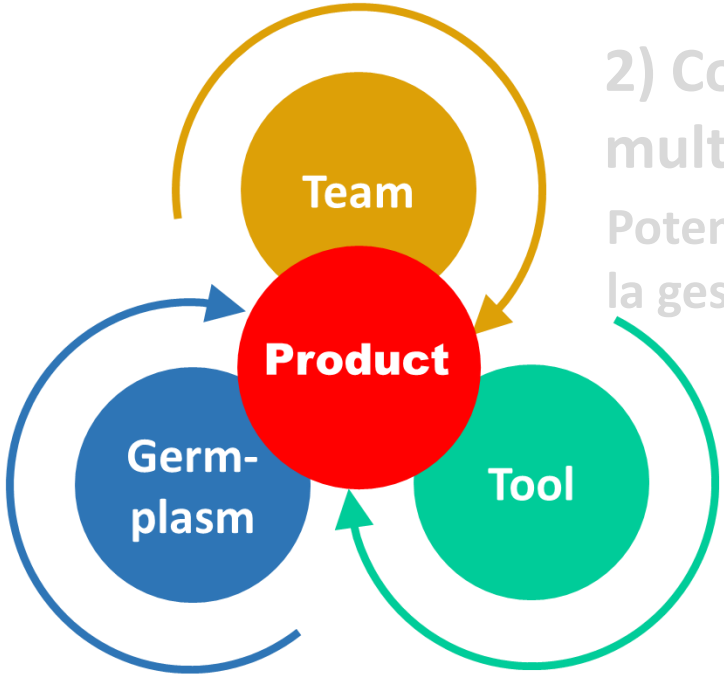
Todos los análisis permiten obtener una selección final de un grupo de genotipos con características destacadas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	rowname	index	proposed	selected	BLUEs_DM_g	BLUEs_DM_g	BLUPs_DM_g	BLUEs_yield_	BLUEs_yield_	BLUPs_yield_	BLUEs_DM_yi	BLUEs_DM_yi	BLUPs_DM_yi	BLUEs_plant_	BLUEs_plant_	BLUPs_plant_	BLUEs_germi	BLUEs_germi	BLUPs_germination_perc	
2	SM2775-4_is_Bellotti	93.1	TRUE		40.5	34.9	36.0	15.7	31.9	34.0	9.5	11.3	12.5	1.4	1.8	1.8	101.5	69.5	90.6	
3	CG1141-1_is_Costena	54.0	TRUE		30.0	33.7	32.3	44.8	22.3	26.2	13.2	7.5	8.3	2.2	1.7	1.9	98.0	77.7	90.4	
4	TAI8_is_TAI	53.1	TRUE		28.0	32.8	31.1	51.5	25.1	30.7	15.0	8.2	9.7	2.3	2.6	2.3	98.3	89.9	91.4	
5	CM4919-1_is_Veronica	49.8	TRUE		30.7	30.2	30.2	55.5	22.0	27.4	16.9	6.6	8.7	1.0	1.8	1.6	97.8	94.6	91.2	
6	SMB2446-2_is_Caiseli	46.7	TRUE		38.3	32.6	33.9	19.9	21.0	18.6	7.7	6.9	6.2	0.9	1.7	1.7	72.3	99.3	77.6	
7	GM4034-1_is_Reina_wx	45.3	TRUE		32.5	32.7	32.0	37.1	21.3	28.3	11.9	6.7	9.2	2.9	2.7	2.8	93.7	82.3	87.5	
8	GM12659-5	44.1	TRUE	YES	39.4	35.4	34.9	19.2	7.7	20.3	9.1	2.7	7.2	2.2	3.4	2.6	96.8	50.7	89.8	
9	GM13420-4	38.1	TRUE	YES	29.9	29.6	30.8	69.9	22.1	27.1	21.4	7.1	8.8	3.3	1.8	2.7	85.0	86.9	84.1	
10	GM12893-1	38.1	TRUE	YES	35.5	32.1	34.0	51.8	33.9	19.2	17.3	11.4	6.6	2.2	2.6	2.5	73.2	78.7	78.0	
11	GM13391-12	33.2	TRUE	YES	30.2	30.9	32.0	48.2	37.7	22.6	14.4	11.7	7.1	3.3	1.6	2.7	97.7	119.1	90.6	
12	GM12779-2	32.7	TRUE	YES	34.0	30.0	32.2	67.4	18.0	19.9	21.3	5.1	6.7	2.3	2.6	2.3	97.9	92.9	89.3	
13	GM12682-4	30.3	TRUE	YES	28.8	35.7	31.0	36.0	22.7	23.8	10.7	7.8	7.4	2.0	3.7	2.7	94.7	76.0	89.8	
14	GM12689-2	28.4	TRUE	YES	32.6	30.7	30.5	46.6	28.7	25.1	15.1	8.5	8.0	3.0	2.7	2.9	69.9	125.6	77.5	
15	GM13428-59	28.3	TRUE	YES	32.0	31.3	32.1	28.5	24.7	21.5	9.3	7.3	6.8	3.1	3.0	2.9	96.3	85.1	90.9	
16	GM13309-3	27.9	TRUE	YES	39.4	30.7	33.4	-0.3	31.6	17.6	2.3	10.0	5.9	2.7	1.6	2.7	99.7	138.2	91.6	
17	GM13441-6	27.8	TRUE	YES	29.4	30.3	31.2	39.3	32.2	24.1	11.4	9.6	7.4	2.9	3.8	3.0	75.6	117.3	79.2	
18	GM13454-11	27.7	TRUE	YES	30.1	31.5	31.1	45.5	11.7	21.1	13.5	3.2	6.7	2.0	3.4	2.5	99.0	62.4	89.5	
19	GM13406-2	27.5	TRUE	YES	33.0	30.2	31.0	8.1	42.5	20.1	3.0	12.9	6.0	1.9	1.6	2.3	98.0	70.6	90.1	
20	GM12921-1	26.3	TRUE	YES	30.7	29.6	30.4	53.7	28.5	24.5	16.3	8.7	8.0	3.0	2.5	2.9	98.6	89.9	90.5	
21	GM13421-3	25.7	TRUE	YES	31.3	30.7	31.0	45.8	6.5	20.2	14.4	2.3	6.5	2.1	2.8	2.4	97.2	37.1	90.8	
22	GM13428-18	25.7	TRUE	YES	33.4	29.9	30.8	30.6	3.3	21.0	9.9	1.0	7.0	1.8	2.8	2.5	106.5	100.2	90.6	
23	GM12652-1	24.2	TRUE	YES	40.5	28.8	30.2	-24.7	32.9	22.1	-3.7	10.7	7.2	1.2	2.7	2.5	100.1	91.9	90.2	
24	GM12658-4	24.0	TRUE	YES	41.5	30.9	32.3	-25.5	29.3	18.3	-4.0	9.6	6.1	1.4	4.5	2.7	87.7	132.0	83.2	
25	GM13425-6	23.5	TRUE	YES	30.0	30.5	31.1	39.4	19.8	20.3	11.9	6.0	6.5	2.4	3.8	2.6	73.3	64.9	77.3	
26	GM13428-24	23.4	TRUE	YES	25.9	30.5	30.2	26.3	5.7	19.6	6.2	1.7	5.8	1.9	1.9	2.1	108.5	117.9	90.6	
27	GM13425-5	21.9	TRUE	YES	31.9	26.4	29.5	38.7	18.4	19.2	12.2	4.7	6.0	1.4	2.8	1.9	85.5	99.8	84.3	
28	GM13456-2	21.9	TRUE	YES	27.8	31.7	30.1	14.5	-6.3	20.7	4.3	-2.0	6.2	2.3	2.9	2.4	98.4	143.0	90.0	
29	GM12779-10	21.8	TRUE	YES	25.8	32.2	31.2	100.7	10.2	19.5	28.8	3.2	6.3	3.7	2.7	2.7	84.4	65.9	84.3	
30	GM12658-5	21.3	TRUE	YES	36.3	29.0	29.5	-3.3	35.9	23.8	1.1	11.3	7.6	1.5	4.2	2.8	100.1	137.3	90.3	
31	GM12659-2	21.0	TRUE	YES	35.9	28.7	29.5	-12.0	34.0	18.5	-1.8	10.6	5.7	0.5	2.2	1.8	100.1	91.0	89.0	
32	GM13425-10	20.8	TRUE	YES	32.0	30.6	31.8	35.5	13.7	18.2	11.4	4.1	5.8	3.5	2.6	2.7	99.1	105.0	91.0	
33	GM13428-45	20.2	TRUE	YES	28.5	31.0	30.2	28.8	44.7	22.6	8.4	14.2	6.8	2.9	3.3	2.9	84.4	131.8	84.4	
34	GM12931-2	19.5	TRUE	YES	31.4	27.5	29.2	35.4	22.7	21.9	11.0	6.7	6.9	1.9	2.5	2.4	98.8	109.7	90.5	
35	GM13402-1	19.5	TRUE	YES	36.6	33.0	32.3	-23.5	19.4	17.7	-5.5	6.3	5.4	2.5	2.6	2.9	101.6	94.9	91.7	
36	GM13421-8	19.1	TRUE		31.2	31.5	31.3	34.8	10.6	19.7	10.9	3.6	6.3	3.1	2.8	2.9	84.7	75.2	84.9	
37	GM13454-18	18.9	TRUE		34.5	33.8	33.5	13.5	8.9	14.7	4.5	3.1	4.5	3.0	2.7	2.9	70.4	76.9	77.5	
38	GM12799-4	17.8	TRUE		29.3	28.3	30.6	68.3	22.8	18.4	19.9	6.6	5.7	3.5	1.7	2.5	85.0	72.8	84.2	
39	GM13437-4	17.8	TRUE		28.0	23.9	26.7	44.5	18.8	25.0	12.7	3.9	7.1	2.0	1.8	2.2	95.9	80.8	91.3	
40	GM12722-3	17.7	TRUE		34.6	30.0	31.2	16.1	21.2	16.1	6.1	6.6	5.2	1.9	2.5	2.3	74.4	67.8	76.8	

Cuatro componentes principales del fitomejoramiento

1) Aumentar el impacto mundial

Definir perfiles de productos con EiB, NARS y otros centros de CG y entregar productos a otros centros de CG y NARS.



2) Construir un equipo sólido y multidisciplinario

Potenciar el liderazgo, la formación y la gestión de equipos

3) Modernización con KPI

Modernizar las herramientas y optimizar los esquemas de mejoramiento para aumentar las ganancias genéticas

4) Abrir nuevas oportunidades

Descubrir germoplasma en el banco de germoplasma y mejorar las poblaciones que ofrecen soluciones a los retos de la nutrición y el clima

Nuevo germoplasma abre nuevas oportunidades

6,155 accesiones viables en el Banco de Germoplasma con pasaporte y caracterización (www.genebanks.org, 2020)

Nuevas características:
Tolerancia a la sequía
Tolerancia al calor
Inducción de haploides
Alto contenido en amilosa
Resistencia a los herbicidas
Madurez precoz
Tolerancia a altas densidades

Tenemos nuevas soluciones:
Nutrición y cambio climático

Muchas gracias!