



ALAP
Asociación Latinoamericana de la Papa

Mejoramiento genético de la papa en América Latina ante el cambio climático



Manuel Gastelo 24 Junio 2021

CONTENIDO

1. Introducción
2. Factores que afectan la productividad del cultivo de la papa en Latinoamérica
3. Pre Mejoramiento y Mejoramiento Genético en el Centro Internacional de la Papa-CIP
4. Mejoramiento para resistencia al tizón tardío
5. Mejoramiento para resistencia a virus
6. Mejoramiento para tolerancia al calor y sequia
7. Mejoramiento para Papas biofortificadas
8. Variedades Liberadas en Latinoamerica
9. Recomendaciones

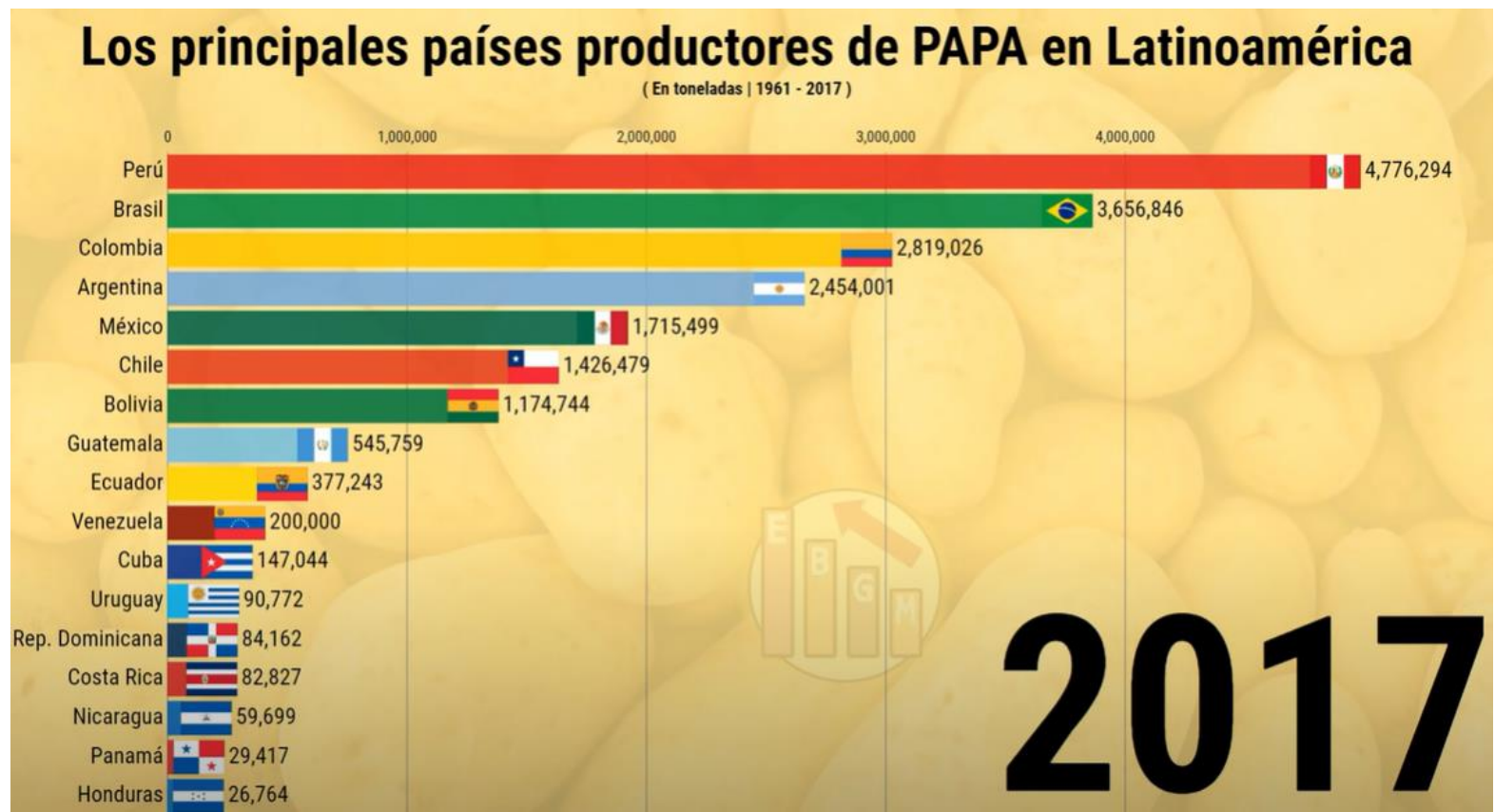
1.- INTRODUCCION

✓ La papa es el tercer cultivo más consumido en el mundo después del arroz y el trigo.

✓ Variedades sembradas:

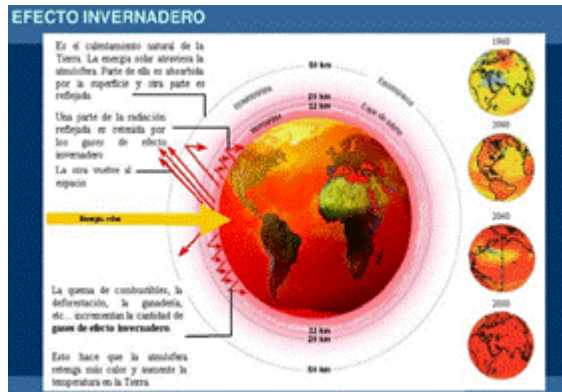
- *Solanum tuberosum* spp *tuberosum*
- *Solanum tuberosum* spp *andigena*
- *Solanum phureja*
- Híbridos, combinación de diversas especies : *Solanum demisum*

✓ Fuente de nutrientes como Hierro y Zinc – Anemia



Factores que causarían el cambio climático

- ✓ Actividad Industrial : Desde inicios del siglo XIX por el uso de combustibles fosiles (CO2)
- ✓ Gas Metano (CH4): por la crianza intensiva de animales
- ✓ Oxido Nitroso (N2O): Uso de fertilizantes nitrogenados, aerosoles,. etc.



Efectos del cambio climático en el cultivo de Papa

Las tendencias ambientales que afectan y afectaran al cultivo de papa en las próximas décadas incluyen:

- ✓ La expansión altitudinal de *P. infestans* (*Rancha*) hacia zonas donde anteriormente no se conocía a esta enfermedad.
- ✓ La agricultura subirá hacia mayores alturas donde el riesgo de pérdida de la producción por heladas, granizadas y otros eventos extremos es mayor.
- ✓ La reducción o aumento del periodo de lluvia y la mayor presentación de periodos de sequía.
- ✓ La mayor presencia en altura de vectores que transmiten virus y por ende afectan la sanidad de la semilla.

Características varietales como precocidad, resistencias, tolerancias y rusticidad en general se volverán más importantes para escapar o confrontar estas tendencias.

2. Factores que afectan la productividad del cultivo de la papa en Latinoamérica

Rendimiento: Manejo Agronomico, Presencia de plagas y enfermedades, variedades, clima

Bioticos: Plagas y enfermedades

- ✓ Tizon tardio (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)
- ✓ Virus PVX, PVY y el virus del enrollamiento PLRV
- ✓ El nematodo del quiste (*Globodera pallida*)
- ✓ Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp*)
- ✓ Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora*)
- ✓ Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*).
- ✓ Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi)
- ✓ Fusarium (*Fusarium solani sp. Eumartii*)
- ✓ Verticilosis (*Verticillium albo-atrum* y *Verticillium dahliae*)

Abioticos - Clima

- ✓ Heladas
- ✓ Sequia
- ✓ Calor



3. Mejoramiento Genético en el CIP

Pre mejoramiento para respuesta a los estreses biótico y abiotico usando especies silvestres de papa

Marchitez bacteriana

- *S. commersonii*

Sequía

- *S. boliviense*
- *S. bukasovii*
- *S. infudibuliforme*
- *S. lignicaule*
- *S. raphanifolium*
- *S. tacnaense*
- *S. tarapatanum*

Tizón tardío

- *S. microdontum*
- *S. tarijense*
- *S. megistacrolobum*
- *S. chiquidenum*
- *S. pausisectum*
- *S. cajamarquense*
- *S. sogarandinum*

Mejoramiento Genético

Resistencia al tizon tardío *Phytohthora infestans* (Mont) de Bary.

Resistencia a los virus: PVX, PVY, PLRV.

Micronutrientes: Fe, Zn, Vitamina C.

Tolerancia al calor.

Tolerancia a la sequía.



4. Mejoramiento para resistencia al tizon tardio

- ✓ Incrementar la frecuencia de genes y genotipos
- ✓ Mantener la diversidad genetica para la resistencia y otros caracteres de importancia economica.
- ✓ Recombinar con otras resistencias a enfermedades o plagas
- ✓ Bajo contenido de glicoalcaloides (Cambio climatico).
- ✓ Desarrollo de clones elite con alta productividad, altos niveles de resistencia al tizon tardio, amplia adaptacion, calidad para chips y tiras, tolerancia al calor, sequia, precocidad y alto potencial para liberacion de nuevas variedades.
- ✓ Nuevas herramientas para incrementar la ganancia de seleccion
- ✓ SELECCION GENOMICA – marcadores moleculares
- ✓ NUEVOS DISEÑOS ESTADISTICOS: Columna – Hilera, analisis mixtos, BLUPs, Indices de seleccion
- ✓ Nuevas fuentes de genes, especie silvestres
- ✓ Seleccion Varietal Participativa.



Imagen: Nature News, 10/07/2011

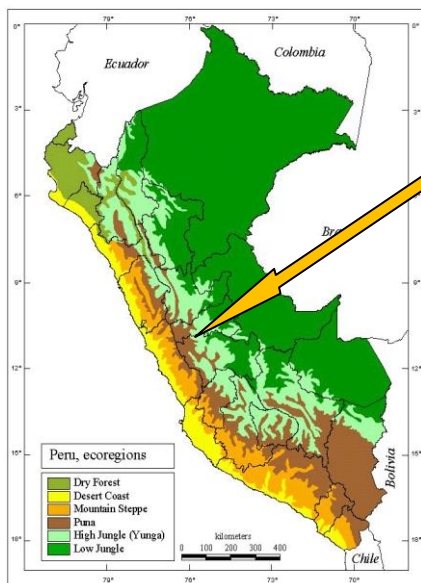
B1
adg x
adg
B1C5

B2
adg x tbr
B2C2

B3
S. demissum,
tbr, *acaule*
Bulb,
andigena
B3C3

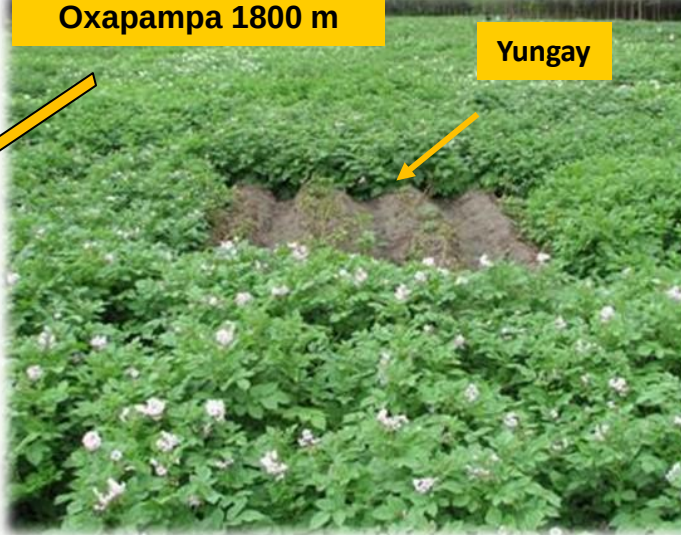
LBHT
B3C1, LBXY,
Var. *tbr*
TT, Calor

Evaluación para resistencia al tizón tardío bajo condiciones de Infección natural.



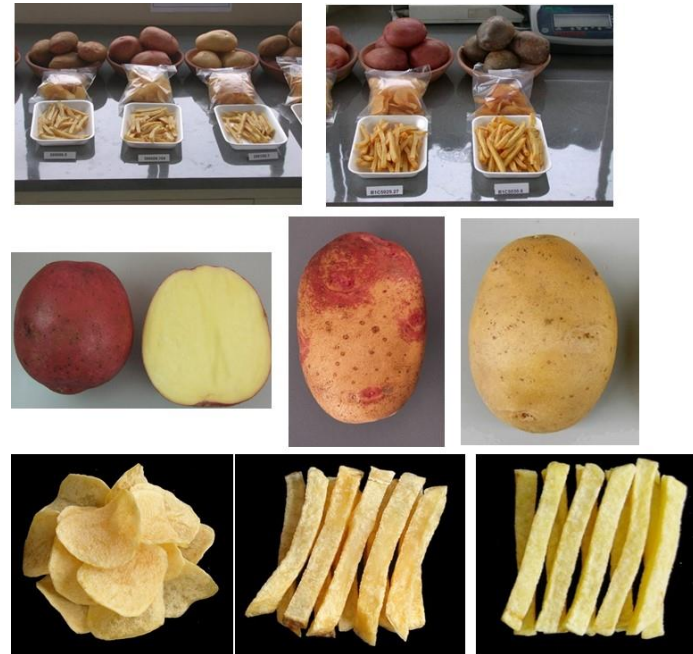
Oxapampa 1800 m

Yungay



- ✓ Temperatura : 7 – 21° C.
- ✓ Humedad Relativa : >80%.
- ✓ Lluvia : > 2000 mm.
- ✓ Infeccion Natural de *P. infestans*.
- ✓ Conocimiento de la poblacion del patogeno presente

#	Poblacion	Clones Elite en HS2
1	B3C1	56
2	B3C2	57
3	B3C3	50
4	B1C5	71
5	LBHT	44
6	Variedades liberadas	± 70*



5. Mejoramiento para resistencia a virus - LTVR

- ✓ PVX, PVY , PLRV. Invernadero, marcadores moleculares, validacion en campo, San Ramon
- ✓ Precocidad : 90 dias.
- ✓ Tolerancia a calor, sequia y salinidad.
- ✓ Calidad para procesamiento industrial y consume en fresco
- ✓ Alto contenido de Materia seca
- ✓ Bajo contenido de glicoalcaloides – Cambio climático
- ✓ Alto rendimiento de tubérculos
- ✓ *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*

Clones resistentes a virus (PVY y PVX) y tolerancia a calor y sequía.



CLONE:
388615.22
REICHE



CLONE:
397073.16



CLONE: 399101.1



CLONE:
388615.22
C91.640



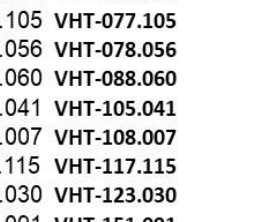
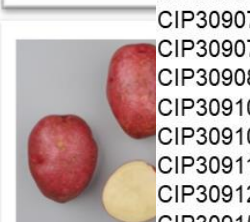
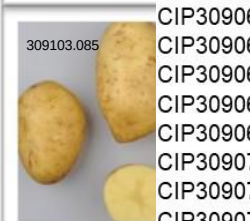
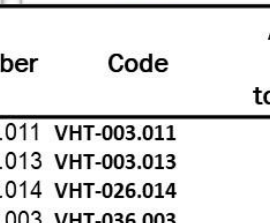
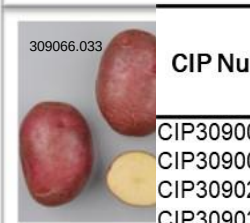
CLONE:
397077.16



CLONE:
392797.22
UNICA

Nueva generación LTVR- Grupo VHT :

Más de 60 clones precoces, resistentes a virus y mejor tolerancia a calor y sequía



CIP Number	Code	Abiotic stress tolerance	Processing
CIP309003.011	VHT-003.011	LD&HT	Good
CIP309003.013	VHT-003.013	HT	Excellent
CIP309026.014	VHT-026.014	DT	Good
CIP309036.003	VHT-036.003	DT	Good
CIP309062.077	VHT-062.077	LD&HT	
CIP309064.042	VHT-064.042	HT	Excellent
CIP309064.076	VHT-064.076	DT	Good
CIP309068.004	VHT-068.004	HT	Excellent
CIP309068.007	VHT-068.007	DT	Excellent
CIP309072.046	VHT-072.046	LD&HT	Good
CIP309074.123	VHT-074.123	LD&HT	
CIP309075.004	VHT-075.004	HT	Good
CIP309077.105	VHT-077.105	HT	Excellent
CIP309078.056	VHT-078.056	HT	
CIP309088.060	VHT-088.060	DT	
CIP309105.041	VHT-105.041	DT	Good
CIP309108.007	VHT-108.007	LD&HT	Good
CIP309117.115	VHT-117.115	DT	
CIP309123.030	VHT-123.030	LD&HT	
CIP309151.091	VHT-151.091	HT	Good
CIP309156.005	VHT-156.005	LD&HT	

6. Mejoramiento para tolerancia al calor y sequia

- ✓ Tolerancia al calor : San Ramon, La Molina-verano, Majes, Tacna, Ica
- ✓ Tolerancia a sequia : Majes, Ica.
- ✓ Selecion de clones dentro de las poblaciones para tizón tardío y virus



7. Mejoramiento para Incremento del contenido de Hierro y Zinc - Anemia

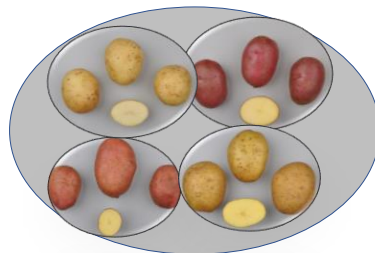
- ✓ Alto contenido de Hierro y Zinc
- ✓ Resistente a enfermedades
- ✓ Tolerante a Calor y sequía
- ✓ Alto rendimiento y estables
- ✓ Calidad Industrial
- ✓ Buena apariencia comercial
- ✓ Bajo contenido de Glicoalcaloides

- ✓ Más de 30 Clones Biofortificados Tetraploides con
- ✓ > 50 % Hierro , > 24 % Zinc que las variedades comerciales
- ✓ Resistentes a PVY, Tizón tardío y Tolerancia a Heladas

- ✓ Selección clonal : La Molina, Paucartambo, La Victoria
- ✓ Variedades : Cajamarca, La Libertad, Junin, Pasco, Cusco, Puno

33 Progenitores Hembras 4x
(LTVR y LB)

17 Progenitores Macho 2x del Ciclo II
(Biofortificación)



- Altos Cont./ HCG Fe y Zn
- Alta frecuencia de pollen 2n
- Phu, Gon, Stn



230 familias 4x-2x



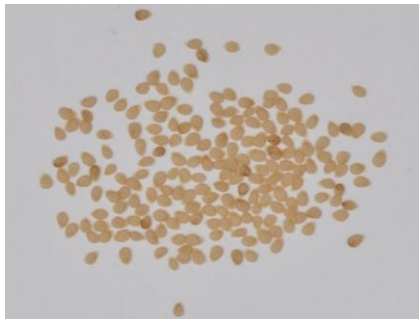
Distribución de Germoplasma Mejorado para apoyar a los Programas Nacionales

Clones y Progenitores – Plantas in-vitro



[Catalogo Online de los Clones Avanzados del CIP](http://www.cipotato.org/realtemp.asp)
2019

Semilla botánica de progenies avanzadas



8. Variedades Liberadas en Latinoamerica

#	Año	País	Nombre Variedad	CIPNUMBER	Hembra	Macho
1	1987	Bolivia	Runa Toralapa (Iscayachi)	CIP374080.5	I-1058	700764
2	1996	Bolivia	Chaposa	CIP385240.2	800938	BL-2
3	2017	Colombia	Perla negra	CIP391691.96	CIP381381.9	LB-CUZ.1
4	1995	Colombia	ICA Zipa	CIP379055.1	CIP376932.4	CIP374124.2
5	2009	Colombia	NOVA	CIP393399.7	CIP387303.71	CIP382160.3
6	2011	Costa Rica	Pasqui	CIP393280.64	CIP387015.3	CIP386316.14
7	2011	Costa Rica	Kamuk	CIP393371.58	CIP387170.16	CIP389746.2
8	2011	Costa Rica	Duran	CIP385524.9	CIP380475.4	BULK-1
9	2020	Costa Rica	Palmira	CIP398017.53	CIP391002.6	CIP392639.31
10	1996	Costa Rica	Birris	CIP386040.9	720084	BULK LB
11	1996	Costa Rica	Floresta	CIP386056.7	380493.1	CIP377250.7
12	1986	Ecuador	INIAP Bastidas	CIP377520.1	720045	700947
13	1990	Ecuador	INIAP Santa Rita	CIP384638.10	377744.2	BULK - LB
14	1995	Ecuador	INIAP Rosita	CIP382119.20	378508.277	MEX BULK
15	1995	Ecuador	INIAP Margarita	CIP388749.3	381382.10	IVP-CE-10
16	1995	Ecuador	INIAP Fripapa 99	CIP388790.24	I-1039	CIP381397.16
17	1991	Guatemala	ICTA Xalapan	CIP382170.101	380024.6	MEX BULK
18	1995	Guatemala	ICTA Paquix	CIP374080.5	I-1058	700764
19	1992	Panamá	IDIAPI 92	CIP381381.13	378493.915	PRECOZ BULK
20	1992	Panamá	IDIAFRIT	CIP381390.30	378972.557	BULK MEX
21	1992	Panamá	PRECODEPA	CIP382171.10	380086.3	MEX BULK
22	2013	Peru	Kawsay	CIP399062.118	CIP395285.5	CIP395282.3
23	2014	Peru	Poderosa	CIP399049.22	CIP395262.2	CIP395273.1
24	2017	Peru	Shulay	CIP387096.2	CIP382119.17	575049
25	1984	Peru	Perricholi	CIP374080.5	I-1058	700764
26	1987	Peru	Maria Huanca	CIP279142.12	AM 66-426	CIP276012.24
27	1990	Peru	Canchan-INIA	CIP380389.1	BL-1.2	MURILLO III-80
28	1993	Peru	Kori-INIA	CIP377744.1	M-1266-14 MEX	CIP374035.1
29	1993	Peru	Amarilis-INIA	CIP384866.5	CIP376724.1	BULK PRECOZ
30	1993	Peru	Tacna	CIP390478.9	SERRANA	CIP386287.1
31	1994	Peru	Costanera	CIP379706.27	LT-1	(PVY+PVX BULK)
32	1995	Peru	Chagllina-INIA	CIP380496.6	I-1058	PVXY BULK
33	1995	Peru	Maria Bonita-INIA	CIP388676.1	CIP378015.18	PVY BULK
34	1998	Peru	UNICA	CIP392797.22	CIP387521.3	APHRODITE
35	2002	Peru	INIA 307 - Puneñita	CIP380702.22	CIP375608.52	CIP375080.17
36	2002	Peru	INIA 308 - Colparina	CIP382435.42	CIP378297.4	CIP377744.2
37	2005	Peru	INIA 309 - Serranita	CIP391691.96	CIP381381.9	LB-CUZ.1
38	2007	Peru	INIA 310 - Chucmarina	CIP393371.58	CIP387170.16	CIP389746.2
39	2007	Peru	INIA 312 - Puca Lliclla	CIP399075.7	CIP395266.2	CIP395282.3
40	2007	Peru	INIA 311 - Pallay Poncho	CIP399085.23	CIP395296.2	CIP395256.1
41	2008	Peru	INIA 308 - Wankita	CIP289078.2	G84415.3	MARIA HUANCA
42	2010	Peru	INIA 317 - Altiplano	CIP399085.30	CIP395296.2	CIP395256.1
43	2011	Peru	INIA 318 - XAUXA	CIP395379.8	CIP392923.35	CIP392921.31
44	1987	Venezuela	Andinita	CIP380013.12	GRETA	378502
45	1995	Venezuela	Tibisay	CIP382171.11	CIP380086.3	MEX BULK





GRACIAS

