



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO

“SEMANA NACIONAL DE LA INNOVACION”

# PROGRAMA NACIONAL DE RAICES Y TUBEROSAS

Setiembre 24, 2020

## Contenido

- Programa Nacional de Raíces y Tuberosas - PNRyT
- Diversidad Genética de la Papa en el Perú
- La Papa y su Contribución en Nutrición y Protección de la Salud
- Desarrollo de Variedades e Innovaciones Tecnológicas Frente al Cambio Climático
- Producción Orgánica – Biológica y Manejo Integrado de Cultivo
- Producción de Semilla Genética



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

- 05 Estaciones Experimentales
- Mas de 20 Proyectos de Investigación
- 20 Científicos

Trabajos de investigación en coordinación con instituciones nacionales y extranjeros

- Centro Internacional de la Papa
- Universidad Nacional Agraria La “Molina”
- Universidad Wisconsin Madison
- Universidad Peruana Cayetano Heredia
- Varias Universidades Nacionales y Privadas del País
- Agricultores colaboradores

EEA Baños del Inca  
Cajamarca

EEA Santa Ana Junín

EEA Canaán, Ayacucho

EEA Andenes, Cusco

EEA Illpa, Puno



## OBJETIVO

Desarrollar tecnologías competitivas y adaptadas a condiciones agro ecológicas, sociales y económicas de los productores de papa, que permita incrementar y mejorar la producción y productividad a fin de contribuir en la seguridad alimentaria del poblador y la rentabilidad del cultivo.



Desarrollo de variedades de papa para consumo directo, procesamiento y con alta calidad nutricional con resistencia a factores bióticos y abióticos



Adaptación de Tecnologías de Producción de Papas Mejoradas y Nativas en Condiciones de Cambio Climático



Producción de semilla genética de variedades de papa liberadas por el INIA

## DIVERSIDAD GENETICA DE LA PAPA

*Solanum* sec. Petota (Solanaceae):

1. Silvestres : 188, 91 en Perú.
2. Semicultivadas
3. Cultivadas:
  - 3.1 Grupo de Cultivares Nativos
  - 3.2 Grupo de Cultivares Mejorados,  
(Contenidas en 8 especies)
 Citológicamente pertenecen a una serie Poliploide:



Serie XVI: Tuberosa Cultivadas Rybd., Hawkes	Abreviación	Ploidía
<i>Solanum ajanhuiri</i> Juz. y Buk.	Ajh	2n = 2x = 24
<i>Solanum phureja</i> Juz. y Buk. (Chaulina)	Phu	2n = 2x = 24
<i>Solanum stenotomum</i> Juz. y Buk. (Poccyá)	Stn	2n = 2x = 24
<i>Subsp. goniocalyx</i> Juz. y Buk. (Runtush)	Gon	2n = 2x = 24
<i>Solanum x chaucha</i> Juz. y Buk. (Huayro)	Cha	2n = 3x = 36
<i>Solanum x juzepczukii</i> Buk. (Azul Waña)	Juz	2n = 3x = 36
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Tbr	2n = 4x = 48
subsp. andigena (Ccompis)	adg	2n = 4x = 48
subsp. tuberosum	tbr	2n = 4x = 48
<i>Solanum curtilobum</i> (Yuracc Shiri)	Cur	2n = 5x = 60

(Hawkes, 1990; Ochoa, 1990; Spooner, 2004)



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

## Resistencia a Enfermedades bióticas

	Agente causal	Especies con resistencia
Hongos	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>demissun, acl, chacoense, acaule, andigena, phu, stn, 28</i>
	<i>Synchytrium endobioticum</i>	<i>acl, ajanhuiri, curtilobum, phureja, mcd, juz, stn, 20</i>
	<i>Spongospora subterranea</i>	<i>acaule, ajanhuiri, curtilobum, phureja, mcd, juz, stn, 20</i>
	<i>Alternaria solani</i>	<i>acl, andigena, blb, chc, phu, stn, 9</i>
Virus y Viroides	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>adg, chc, phureja</i>
	<i>Fusarium</i>	<i>adg, chc, tbr, berthaultii</i>
	PVX, PVY, PLRV	<i>acaule, cur, blb, dms, juz, phu, 18</i>
Plagas	PSTVd	<i>acaule, berthaultii</i>
	<i>Epitrix cucumeris</i>	<i>acl, ver, chc, dms, jam, mcd, spl, 19</i>
	<i>Myzus persicae</i>	<i>verucosum, bukasovii, ver, stoloniferum, 14</i>
Nematodos	<i>Premnotrypes vorax</i>	<i>acl, adg, curtilobum, polyadenium</i>
	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	<i>berthaultii</i>
	<i>Globodera spp.</i>	<i>acl, adg, juz, mga, aln, 29</i>

## Resistencia a Enfermedades abióticas

	Agente causal	Especies con resistencia
<b>Heladas</b> ( muerte de follaje por baja Temperatura)		<i>acaule, ajanhuiri, andigena, cur, chc, cmm, dms, juz, 31</i>
<b>Calor</b> (exceso de respiración)		<i>acaule, alandiae, blb, crc, 7</i>
<b>Sequía</b> (reducción de fotosíntesis)		<i>andigena, tbr, berthaultii, spl, 16</i>
<b>Salinidad</b> (strés de iones)		<i>acaule, chacoense, tarijense</i>

**Sólidos Totales** (contenido alto de proteínas y almidón)  
*ajanhuiri, adg, acl, chc, cur, dms, stn, 23*



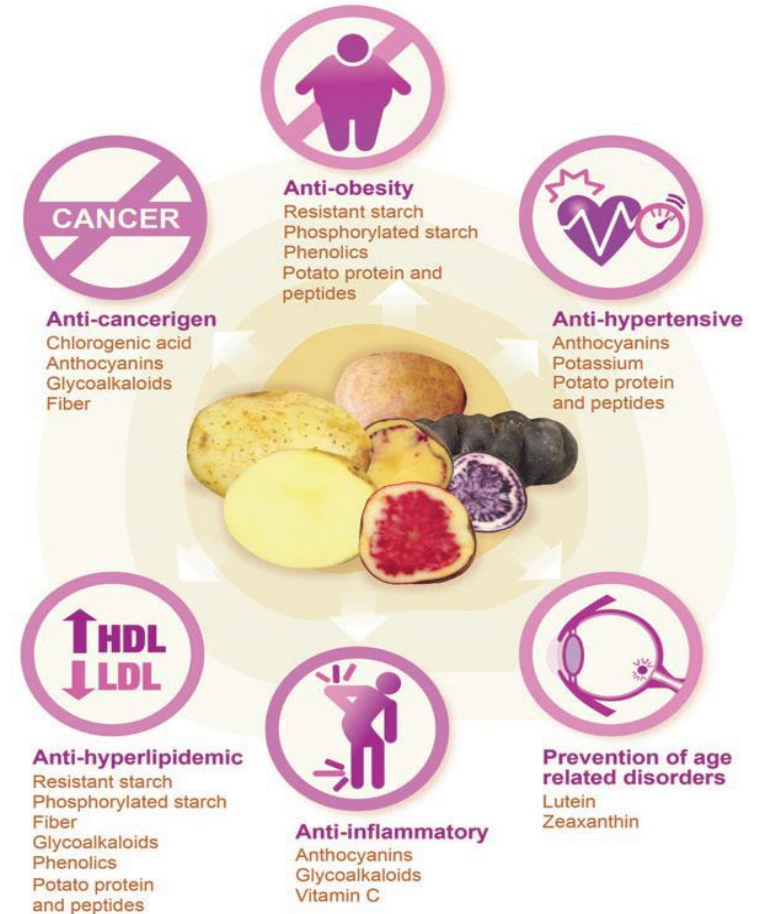
PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

## La Papa y la Contribución Nutricional y Protección de la Salud

Las papas nativas presentan un rango amplio de variabilidad de la concentración de Fe, Zn, Vit. C. La deficiencia de Fe puede producir anemia e incrementar la susceptibilidad a infecciones sobre todo en niños y mujeres que son más vulnerables debido a sus requerimientos diarios.

Las papas de pulpa morada y roja contienen cantidades altamente significativas de antocianinas a las cuales se les atribuye propiedades



**PERÚ**Ministerio  
de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

## CONCENTRACION DE MINERALES EN CULTIVARES DE PAPA NATIVA



	Materia Seca (%)	Energía Total (kcal/100 g)	Proteína Cruda (g/100 g)	Hierro (mg/100 g)	Zinc (mg/100 g)
Allqa Palta	28.71	109.67	2.02	0.28	0.35
Ayrampu	29.63	118.17	2.51	0.63	0.43
Sortijillas	29.98	111.17	1.76	0.26	0.31
Qori Markina	25.85	96.33	2.44	0.47	0.28
Aqo Suytu	30.34	123.17	2.62	0.52	0.28
Puka Huayru	28.13	111.33	2.23	0.57	0.32
Sirina	29.56	112.67	2.56	0.54	0.41
Riti Sisan	33.00	118.67	2.41	0.56	0.33
Chiqchi Pasña	30.48	121.00	1.87	0.72	0.38
Peruanita	30.43	118.50	2.30	0.43	0.34
Runtus	24.7	103.50	2.95	0.60	0.34
Yana Puqya	25.91	108.83	2.84	0.57	0.41





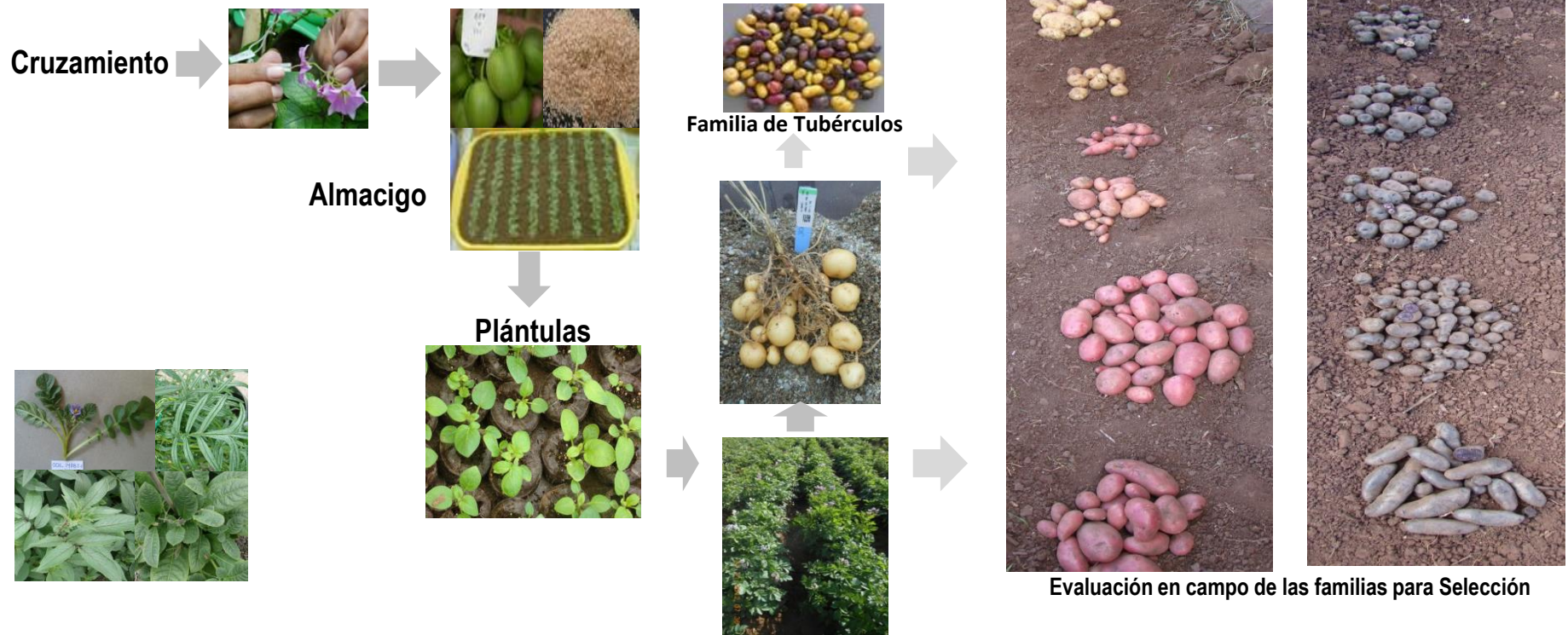
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# Desarrollo de variedades frente al cambio climático





PERÚ

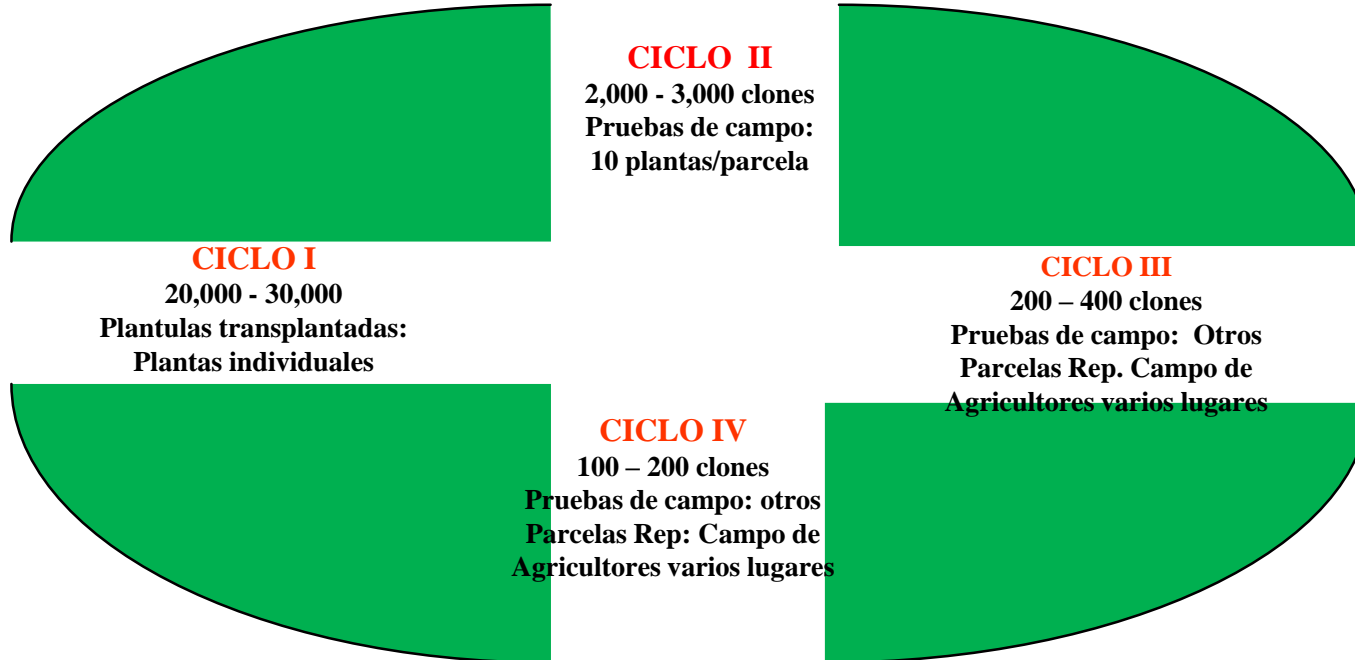
Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# Selección Recurrente Fenotipica (SRF)

## Etapas de Ciclos de Mejoramiento Genético

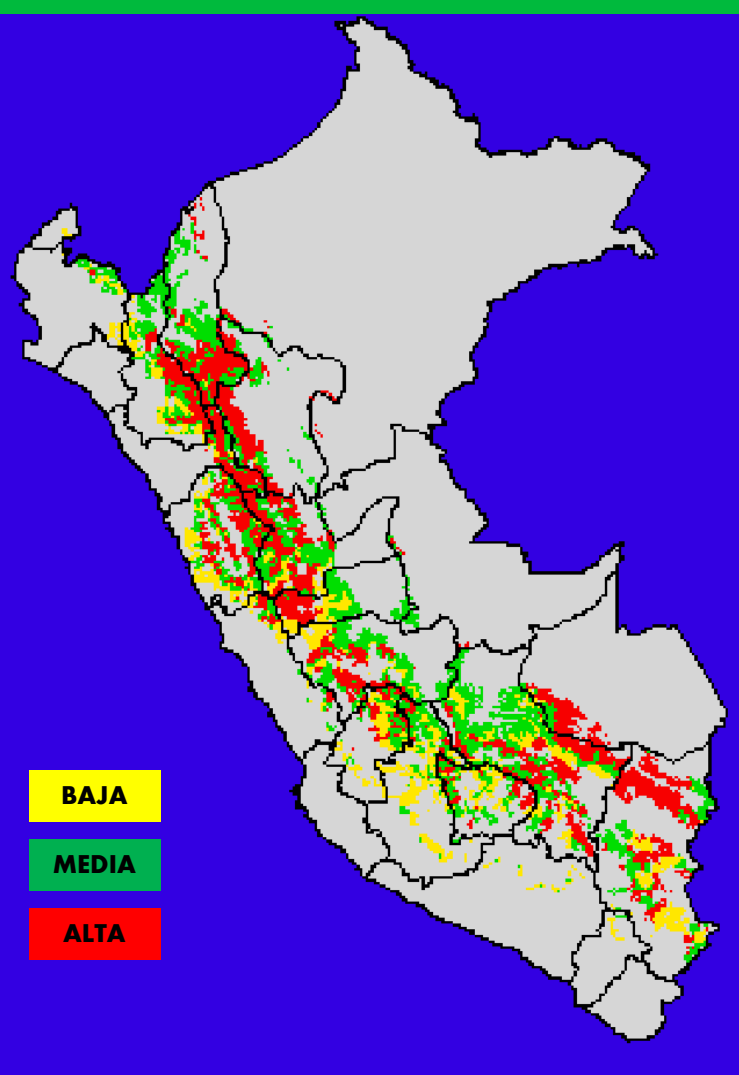


# RANCHA O TIZÓN TARDIO

## *P. infestans*



Instituto Nacional de Innovación Agraria





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Es uno de los principales problemas que afectan el cultivo de papa ocasionando pérdidas hasta en un 100%. Enfermedad agresiva y devastadora del cultivo de la papa. Ataca a las hojas, tallos y tubérculos. Para no perder el cultivo los productores realizan más de 14 aplicaciones de fungicidas.





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## “INIA 305 SERRANITA” e “INIA 326 SHULAY”



- Resistencia horizontal a rancha (*P. infestans*)
- Tolerante a virus PVX , PVY y PLRV
- Tolerante a Heladas
- Materia Seca de 22 a 24 %
- Adaptada a la costa y sierra desde 0 a más de 3,800 m. de altitud
- Periodo vegetativo: Semi precoz
- Rendimiento: 35 t/ha.
- Muy buena aptitud industrial, por la forma del tubérculo, ojos superficiales y cáscara delgada. Pelado mecánico
- Muy Buena para la preparación de tiras o bastones. Papa para pollería y elaboración de hojuelas.

## Variedades Liberadas

Variedad	Resistente	Fritura	
		Bastón	Hojuela
Canchan	R	X	
Venturana	R	X	X
Altiplano	R		
Roja			X
Ayacuchana	R		
Anteñita	R		
Tocasina	R	X	X
Wankita	R		
Puca Lliclla	R		X
Pallay Poncho	R		X
Chucmarina	R		X
Serranita	R		X
Colparina	MR		X
Puneñita	R	X	
Shulay	R	X	X
Puca Cancha	R	X	X

## Clones en Evaluación Final

### Poblaciones (adg) x (adg)

CLON	Resistente	Rdto (t/ha)
513502,32	R	45,8
513501,41	R	39,8
513505,30	R	44,6
523501,36	R	41,8
513501,14	R	38,7
513502,10	R	39,6
513502,28	R	41,5
513501,18	R	42,3
513501,5	R	44,7
513501,33	R	38,6

Buena aptitud industrial para fritura  
en bastones.



# VARIETADES MEJORADAS CON RESISTENCIA A HELADAS

- Perú es el tercer país, a nivel mundial, y el segundo a nivel Latinoamericano con riesgo por el cambio climático (Brooks y Adger, 2003).
- Perú es el país con mayor índice de estrés hídrico de América del Sur (Trigoso, 2007).
- El año 2016, se estimó una pérdida de 25,600 hectáreas de papa, maíz amiláceo y quinua en la sierra por estrés de sequía; con una pérdida estimada, ascendente a S/. 112'176,115.00 (MINAGRI, 2016).





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## “INIA 316 ROJA AYACUCHANA” “INIA 330 WIÑAY”



- Resistente a Heladas
- Tolerante a granizo
- Muy tolerante a sequía
- Tolerante a *Globodera* sp. y *Nacobbus* sp.
- Medianamente resistente a *Rancha* (*P. infestans*)
- Tolerante a virus PVX y PVY, PLRV
- Tolerante a roña
- Materia seca de 20 a 23 %
- Adaptada a la sierra, a más de 3,800 m. de altitud
- Periodo vegetativo: Semi precoz
- Muy buena para tunta





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# “INIA 313 WANKITA”



- Resistente a *Globodera pallida*
- Rancha (*P. infestans*)
- Tolerante a virus PVX y PVY
- Tolerante a Heladas
- 22 a 24 % de materia seca
- Adaptada a la costa y la sierra desde 0 a más de 3,800 m. de altitud
- Periodo vegetativo: Semi precoz
- Muy buena aptitud industrial, preparación de tiras, papa para pollería.

# Desarrollo de Poblaciones Tolerantes a Heladas y Sequia

CLON	Rdto. (tn/ha)	MS (%)
515133.7A	40.37	25.01
515132.9	48.15	17.51
515141.24	38.89	26.54
515133.1C	40.00	35.51
515114.6	60.74	19.09
515113.7	48.52	19.84
515132.8A	38.15	31.78
515114.1B	66.3	21.54
515132.10B	38.52	34.18
515141.18B	57.04	32.72
515132.8	48.15	31.64
515136.10B	53.33	23.76
515128.5A	41.85	28.05
515136.11A	36.3	29.76
515132.11B	52.59	29.01
515133.8A	46.67	30.19
515132.5A	44.81	29.11
515141.12	37.41	30.19
515141.28	38.15	27.11
515132.13	38.52	29.01

## Colaboración con la Universidad de Wisconsin

CODIGO	PROGENITORES USADOS EN CRUCES
P1	(CRI x fusion*) x 4x mga
P2	adg 546023 x (56.28 x fusion*)
P3	(adg 546023.13 x 4 x mga) x 4x cmm
P4	(adg 546023.13 x mga) x fusion**
P5	(56.28 x fusion*) x adg 546023
P6	(GO52 x fusion*) x adg 546023
P7	(India 1035 x 4x mga)x(56.28 x fusion*)
P8	(56.28 x fusion*) x imilla negra
P9	Imilla negra x (mga 56.28 x fusion **)
P10	Imilla negra x fusion **
P11	4 x mga x imilla negra
P12	(adgXX51 x 4xmga) x fusion**
P13	(adgXX51 x 4xmga) 4x cmm
P14	(adgXX51 x 4x mga) x [mezcla(56.28 x fusion**). (CRI x fusion**) y (fusion x stn 458393)]



**Se ha desarrollado, 275 familias (151250 progenies)**

# Desarrollo de Experimentos y Evaluaciones

Selección Participativa Varietal (SPV)





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

## Clones Biofortificados y Funcionales

Fenoles totales en mg GAE/100g MS, en clones no cocidos

CLON	FT mg GAE/100g	FT mg GAE/100g MS
Amachi 32	0.741	4.0154
Amachi 204	0.5298	2.8362
511178.74	0.7363	4.6145
511114.27	1.2526	8.2154
511120.43	0.8419	4.3918

Fenoles totales en mg GAE/100g MS, en clones cocidos

CLON	FT mg GAE/100g	FT mg GAE/100g MS
Amachi 32	0.7935	3.8409
Amachi 204	1.2148	5.8063
511178.74	1.3646	7.2398
511114.27	1.6668	8.3357
511120.43	1.4255	6.6088



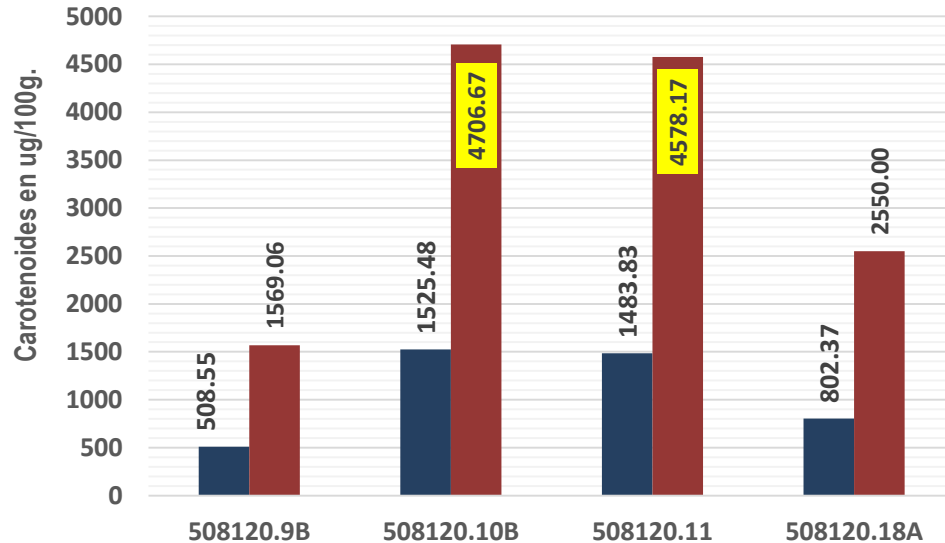


PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# Clones Biofortificados y Funcionales

Carotenos totales en peso seco y fresco en ug/100g





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# NUEVOS CLONES ELITE SELECCIONADOS CON ALTO CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

cianidina-3-glucosido

CLON	Antocianinas (mg C3G/100g)pf
508120.08	12.24
511106.65	24.55
507130.07	15.32
511112.01	17.33
511134.64	10.24
511110.16	9.85
511106.92	11.27
521625.43	12.25
511178.18	11.52
511116.02	18.35
511734.02	11.58
511114.08	18.56
TESTIGO	4.25





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# NUEVOS CULTIVARES CON ALTO CONTENIDO DE MINERALES Y POLIFENOLES (Antocianinas)

Cultivar	MS (%)	Fe	Zn	K	P	Rdto. t/ha
INIA 328 KULLI	23	65.18	20.81	1.96	0.40	22.00
INIA 324 BAÑOSINA	23	16.2	8.6	-	-	32.00
INIA 321 KAWSAY	25	18.5	16.50	-	-	30.00

## INIA 328 “Kulli”

Resistente a virus PVX, PVY  
Medianamente tolerantes a Rancho  
Tolerante a Heladas  
Alta concentración de polifenoles, con gran actividad antioxidante.  
Adaptada a más de 3,800 m.





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# Recombinación Genética (Cruzamientos)

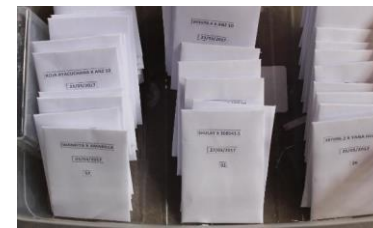


Instituto Nacional de Innovación Agraria

**Nuevas progenies recombinando las características favorables con variedades nativas y clones elite para el desarrollo de genotipos superiores en resistencia, adaptación, rendimiento y cualidades industriales.**



Característica	Cruzas Realizadas	Número de Familias	Número de Semillas
Rancho X Biofortificados y Funcionales	1000	121	60,500
Sequía X Biofortificados y Funcionales	1550	240	144,000
Heladas X Biofortificados	710	215	129,000
Rancho x Calidad	456	178	106,800
Rancho X Funcionales	955	86	51,600
<b>Total</b>	<b>4671</b>	<b>840</b>	<b>491,900</b>





# Mapa Tecnológico de Uso



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Procesados y  
Transformación

Colorantes para  
Alimentos

Antioxidantes

Industria  
Cosmética

Alimento funcional

Componentes  
Bioactivos

INDUSTRIA DE  
PROCESADOS Y  
TRANSFORMACION

NANOTECNOLOGIA





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# Producción Orgánica – Biológica y Manejo Integrado de Cultivo

## Principales Problemas Fitosanitarios en el Peru



**Rancha**

*P. infestans*



**Gorgojo de los  
Andes**

*Premnotrypes* spp.



**Polilla**

*S. Tangolias*  
*P. operculella*



**Nematodo Quiste de  
la Papa (NQP)**

*Globodera* spp.



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# Suelo Supresivo



## Consorcios Microbiales (CM)

*Beauveria bassiana*

*Beauveria brogniartii*

*Metarhizium anisopliae*

*Bacillus subtilis*

*Azotobacter chroococcum*

*Trichoderma harzianum*

*Lecanicillium lecanii*

*Myrothecium verrucaria*

**Inhiben y antagonizan** el desarrollo de fitopatógenos

**Restauran** las plantas afectadas por diferentes tipos de estrés

**Mejoran la resistencia** a plagas, enfermedades  
Mejorar la resistencia a factores climáticos adversos

Aumentan la **solubilidad de los nutrientes** del suelo y su absorción por las plantas

Cambia las **propiedades químicas y físicas** del suelo

**Mejoran** el equilibrio nutricional de la planta

**Promueven** la secreción de exudados radiculares

Optimizan el **aprovechamiento de los fertilizantes** químicos ayudando a reducir su uso.



PERÚ

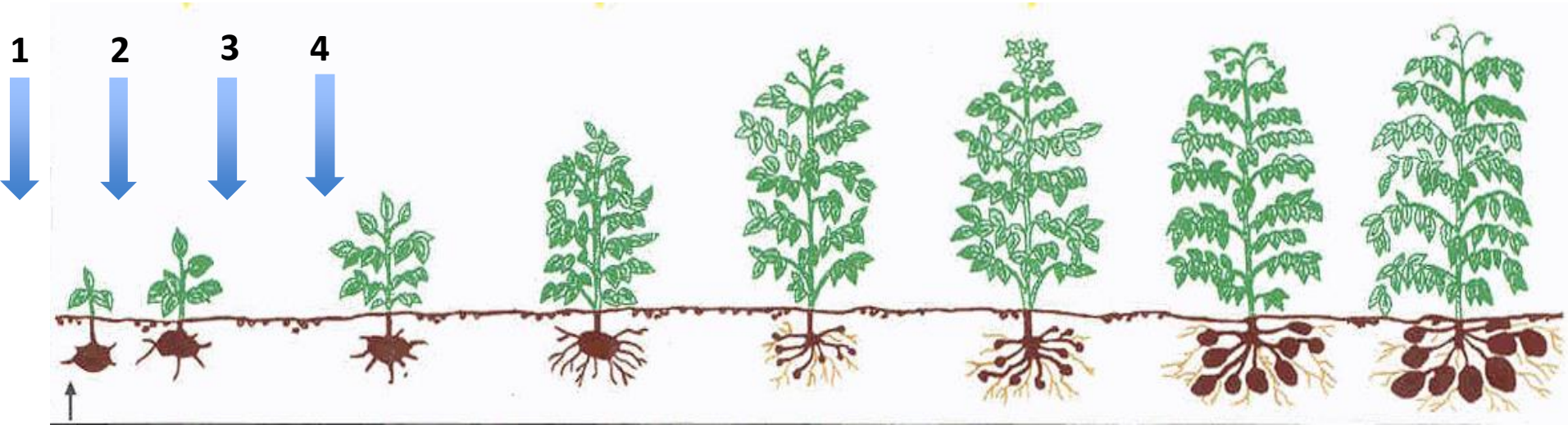
Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# APLICACIONES

1. Aplicación al momento de la siembra, fondo de surco
2. Al brotamiento - cuello de la planta
3. Antes del primer aporque - cuello de la planta
4. Después del primer aporque – cuello de la planta.





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## Gorgojo de los Andes



Se redujo daño por *Premnotrypes* spp. hasta 7 %

## Progreso de la enfermedad (*P. infestans*) después de la siembra (días)

TRAT	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	AUDPC
CM 1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	25	50	75	90	1,452,5
CM 2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	10	10	10	25	50	612,5
CM 3	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	10	25	50	50	840,0
CM 4	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	10	25	50	75	927,5
CM 5	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	10	10	25	50	560,0
CM 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	26,25
Control	0	3	3	3	10	25	25	50	75	75	75	90	98	100	4,060,0
Químico	0	0	3	3	3	3	10	10	25	25	25	25	25	50	1,260,0

Brotamiento

Desarrollo foliar

Inicio formación tubérculos

Formación tubérculos

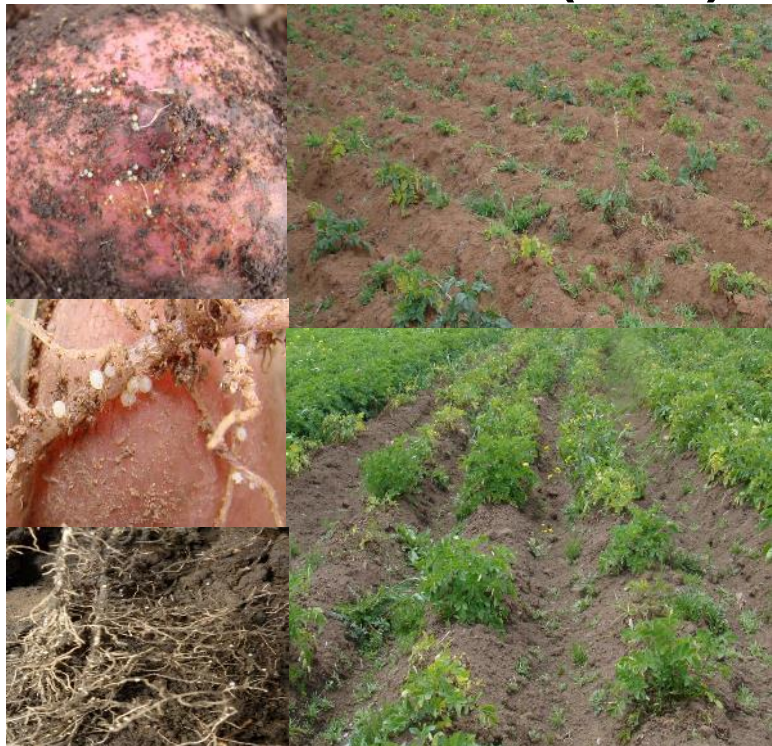
Floración

Llenado tubérculos

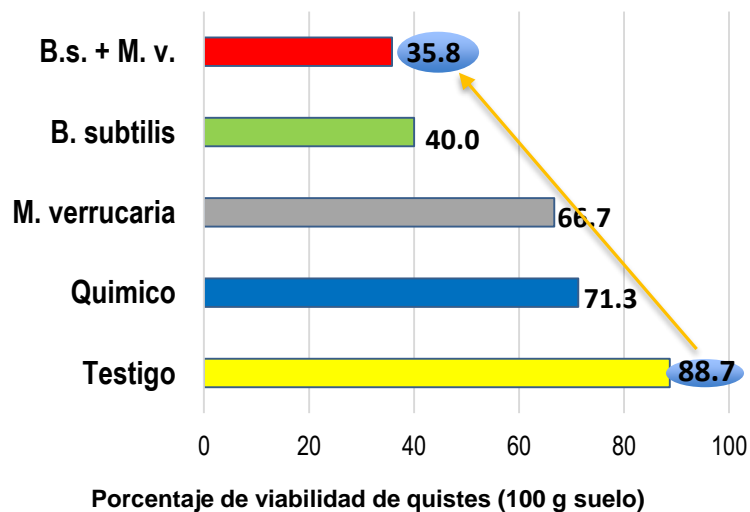
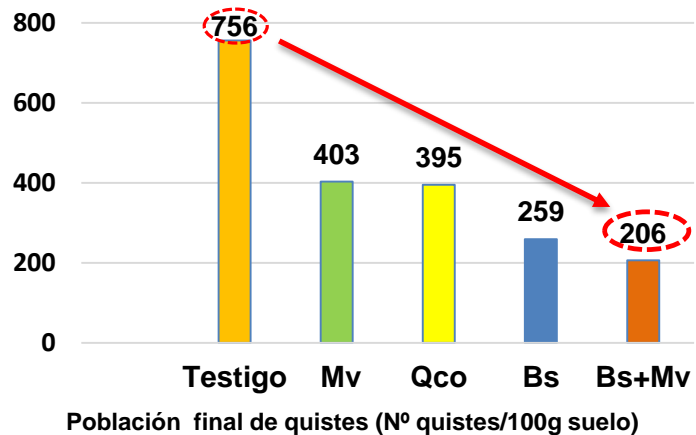
Cosecha



# Nematodo Quiste (NQP)



Parcelas de papa en campo de agricultores con infestacion de NQP



Vacuolización de Quistes





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA



Producción de tubérculos por  
estrés hídrico, alta densidad  
(3000 tub/m<sup>2</sup>)



Producción de tubérculos por brotes a partir de tub. pre básicos son  
procesados para obtener mayor número de brotes vigorosos con las  
normas de asepsia.





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

# PRODUCCION DE SEMILLA PRE BASICA POR AEROPONIA



Índice de multiplicación con sistema convencional: 200%



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

EL PERÚ PRIMERO

**Gracias....**

Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Agraria Andenes Cusco

[lpalomino@inia.gob.pe](mailto:lpalomino@inia.gob.pe)