

# Búsqueda de evidencias de la introgresión de genes exóticos en variedades nativas y parientes silvestres de la papa cultivada

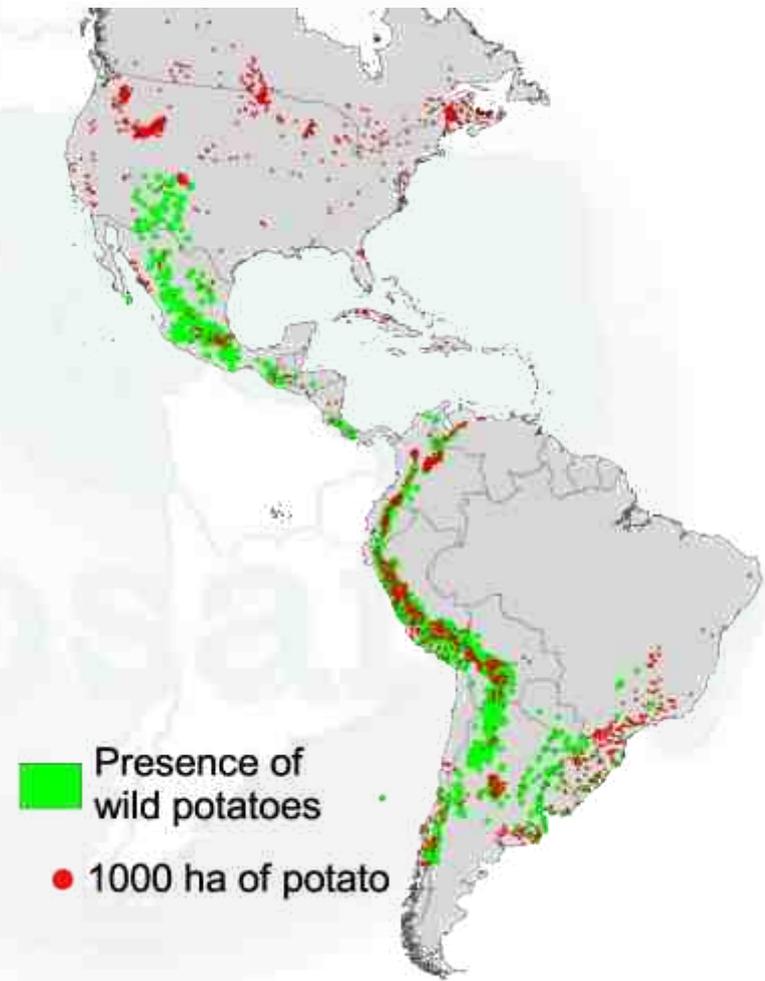
María del Rosario Herrera, Juan Daniel Montenegro y Marc Ghislain

Centro Internacional de la Papa (CIP)

# La domesticación de la papa



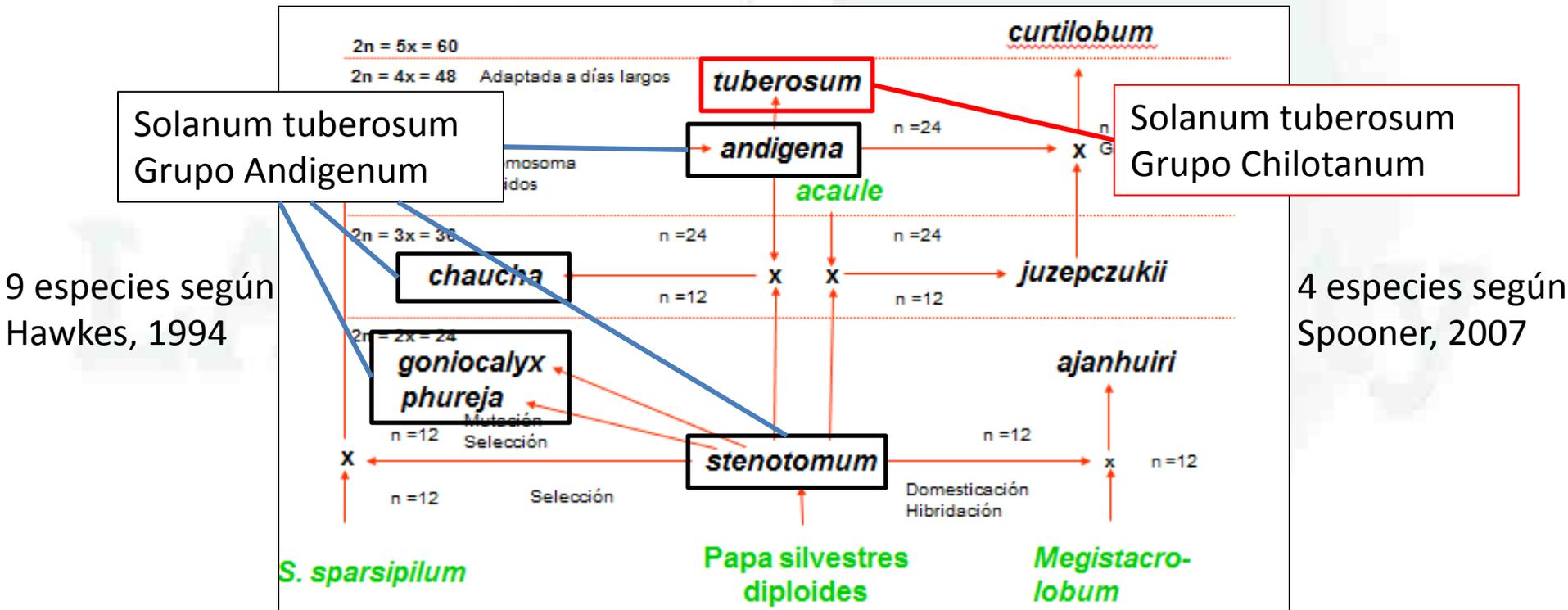
- “La papa fue domesticada sucesivamente de especies silvestres a través del tiempo y espacio a partir de un complejo ancestral mediante poli-ploidización sexual” Hosaka, TAG, 1995
- “nuestros datos (marcadores ADN - AFLP) apoyan un origen monofilético de las papas nativas a partir del componente norte del complejo *Solanum brevicaulle* (especies silvestres) en el Perú” Spooner et al., PNAS, 2005.



# El flujo de genes en el caso de las papas nativas



- “nuestra investigación demuestra que hibridación natural ocurre en las áreas de diversidad de la papa en los Andes y , posibilidades de sobrevivencia de estos nuevos híbridos” Scurrah et al. Euphytica, 2008.



# Papa modificada genéticamente por ingeniería genética



- Papas nativas: >10,000, 2x a 5x, resultan de la domesticación por los agricultores, producción a pequeña escala y tradicional.
- Papas comerciales: 1 a 3 dominan, 4x, resultan del mejoramiento genético, producción a escala mediana e industrial.
- Por motivos económicos, solo las papas comerciales son y serán sujetas a la IG:
  - Newleaf™ variedad de Monsanto: resistente al escarabajo de Colorado, PVY y PLRV, 1997 - 2001 en EEUU y Canadá.
  - Amflora™ variedad de BASF: almidón modificado (sin amilasa), 2010 en UE.
  - Bajo revisión:
    - Fortuna variedad de BASF : resistente a tizón tardío, solicitud en UE 2011 (otras en preparación por ABSPII, DuRPh, y CIP).
    - Bt-spunta variedad de MSU (ABSPI): resistente a la polilla, solicitud en AS 2008.



# Flujo de transgenes no-intencional en el germoplasma de las papas nativas



- Existen por lo menos 7 condiciones para la introducción no-intencional de transgenes de una papa comercial MG a una papa nativa:
  1. La variedad comercial MG debe ser fértil
  2. Debe haber coincidencia en floración
  3. Tienen que estar dentro de un rango de distancia <20 m
  4. Debe haber insectos polinizadores
  5. La semilla híbrida debe germinar
  6. El híbrido debe ser viable
  7. Finalmente, el agricultor debe adoptar el híbrido como una nueva papa nativa

# Búsqueda de evidencias del flujo de genes no intencional – ex post



- En el Perú, existen papas comerciales, fértiles, cultivadas por agricultores por varios años en campo mezclados con nativas.
- El flujo de genes no-intencional podría evaluarse al detectar híbridos dentro del germoplasma de las papas nativas cultivadas por estos agricultores.
- Se identificó la variedad comercial ‘Yungay’ como el parental más adecuado.
- Siendo ‘Yungay’ producto del mejoramiento genético usando germoplasma no-Andino (*Tuberosum*), se puede considerar como fuente de genes exóticos.



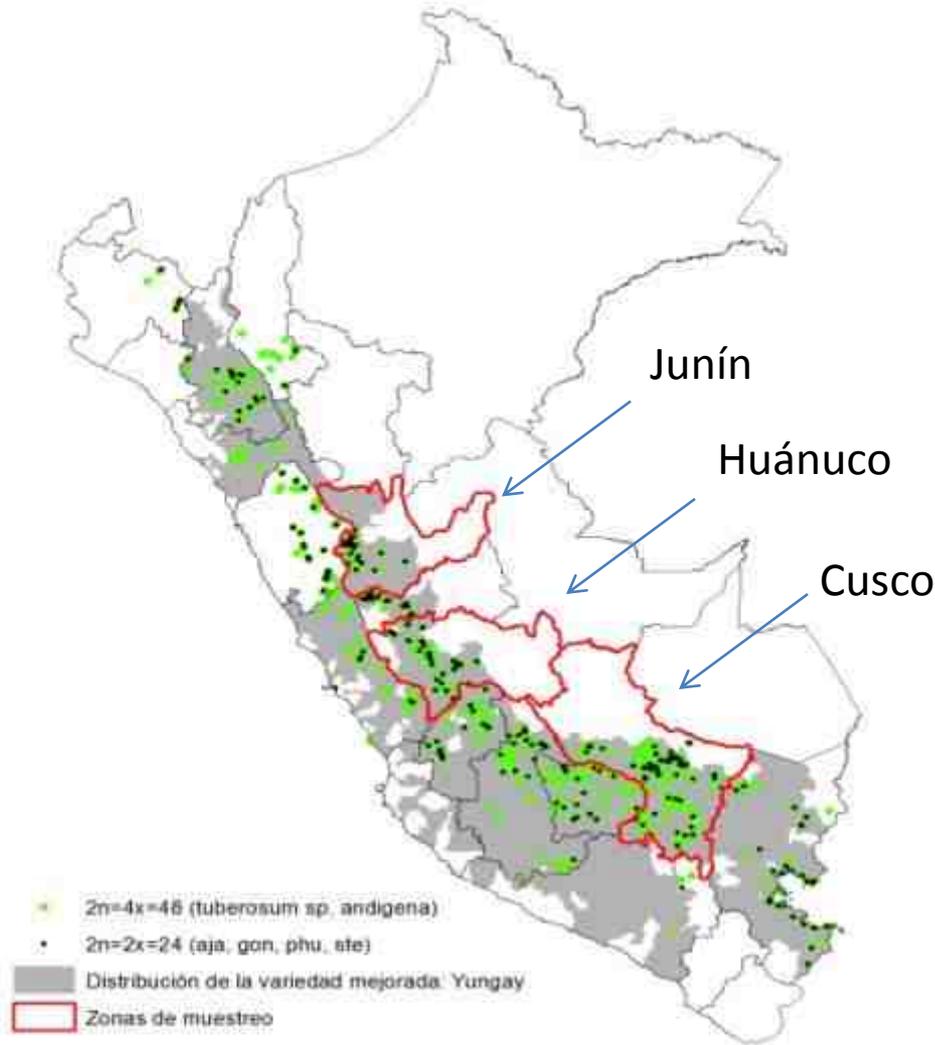
# Selección de los lugares de colecta de las papas nativas



Se seleccionaron tres regiones donde 'Yungay' coexistió con papas nativas entre 15 y 25 años: Junín, Huánuco y Cuzco .

En las localidades seleccionadas, se hizo un inventario de los cultivares de papas nativas. Se registraron los datos etnobotánicos y de GIS

**Guzman & Juarez.** Metodología de análisis espacial para apoyar la toma de decisiones sobre la posible liberación de organismos genéticamente modificados de papa en el Perú.



# Detección de los híbridos por marcadores moleculares



- **Toma de muestras.** En el campo de cada agricultor se tomaron muestras de hoja de todas las variedades nativas sembradas y, en algunos casos, de la variedad comercial seleccionada.
- **Marcadores SSR.** Se amplificaron los marcadores SSR del set de identificación genética de la papa (IGP) por ser bien caracterizados, de locus único, distribuidos en todo el genoma y con frecuencias alélicas estimadas a partir de la colección de germoplasma del CIP.
- **Detección de híbridos putativos.** Una muestra se considera como un híbrido putativo si tiene al menos un alelo común con la variedad mejorada en cada locus evaluado, y tiene al menos un alelo diferente.

# Selección de los marcadores SSR



- Se identificó los marcadores SSR con alelos los menos frecuentes posibles de 'Yungay' dentro del germoplasma de papas nativas y sin alelos nulos (741 papas nativas - grupo Andígena ).
- El tamizado para la identificación de híbridos se hizo secuencialmente con estos marcadores SSR.

STM1104

Alelo	Registro	Frecuencia
STM1104.178	0	
STM1104.181	0	
STM1104.182	1	0.028
STM1104.183	0	0.062
STM1104.186	0	
STM1104.187	0	
STM1104.188	0	
STM1104.189	0	
STM1104.190	1	0.063
STM1104.192	0	
STM1104.193	0	
STM1104.195	0	
STM1104.196	0	
STM1104.199	0	
<b>Frec Total locus</b>		<b>0.091</b>

STM0031

Alelo	Registro	Frecuencia
STM0031.185	0	
STM0031.189	0	
STM0031.195	0	
STM0031.196	0	
STM0031.197	0	
STM0031.202	0	
STM0031.203	1	0.388
STM0031.205	0	
STM0031.206	0	
STM0031.211	0	
<b>Frec Total locus</b>		<b>0.388</b>

# Muestras del estudio



- 1,771 muestras colectadas representando mas de 400 papas nativas, 1,671 fueron de la calidad necesaria para los análisis de genotipificación (244 de Junín; 143 de Cusco; 1284 de Huánuco).
- Dentro de las muestras colectadas, se obtuvo 25 muestras referidas como 'Yungay' por los agricultores.



Departamento	Localidad	No de Campos	No variedades
Huánuco	Huacora	6	100
	Monte Azul	3	100
	Huamalli	8	150
	Rodeo de Margos	10	200
	San Juan de Tingo	5	300
	Callampas Alto	4	300
*Cuzco	Paucartambo		
	Uscamarca		100
	Chacllabamba		
Huancayo	Nuñunguayo	6	30
	Masmachicche	5	50
	Chuamba	6	20
	Chicche	7	300
	La Libertad	5	20
	CasaBlanca	7	20
	Aramachay	2	50
	Pomamanta	4	300

\*Muestras provenientes de una cosecha comunal

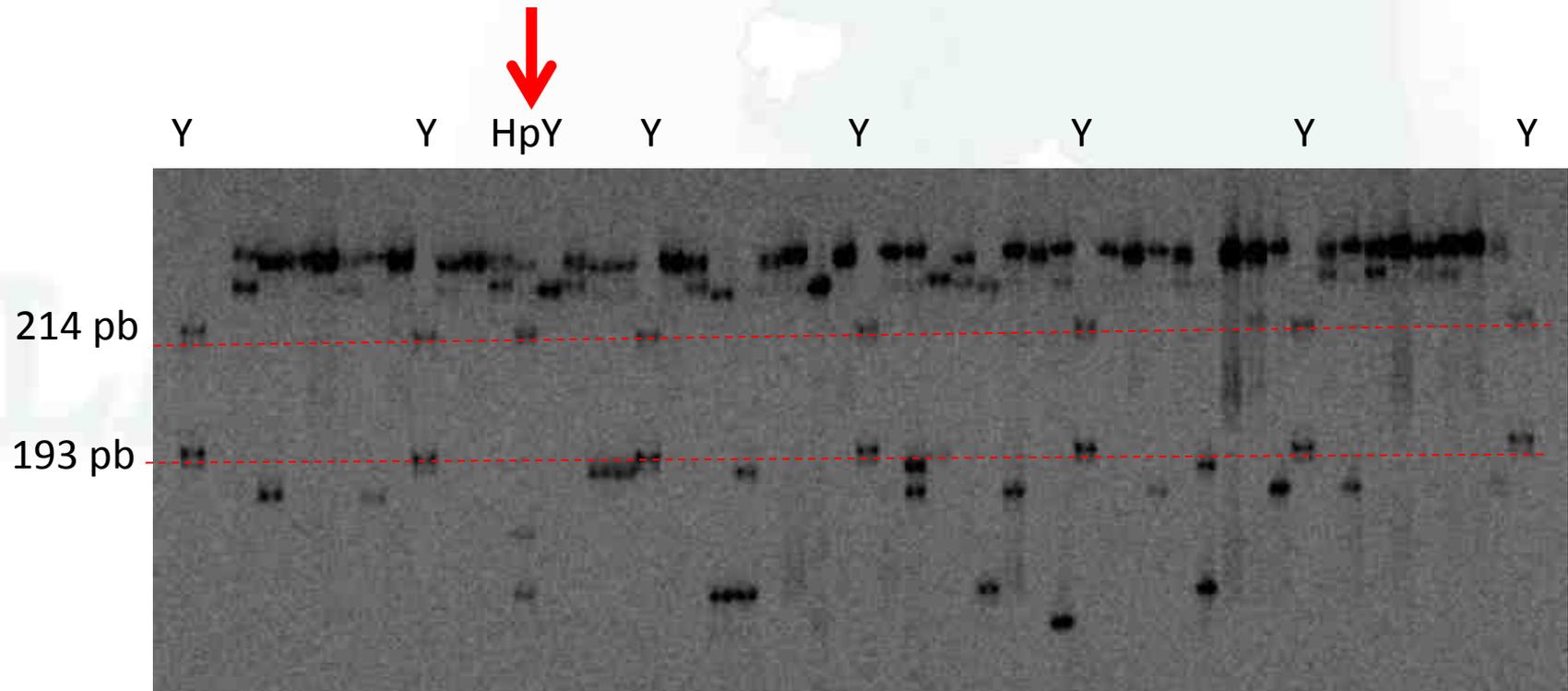
# Híbridos putativos



Marcador SSR: **STI0023**

Y = Yungay

HpY = híbrido putativo con Yungay



# Tamizado secuencial por marcadores SSR



Localidad	Nro. De muestras	Nro de muestras que comparten alelos con la variedad Yungay											
		STM1104	STI0032	STM1106	STM5121	STI0012	STM0031	STM1052	STPoAc58	STG0016	STM1053	STM5127	STI0023
Junin	244	57	18	17	4	2	2	2	2	2	1	0	
Cuzco	143	46	3	2	0								
Huánuco	1284	323	181	77	41	29	27	20	16	15	15	14	0

- Se tamizó con 30 marcadores SSR
- Con solo 12 se descartó la presencia de un híbrido de 'Yungay' de un total de 1,671 muestras.
- Eso incluye a las 25 muestras mantenidas por los agricultores como 'Yungay' de los cuales 8 son verdaderamente 'Yungay' y 17 papas nativas (ningún híbrido de 'Yungay').

# Discusión de los resultados



- Se seleccionó una variedad de papa comercial fértil y simpátrica con las papas nativas – ‘Yungay’.
- De 1,671 muestras representando 400 papas nativas colectadas en los lugares donde el flujo de genes pudiera haber ocurrido, ninguna resultó ser un híbrido de ‘Yungay’.
- Las razones de no haber encontrado un híbrido pueden ser la escasez de condiciones realmente simpátricas, menor presencia de insectos polinizadores, la baja germinación espontánea de la semilla botánica de la papa, o la indiferencia de los agricultores hacia los híbridos.
- Los resultados obtenidos demuestran que, de ocurrir un cruce entre papas mejoradas (sea MG o no) y papas nativas, es poco probable que el híbrido resultante sea mantenido dentro del germoplasma de papas nativas de los agricultores alto-andinos.