

FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE PAPA INIAP-SuperFri

ELABORADO POR: Jorge Rivadeneira, Fausto Yumisaca, Cecilia Monteros, Marcelo Racines y Xavier Cuesta.

1. NOMBRE DE LA VARIEDAD

INIAP- SuperFri

2. ESPECIE

Nombre común: papa

Nombre Científico: *Solanum tuberosum* L.

3. FECHA DE OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD

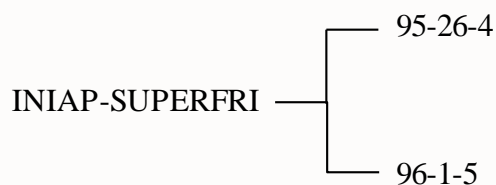
Junio de 2021

4. OBTENTOR(ES)

Jorge Rivadeneira, Fausto Yumisaca, Rodrigo Aucancela (†), Xavier Cuesta.

5. ORIGEN

La variedad INIAP-SuperFri proviene del cruzamiento de los clones 95-26-4 x 96-1-5, con características de resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y calidad para consumo en fresco y procesamiento tipo bastón (INIAP, 2017; 2018; 2020).



El trabajo de mejoramiento para la selección de la variedad INIAP-SuperFri empezó en el año 1998 en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC), con la evaluación de 106 clones provenientes del banco activo del PNRT papa con resistencia a tizón tardío, rendimientos superiores a las 30 t/ha, calidad para consumo en fresco y procesado. Se identificaron 20 progenitores y se realizaron 103 cruzamientos de los cuales se obtuvieron 12000 progenies. Por características morfológicas de los tubérculos y

resistencia a tizón tardío, se seleccionaron 5000 clones de primera generación, 100 clones de segunda y tercera generación, a continuación, en las pruebas preliminares de rendimiento se escogieron 20 clones promisorios, estos pasaron a la etapa de evaluaciones complementarias de rendimiento en varios ambientes en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar Tungurahua y Chimborazo. Como resultado de este trabajo el clon 98-38-12 luego denominado INIAP-SuperFri fue seleccionado de forma participativa por sus características de resistencia a tizón tardío, rendimiento superior a 30 t/ha y calidad para consumo en fresco y procesado tipo bastón por su forma oblongo alargado, elevado contenido de materia seca (> 20%) y bajo nivel de azúcares reductores (< 5%).

6. INTRODUCCIÓN

En la Sierra ecuatoriana, la papa es uno de los principales cultivos, representa la base de la alimentación de gran parte de la población ecuatoriana, además es un rubro importante en el sistema de producción y en la generación de ingresos para las familias productoras. Sin embargo, el cultivo es afectado por plagas, enfermedades y factores climáticos adversos que reducen su productividad (Cuesta, 2013).

Para el 2019 el Ministerio de Agricultura y Ganadería, reporta un área sembrada de 22106.85 hectáreas con una producción de 517655.24 toneladas (MAG-SIPA, 2019). La producción de papa se desarrolla entre los 2700 a 3400 metros de altitud, dividida en tres zonas de producción: Norte (Carchi, Imbabura y Pichincha), Centro (Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo) y Sur (Azúay y Cañar) (Cuesta, 2013; Samaniego *et al.*, 2020). Las provincias de la zona central aportan con el 50% de la producción donde Chimborazo se constituye en la principal productora con el 16.57% (MAG-SIPA, 2021). Las preferencias de papa en esta zona central están relacionadas con el color rojo-rosado del tubérculo, pulpa amarilla, forma oblonga, rendimientos superiores a las 30 t/ha que posean resistencia a tizón tardío y un ciclo de cultivo menor a 150 días (Cuesta *et al.*, 2018).

Con base en esta información y a pesar de que las variedades cultivadas tienen las características de calidad, es necesario desarrollar nuevas variedades porque los atributos agronómicos de los cultivares actuales no son los ideales, debido a que la mayoría son susceptibles al tizón tardío, tienen bajo rendimiento y un ciclo de cultivo largo (Cuesta, 2013, Cuesta *et al.*, 2018). Por tanto, es necesario desarrollar una nueva variedad mejorada con las características del ideotipo para la región Central.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD

7.1 Caracterización morfológica

Se utilizaron los descriptores del Centro Internacional de la Papa y de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (Gómez, 2000; UPOV, 2004).

Plantas: Vigorosas, de altura media, hábito de crecimiento semi erecto (Anexo 1).

Tallos: Pigmentado con poco color verde y con alas onduladas (Anexo 2).

Hojas: Disectadas con cuatro pares de folíolos laterales, un par de inter-hojuelas entre folíolos laterales. Ausencia de interhojuelas sobre el peciolo (Anexo 3).

Flores: Presenta floración profusa, color predominante lila e intensidad pálido-claro. El color secundario es blanco con una distribución de forma en estrella. La corola es de forma rotada y el color del cáliz es pigmentado con abundante color verde (Anexo 4).

Baya: Forma ovoide, color verde con abundantes puntos blancos (Anexo 5).

Tubérculos: Forma oblongo alargado, color rojo de la piel, pulpa de color amarillo, ojos superficiales (Anexo 6).

Brote: Color predominante morado, sin color secundario (Anexo 7).

7.2 Características agronómicas

La variedad INIAP-SuperFri presenta una madurez intermedia con un ciclo de cultivo entre 140-155 días. Posee resistencia moderada a tizón tardío, con un rendimiento promedio de 33.43 t/ha (Tabla 1) con variación entre 23.50 y 48.28 t/ha dependiendo del manejo agronómico y las condiciones edafoclimáticas (Tabla 3).

Tabla 1. Principales características agronómicas de la variedad INIAP-SuperFri

Variables	Descripción
Días a la floración*	70 – 90
Días a la cosecha*	145 – 155
Vigor de planta**	Vigorosa
Cobertura de planta**	Completa
Altura promedio de planta (cm)*	0.75-0.95
Reacción a tizón tardío	Moderada***
Brotación*	Múltiple
Periodo de dormancia (días)	60
Tubérculos por planta*	18-25
Rendimiento (kg/planta)*	0.94 - 1.93
Rendimiento promedio (t/ha)*	23.50 – 48.28
Clasificación por tamaños (%)*	
Comercial de primera ¹	30 – 58
Comercial de segunda ²	15 – 28
Fina ³	7 – 14

*Rangos; ** Según escala; ¹ Tubérculos mayores a 80 g; ² Tubérculos entre 40 a 80 g; ³ Tubérculos menores a 40 g; ***Según escala de Yuen y Forbes (2009)

7.3 Características de calidad

Las características de calidad de la variedad INIAP-SuperFri se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características nutricionales de la variedad INIAP-SuperFri

Características	Promedio	Interpretación
Materia seca (%)	21.87	Alto
Azúcares reductores (%) ^a	0.18	Bajo
Proteína (%) ^a	6.15	Medio
Polifenoles (mg/g) ^a	1.47	Medio
Carotenoides (ug/g) ^a	27.51	Medio
Fibra (%) ^a	2.43	Medio
Zn (ppm) ^a	12.00	Medio
Fe (ppm) ^a	25.00	Medio
Mn (ppm) ^a	16.00	Alto
K (%) ^a	1.78	Medio
Ca (%) ^a	0.06	Medio
P (%) ^a	0.18	Medio
Mg (%) ^a	0.18	Medio
Na (%) ^a	0.01	Medio
Cu (ppm) ^a	4.00	Medio
Vitamina C (mg/100g) ^β	35.00	Alto

^aEn base seca; ^βEn base fresca

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad de la EESC-INIAP

7.4 Usos y calidad culinaria

La variedad INIAP-SuperFri es apta para consumo en fresco como sopas, papa cocida, tortilla entre otras y se puede usar para procesamiento tipo bastón.

7.5 Rendimiento

En la Tabla 3, se presentan los datos de rendimiento de la variedad INIAP-SuperFri comparada con dos variedades testigo comerciales (INIAP-Fripapa y Superchola), información proveniente de ensayos experimentales realizados en varias localidades.

Tabla 3. Rendimiento (t/ha) promedio para la variedad INIAP SuperFri comparada con dos variedades comerciales en seis provincias.

Año	Provincia	Localidad	Altitud (m)	INIAP-SuperFri	Superchola	INIAP-Fripapa
2008	Bolívar	Yagui	2700	33.15±1.00 ^a	-	29.39±1.03
2009	Bolívar	Shacundo	2750	28.08±1.00	-	25.11±2.51
2010	Bolívar	Laguacoto	3010	36.03±1.00	-	30.57±1.35
2017	Bolívar	Naguan	2770	43.20±3.26	-	31.95±4.04
2014	Carchi	El Carmelo	3000	42.47±1.62	26.34±3.05	8.97±1.63
2012	Chimborazo	Guntuz	3143	21.04±0.25	17.53±3.70	-
2013	Chimborazo	Guntuz	3143	48.28±3.09	41.16±4.00	-
2014	Chimborazo	Cochapamba	3450	47.57±1.62	-	40.00±1.53
2014	Chimborazo	Pungalá	3300	25.89±1.22	20.01±2.24	10.62±1.46
2015	Chimborazo	Guntuz	3143	39.26±3.39	20.17±1.46	43.67±4.58
2016	Chimborazo	Shobol	3355	46.00±3.24	34.83±7.57	20.23±6.61
2016	Chimborazo	Puculpala	2905	25.81±3.22	23.35±3.39	21.72±0.25
2017	Chimborazo	Shobol	3355	23.77±3.24	22.32±7.57	20.23±6.61
2017	Chimborazo	Guntuz	2900	23.64±3.22	19.90±3.39	-
2014	Cotopaxi	Aláquez	2859	39.23±7.22	34.14±6.97	14.58±2.67
2014	Pichincha	Chaupi	3163	40.55±6.83	24.47±9.51	34.42±8.81
2018	Pichincha	EESC	3050	20.11±0.87	14.14±1.15	-
2020	Pichincha	EESC	3050	30.29±5.04	31.19±1.51	37.38±3.54
2010	Tungurahua	Quero	3290	20.11±0.87	19.83±3.13	12.97±2.68
2015	Tungurahua	Chiquicha	2600	34.07±7.80	34.07±5.59	36.34±8.86
Promedio			3046.8	33.43	25.56	26.13

Fuente: PNRT papa y UDT Chimborazo; ^a Valores promedios ± desviación estándar (n=3)

Para medir el efecto de la interacción genotipo por ambiente (GEI) se realizó un análisis de la varianza combinado, considera los genotipos como factores fijos y los ambientes como factores aleatorios, se seleccionaron nueve localidades que presentaron información completa.

El análisis de varianza para rendimiento estableció diferencias significativas al 1% para los factores genotipos, ambientes y su interacción (Tabla 4). La variación en el rendimiento estuvo influenciada por GEI y por el factor ambiente que contribuyeron con el 33.49 % y 32.01% a la variación total respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de la varianza para rendimiento (t/ha) para tres variedades de papa en nueve localidades.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Cuadros Medios	% de la variación explicada
Total	80		-
Genotipos	2	1045.95**	20.64
Ambientes	8	405.51**	32.01
Repetición/Ambiente	2	0.25 ^{ns}	-
Genotipo x Ambiente	16	212.16**	33.49
Error	52	27.00	13.85
Coeficiente de variación (%)		18.62	-

** Significativo al 1% de probabilidad; ^{ns} no significativo

La prueba de Tukey al 5% para genotipos, muestra que la variedad INIAP-SuperFri se ubicó en el primer rango con 34.77 t/ha mientras Superchola e INIAP-Fripapa se posicionaron en el segundo y tercer rango con 26.36 y 22.67 t/ha respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Promedio y prueba de Tukey al 5% para rendimiento (t/ha) de tres variedades evaluadas en nueve localidades.

Genotipos	t/ha
INIAP-SuperFri	34.77 a ¹
Superchola	26.36 b
INIAP Fripapa	22.61 c

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades según la prueba Tukey al 5%

En la Tabla 6 la variedad INIAP-SuperFri se ubica en los primeros rangos en las diferentes localidades (Shobol, El Carmelo, Alaquez, Guntuz, Pungalá, Quero) con rendimientos entre 20.11 a 45.50 t/ha, mientras Superchola su rendimiento estuvo entre 19.83 a 34.14 t/ha e INIAP-Fripapa entre 8.97 a 43.67 (Tabla 6).

Tabla 6. Promedio y prueba de Tukey al 5% rendimiento (t/ha) para la interacción GEI en tres variedades y 9 localidades.

Año	Provincia	Localidad	Altitud (m)	INIAP-SuperFri	Superchola	INIAP-Fripapa
2014	Carchi	El Carmelo	3000	42.47 a	26.34 b	8.97 c **
2017	Chimborazo	Shobol	3355	45.5 a ¹	34.83 ab	20.23 b **
2013	Chimborazo	Guntuz	3143	39.26 a	20.17 b	43.67 a **
2016	Chimborazo	Puculpala	2905	25.82	23.35	21.72 ns
2014	Chimborazo	Pungalá	3300	25.89 a	20.01 b	10.62 c **
2014	Cotopaxi	Alaquez	2859	39.23 a	34.14 ab	14.58 b **
2014	Pichincha	Chaupi	3163	40.55	24.47	34.42 ns
2015	Tungurahua	Chiquicha	2519	34.07	34.07	36.34 ns
2010	Tungurahua	Quero	3290	20.11 a	19.83 a	12.97 b **

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades según la prueba Tukey al 5%; ** =Significativo al 1% de variedades por ambiente; ns= no significativo

7.6 Adaptación y zonificación

La variedad INIAP-SuperFri se evaluó en varias localidades de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Las evaluaciones se realizaron en altitudes entre 2600 a 3400 metros, con temperaturas entre 11.7 a 15.1 °C, precipitaciones entre 504 a 1487 mm (Tabla 7).

Tabla 7. Características climáticas de la evaluación de la variedad INIAP-SuperFri en cantones de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.

Características Agroambientales	INIAP-SuperFri			
	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo	Bolívar
Provincias	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo	Bolívar
Cantones	Latacunga	Ambato	Riobamba	Guaranda
Altitud (m)	2600-2859	2600-3200	2900-3300	2700-3010
Temperatura (°C)	13.6 a 14.0	13.0 a 15.1	12.7 a 14.5	12.2 a 13.9
Humedad Relativa (%)	75	81	80	80
Pluviosidad (mm)	515 a 719	504 a 804	561 a 842	800 a 1040
Heliofanía (horas Luz)	1718.0	1533.3	1520.2	1687.7
Categoría bioclimática*	Montano	Montano	Montano	Montano

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); *Sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental

7.7 Resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Para medir la resistencia a tizón tardío se establecieron ensayos en zonas con condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, se midió la severidad en porcentaje a libre infección sin control químico, se calculó el ABCPE y se utilizó la escala de susceptibilidad (Yuen y Forbes, 2009; Cuesta *et al.*, 2020; Forbes *et al.*, 2014).

El análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) estableció diferencias estadísticas al 1% para genotipos, ambientes y su interacción GEI. (Tabla 8). El ABCPE de *P. infestans* estuvo influenciada significativamente por la interacción GEI la cual contribuyó con el 58.38% de la variación total observada en comparación con los factores ambiente y genotipos con 34.28 y 3.80% respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza para resistencia a tizón tardío expresada en unidades de ABCPE de la variedad INIAP-SuperFri y dos variedades testigo, en cinco localidades.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	% variación explicada
Total	44		
Genotipos	2	600048.58**	3.80
Ambientes	4	2703693.38**	34.28
Repeticiones/Ambientes	2	39519.87 ^{ns}	-
Genotipos x Ambiente	8	2302260.32**	58.38
Error	28	36969.21	-
Coefficiente de Variación (%)		12.99	
Promedio general (unidades ABCPE)		1480.69	

**Significativo al 1%; ^{ns} No significativo

La prueba de Tukey al 5% muestra que la variedad INIAP-SuperFri se ubicó en el primer rango con 1260.25 unidades de ABCPE, mientras las variedades Superchola e INIAP-Fripapa en el segundo con 1531.27 y 1650.56 unidades de ABCPE respectivamente (Tabla 9). La variedad INIAP SuperFri presenta una resistencia moderada a *P. infestans* al comparar con las variedades susceptibles INIAP-Fripapa, Superchola según la escala de susceptibilidad de Yuen y Forbes (2009) (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio y prueba Tukey al 5% para ABCPE para la variedad INIAP SuperFri y dos variedades testigo.

Genotipos	Medias	Escala de Susceptibilidad*
INIAP-SuperFri	1260.25 a ¹	5
Superchola	1531.27 b	7
INIAP Fripapa	1650.56 b	7

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades según la prueba Tukey al 5%

* Escala de susceptibilidad 1 = Resistente, 5 = Moderadamente resistente, 7 = Susceptible

La variedad INIAP-SuperFri se ubicó en los primeros rangos en las localidades de Cutuglahua y El Carmelo correspondiente a las provincias de Pichincha y Carchi respectivamente. INIAP-Fripapa en las localidades Pungalá y Guntuz estuvo en los primeros rangos y Superchola se ubicó en el último rango en las localidades de Pungalá y Guntuz (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para ABCPE de la variedad INIAP-SuperFri comparado con dos variedades testigo en cinco localidades.

Año	Provincia	Localidad	Altitud (m)	INIAP-SuperFri	INIAP-Fripapa	Superchola		
2018	Pichincha	Cutuglahua	3050	429.33 a ¹	1376.67 c	989.33	ab	**
2018	Pichincha	Nono	2710	921.67	849.33	1108.33		ns
2014	Carchi	El Carmelo	3000	1254.58 a	4000.23 b	1394.67	a	**
2014	Chimborazo	Pungalá	3300	1729.00 b	847.87 a	1988.00	b	**
2013	Chimborazo	Guntuz	3143	1966.67 b	1178.68 a	2176.00	b	**

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades según la prueba Tukey al 5%; ** =Significativo al 1% de variedades por ambiente; ns= no significativo

7.8 Análisis de Adaptabilidad y Estabilidad

La ecuación de regresión estableció que INIAP-SuperFri tiene mayor adaptación comparada con INIAP-Fripapa, el valor de la pendiente de la regresión para INIAP-SuperFri tuvo un menor valor 0.967, mientras que para INIAP-Fripapa fue 1.03 (Finlay & Wilkinson, 1963). El rendimiento de INIAP-SuperFri fue superior tanto en ambientes con condiciones desfavorables como en ambientes con condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo (Figura 1).

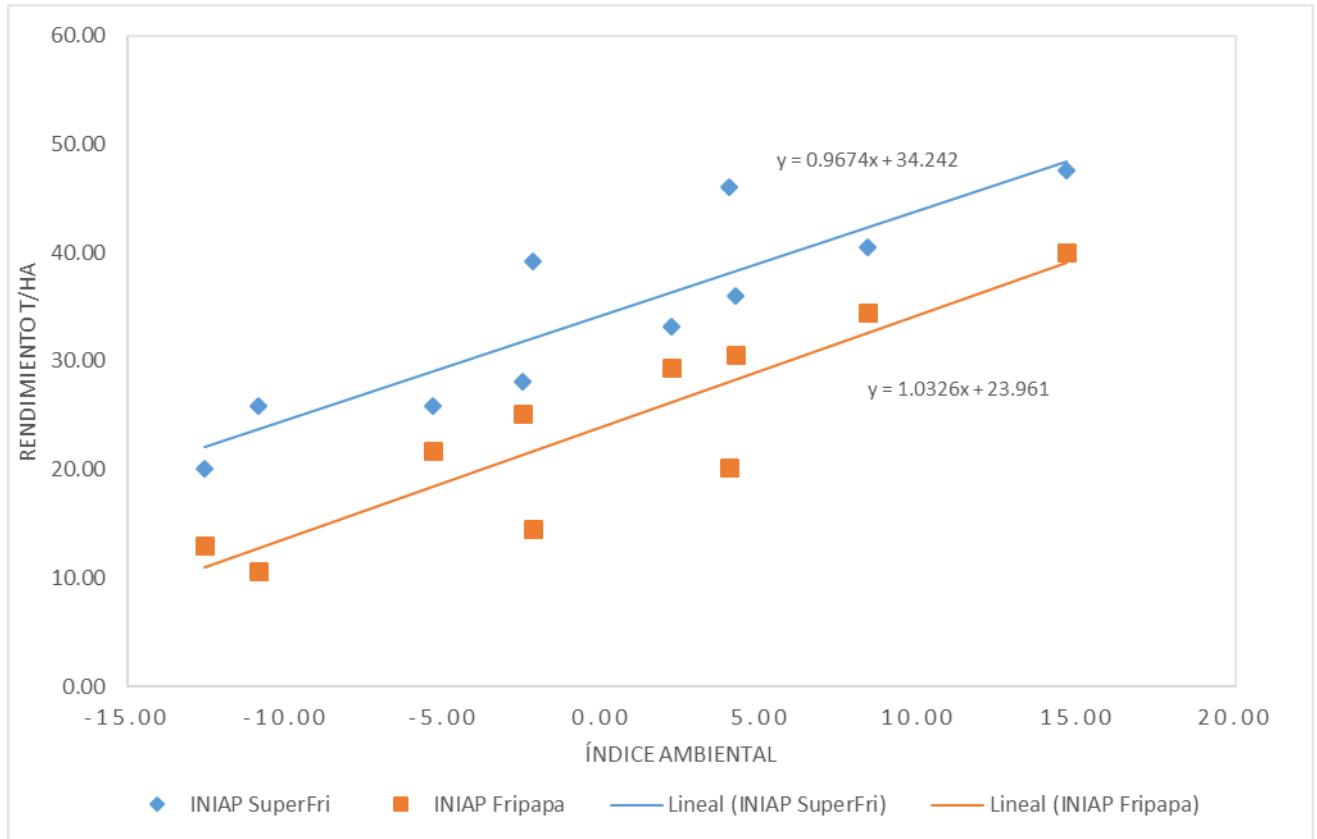


Figura 1. Regresión según modelo Finlay Wilkinson para análisis de adaptabilidad de la variedad INIAP-SuperFri comparada con INIAP-Fripapa

El análisis de estabilidad modificado de Hildebrand (Hildebrand, 1984), mostró que la variedad INIAP-SuperFri fue más estable, dado que presentó intervalos de confianza más cortos comparada con la variedad INIAP-Fripapa, La nueva variedad a más de ser más estable presentó mayor rendimiento comparada con la variedad INIAP-Fripapa (Figura 2). La variedad INIAP-SuperFri es más estable y adaptable en los ambientes evaluados y presentó mayores rendimientos tanto en ambientes con condiciones desfavorables como en aquellos con condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo.

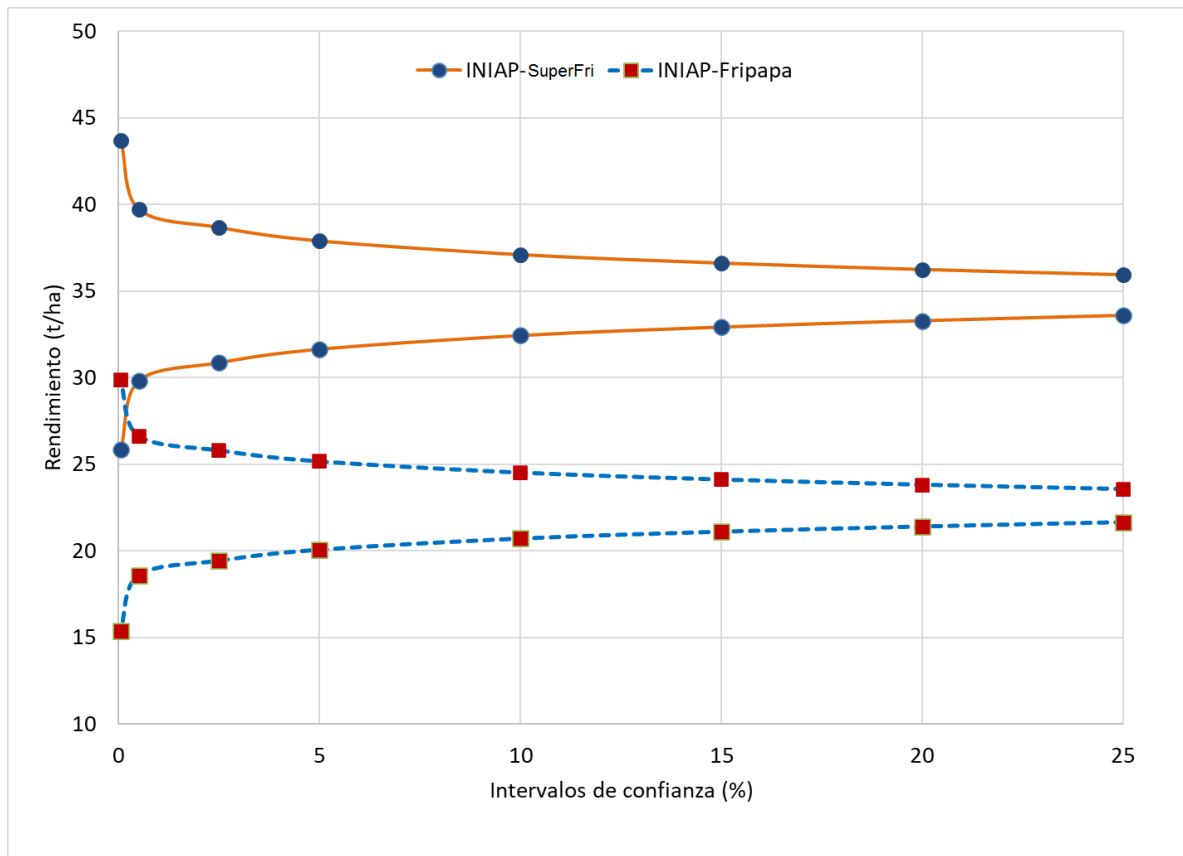


Figura 2. Análisis de estabilidad modificado de Hildebrand para rendimiento de la variedad INIAP-SuperFri comparado con INIAP-Fripapa.

8. Evaluación participativa

La evaluación participativa se realizó con agricultores en tres localidades (Puculpala, Pusniag, Santa Isabel) de la provincia de Chimborazo donde se evaluó el tubérculo fresco, según metodología propuesta por De Haan *et al.* (2017). En las evaluaciones participativas de selección de clones y prueba de degustación participaron entre 45 a 50 agricultores/as.

8.1 Criterios de selección a la cosecha

La prueba de Friedman al 5% estableció que los principales criterios fueron buen engrose y rendimiento, seguido de aspectos de calidad del tubérculo como color de la pulpa amarilla, color de la piel roja (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de Friedman al 5% para criterios de selección en la fase de cosecha basados en la preferencia de los agricultores mediante evaluación participativa en tres localidades de la provincia de Chimborazo 2020.

Criterios	Rango
Buen engrose	6.00 a ¹
Alto rendimiento	4.83 ab
Pulpa amarilla	4.33 ab
Piel roja	4.17 ab
Forma oblongo alargada	4.00 ab
Textura arenosa	3.00 ab
Sanidad del tubérculo	1.67 b

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Friedman p=0.05

8.2 Selección participativa

La prueba de Friedman al 5% estableció tres rangos, la variedad INIAP- SuperFri se ubicó en el primer rango seguido de la variedad Superchola y en el último rango se ubicó INIAP- Gabriela (Tabla 12).

Tabla 12. Promedio y prueba de Friedman al 5% para la selección participativa de genotipos en la fase de cosecha en tres localidades de la provincia de Chimborazo, 2020.

Genotipos	Rango
INIAP- SuperFri	2.43 a ¹
Superchola	1.93 b
INIAP -Gabriela	1.64 c

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Friedman p=0.05

8.3 Criterios de selección fase de degustación con consumidores rurales

En la tabla 13 la prueba de Friedman al 5%, determinó que los principales criterios de selección fueron el buen sabor, textura arenosa y comida amarilla que se ubicaron en los primeros rangos. Las muestras de papas para levantar los criterios de los consumidores rurales en las pruebas de degustación se sirvieron cocidas sin sal.

Tabla 13. Prueba de Friedman al 5% de los criterios de selección en la fase de evaluación de calidad culinaria basados en la preferencia de los agricultores en tres localidades de la provincia de Chimborazo, 2020.

Criterios	Rango
Buen sabor	6.00 a ¹
Textura arenosa	4.50 bc
Pulpa amarilla	3.83 cde
Cocción uniforme	2.67 de
Menor tiempo de cocción	2.67 e
Textura suave no aguachenta	1.33 f

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Friedman p=0.05

8.4 Prueba de degustación con consumidores rurales

Al realizar la prueba de degustación con consumidores rurales (agricultores), la prueba de Friedman al 5% presentó dos rangos, la variedad INIAP Gabriela y la variedad INIAP-SuperFri se ubicaron en los primeros rangos de aceptación, mientras la variedad Superchola se ubicó en el segundo rango (Tabla 14). Para la selección de los materiales de acuerdo a la degustación con consumidores rurales las papas fueron cocidas y servidas sin sal.

Tabla 14. Promedio y prueba de Friedman al 5% para degustación de papa cocida en la fase de cosecha durante tres años en varias localidades de la provincia de Chimborazo.

Genotipos	Rango
INIAP Gabriela	2.75 a ¹
INIAP SuperFri	1.75 ab
Superchola	1.50 b

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Friedman $p=0.05$

8.5 Evaluación de calidad para uso en restaurantes y hoteles en las provincias de Tungurahua y Bolívar

La evaluación de la calidad culinaria se realizó en cinco hoteles representativos de Ambato y en siete restaurantes/asaderos de pollo en Guaranda, según procedimiento descrito en (Cuesta, *et al.*, 2020).

La prueba de Friedman al 5% (Tabla 15), en la provincia de Tungurahua establece que las variedades Superchola e INIAP-SuperFri se ubicaron en los primeros rangos para los tres tipos de preparados.

La misma prueba para la evaluación en la provincia de Bolívar, establece que INIAP-SuperFri obtuvo la mayor calificación para las tres formas de preparación (Tabla 16).

Tabla 15. Promedios y prueba de Friedman al 5% para selección de genotipos por calidad culinaria en hoteles. Tungurahua. 2017.

	Bastones fritos	Sopa	Papa cocida
INIAP- SuperFri	3.4 ab ¹	4.6 a	4.9 a
INIAP -Josefina	2.2 b	2.3 bc	2.5 c
INIAP -CIP Libertad	4.4 a	1.9 c	1.3 d
Superchola	4.0 a	4.7 a	4.5 ab
INIAP-Victoria	3.3 ab	3.3 ac	3.7 bc

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Friedman $p=0.05$.

Tabla 16. Promedios y prueba de Friedman al 5% para selección de genotipos por calidad culinaria en restaurantes/asaderos de pollo. Bolívar. 2017.

Clones/Varietades	Bastones fritos	Sopa	Papa cocida	Tortillas
INIAP- SuperFri	3.70 a ¹	3.40	4.80 a	4.30 a
INIAP-Gabriela	1.40 c	2.90	3.20 bd	3.30 a
INIAP-Josefina	2.30 b	3.20	3.10 cd	1.00 b
INIAP-CIP-Libertad	4.30 a	2.60	1.40 e	3.30 a
INIAP-Victoria	3.40 a	2.90	2.50 d	3.30 a

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Friedman p=0.05.

8.6 Calidad para procesamiento de hojuelas y bastones fritos

La evaluación de la calidad de fritura se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina del (INIAP).

En la Tabla 17, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que las variedades Superchola, INIAP-CIP-Libertad e INIAP-SuperFri producen más del 90% de bastones fritos buenos y contenidos de materia seca entre 21.87 y 23.08%. Con respecto a la fritura de hojuelas las variedades INIAP-CIP-Libertad y Superchola se ubicaron en el primer rango con 93.25 y 89.90% de hojuelas fritas buenas respectivamente, la variedad INIAP-SuperFri se ubicó en el segundo rango con 80.83%. Una variedad apta para hojuelas y bastones debe tener un máximo del 20% de hojuelas quemadas (Cuesta *et al.*, 2020).

Por lo que se puede concluir que la variedad INIAP-SuperFri es apta para el procesamiento de papa frita tipo bastón.

Tabla 17. Promedios y prueba de Tukey al 5% para las variables calidad industrial de 6 variedades de papa en tres provincias de la Sierra ecuatoriana, 2017.

Clones/Varietades	Materia seca(%)	Hojuelas fritas (%) ¹	Bastones fritos(%) ¹
INIAP-SuperFri	21.87 ² b ⁴	80.83 ² b	91.30 ³ ab
INIAP Gabriela	20.87 c	72.22 c	73.80 c
INIAP Josefina	21.37 bc	72.47 c	87.23 b
INIAP CIP Libertad	22.93 a	93.25 a	94.79 ab
INIAP Victoria	21.95 b	78.41 c	91.73 ab
Superchola	23.08 a	89.90 ab	97.85 a

¹ Bastones/hojuelas fritas buenas sin ninguna mancha o ligero pardeamiento marrón con diámetro menor o igual a 0.5 cm; ² Promedio de 9 localidades entre 2400 y 3200 m de altitud; ³ Promedio de 3 localidades entre 2400 y 3100 m de altitud; ⁴ Letras diferentes indican diferencias significativas prueba de Tukey p=0.05.

9. MANEJO DEL CULTIVO

Siembra

La distancia de siembra entre surcos puede ser entre 1.2 – 1.4 m y entre sitios 0.3 m. La profundidad de siembra no debe ser mayor de 10 cm.

Para reducir la incidencia de los patógenos de suelo como rhizoctonia, sarna, pudriciones, a la siembra se recomienda aplicar al fondo del surco sobre la semilla una mezcla de azoxistrobina (2 cc/l), más *Trichoderma harzianun*; (250 g/ha), luego se

procede a tapar la semilla, con lo que se consigue desinfectar la semilla y el suelo que lo cubre.

Fertilización

Para una fertilización adecuada es importante realizar un análisis químico completo del suelo.

Para las zonas agroecológicas paperas de la zona central, de manera general se puede recomendar una fertilización de 180 - 350 - 300 - 10 - 5 - 10 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂O – S – Mg – Ca. Para una adecuada provisión de nutrientes al cultivo, la fertilización debe ser fraccionada en dos partes. El 100% de fósforo, potasio y azufre más el 50% del nitrógeno se deben aplicar al momento de la siembra y el otro 50% del nitrógeno aplicar hasta el medio aporque. (INIAP, 2021).

Otras alternativas para nutrición del cultivo es el abonamiento orgánico, incorporando 20 t/ha de estiércol vacuno o aplicar conjuntamente abonos orgánicos y fertilizantes químicos, en general aplicar 5 t/ha de estiércol de vacuno más el 50% de la fertilización química (Pumisacho y Sherwood, 2002). El abonamiento mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, que facilitan la acción de los fertilizantes químicos. El abono orgánico (estiércol de animales o restos de cosecha) debe estar bien descompuesto para su aplicación (INIAP, 2021).

Labores culturales

El rascadillo, se realiza a los 30 a 35 días después de la siembra (dds), o cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura.

El medio aporque a los 50 a 60 dds, al mismo tiempo se realizará la segunda fertilización complementaria.

El aporque a los 70 a 80 dds. Estas labores ayudan a cubrir adecuadamente los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización.

Control de malezas

Estas labores se las puede realizar de forma manual o mecanizada.

Para el control químico de malezas, antes de la emergencia (15-20 dds) se puede aplicar Paraquat y después en posemergencia, cuando las plantas tengan hasta 10 cm de altura Metribuzin 48% (INIAP, 2021; Cuesta *et al.*, 2020).

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se recomiendan el manejo integrado del cultivo, que combina prácticas culturales, control químico y otras medidas de acuerdo a la limitante biótica.

Para el manejo de tizón tardío se deben aplicar fungicidas sistémicos como dimetomorf, cymoxanil, metalaxil o fosetil aluminio; alternando con fungicidas protectantes como metiram, clorotalonil, mandipropamid, propineb; basados en el uso de la herramienta de apoyo a la decisión (SAD) (INIAP, 2021).

Para el manejo de punta morada, se recomienda: a) uso de semilla sana, b) monitoreo de vectores, c) control químico y d) prácticas culturales según lo propuesto en (Cuesta *et al.*, 2021).

Para el manejo y control del gusano blanco (*Prennotrypes vorax*), pulguilla (*Epitrix spp.*), trips (*Frankliniella tuberosi*) se pueden aplicar las recomendaciones descritas en INIAP, 2021.

Cosecha, clasificación y embalaje

Dependiendo de la altitud la cosecha puede realizarse entre los 140 a 155 días después de la siembra. Para facilitar las labores de cosecha, se recomienda defoliar manualmente o se puede aplicar un herbicida y después retirar el follaje seco. La cosecha puede ser mecanizada (cavadora o cosechadora) o de forma manual.

La papa cosechada se puede clasificar en cinco clases de acuerdo con su tamaño y peso: chaupi (mayor a 200 g), gruesa (100 - 200 g), primera (80 a 100 g), segunda (40 a 80 g), y tercera o cuchi (menor a 40 g) (INIAP, 2021).

9.11 Almacenamiento de los tubérculos–semilla.

Los tubérculos, que serán utilizados como semilla de preferencia deben ser almacenados en una bodega limpia, con buena ventilación, con luz difusa y con un rango de temperatura entre 4°C y 10°C. Los tubérculos deberán estar secos, sanos y libres de tierra. El almacenamiento del tubérculo-semilla puede ser jabas de plástico, de madera o sacos ralos. Si se usan sacos ralos, hay que cuidar de no apilarlos, debido que se crea un microclima que incrementa la temperatura y humedad lo cual puede provocar la pudrición de los tubérculos y dominancia apical con brotes largos y blanquecinos.

Para el control del complejo de polillas (*Tecia solanivora*, *Pthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) se puede aplicar las recomendaciones descritas en INIAP, 2021.

10. Costos de producción y rentabilidad

10.1 Costos de Producción

En la Tabla 18, se presenta el presupuesto de producción de la variedad INIAP-SuperFri. Se utilizó la metodología de presupuesto de costos variables y costos fijos, con datos actualizados a abril 2021. Se calculó un presupuesto para una superficie de cultivo de 1 ha, en el caso de terreno propio y considerando que el ciclo de cultivo (de siembra a cosecha) es de 5 meses, y el ciclo de producción (desde preparación de suelo hasta venta de la papa en el mercado) de 6 meses.

Los costos variables sumaron un total de 5675 USD/ha, que incluyen los costos de insumos, materiales, equipos, servicios y alquiler de la tierra para la producción de papa. La distribución de costos variables es: mano de obra 2574 USD (45.4%), de los 143 jornales requeridos para la producción; los insumos y materiales 2511 USD (44.3%) de fertilizantes, fungicidas, insecticidas y otros coadyuvantes; y los equipos, servicios y alquileres 590 USD (10.4%). Los costos fijos se calcularon como porcentajes del total del costo variable: administración (5%), uso de equipos y herramientas (1%) e imprevistos (2%). El costo de la tierra, corresponde al valor de oportunidad de arrendamiento de un lote para un ciclo de cultivo en la zona (800 USD/ciclo).

En la producción de papa, la mano de obra es uno de los mayores costos. En la mayoría de casos de pequeños productores, este corresponde al costo de oportunidad del trabajo familiar de la chakra, que se distribuyen en las labores entre siembra y cosecha del cultivo, esto hace que se reduzca el flujo de caja de efectivo para cubrir los costos de las labores. Una recomendación para reducir los costos de mano de obra, es la mecanización de las labores culturales (rascadillo y aporques).

Con la tecnología recomendada, la variedad INIAP-SuperFri puede producir en promedio 735 qq por hectárea, de los cuales, 427 qq son de papa gruesa y de primera (58.1%), papa de segunda 206 qq (28%), papa fina 97 qq (13.2%) y desecho 5 qq (0.7%). Esta producción tiene una tasa de multiplicación de 21 qq x 1 qq de semilla sembrada.


El costo de producción unitario calculado es de 9.54 USD/qq. Los precios referenciales de venta, se tomaron del mercado local en abril 2021. Los tubérculos de la nueva variedad INIAP-SuperFri tienen características similares de forma, color de piel y pulpa que la variedad INIAP-Fripapa que es una de las de mayor, aceptación, preferencia y precio en el mercado local de Chimborazo, por lo que, para este presupuesto se consideró que los precios esperados de mercado podrían ser hasta un 20% menores al de la variedad INIAP-Fripapa. Con lo que el precio esperado sería de 16 USD/qq, de la papa gruesa o de primera; la papa de segunda (10 USD/qq) y papa tercera o fina (6 USD/qq).

10.2 Rentabilidad

La producción de equilibrio calculada para una hectárea es de 538 qq, a un precio ponderado de 12.89 USD/qq.

El análisis financiero muestra indicadores rentables: ingreso bruto 9474 USD/ha, ingreso neto 2545 USD/ha, una rentabilidad simple de 36,7% y el beneficio/costo de 1.37.

Tabla 18. Presupuesto de producción de la variedad INIAP-SuperFri, Riobamba, 2021.

 INIAP - ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA Programa Nacional de Raíces y Tubérculos - papa Costos de producción de cultivos de ciclo corto o anuales						
Provincia, Cantón, Parroquia: Chimborazo				Lote:		
Superficie: 1 ha				Altitud: 3,000 m		
Cultivo: Papa (variedad semiprecoz)			Variedad: INIAP- SuperFri			
Ciclo del cultivo: 5 meses			Ciclo de producción: 6 meses			
COSTOS VARIABLES						
Fases y actividades		Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio	Unidad	Cantidad	Precio U. \$	Subtotal \$
Suelo, preparación del suelo y labores de siembra						
261.00						
Análisis de suelo	Servicio laboratorio		muestra	1	25.00	25.00
Arado	tractor		hora	4	20.00	80.00
Rastrado (2 pases)	tractor		hora	4	20.00	80.00
Surcado	tractor		hora	2	20.00	40.00
	mano de obra		jornal	2	18.00	36.00
Siembra y fertilización inicial						
1,872.00						
Semilla seleccionada	INIAP-SuperFri		qq	35	25.00	875.00
Fertilizante	Fertilizante Siembra + m.e.		saco	16	32.00	512.00
Desinfección semilla y suelo	azoxistrobina		l	1	75.00	90.00
	Trichoderma harzianun		f/250 g	1	35.00	35.00
Siembra, fertilización y desinfección	mano de obra		jornal	20	18.00	360.00
Labores culturales de manejo del cultivo						
1,700.00						
Rascadillo	mano de obra		jornal	15	18.00	270.00
Fertilización complementaria	Fertilizante Aporque + m.e.		saco	10	30.00	300.00
	00 - 00 - 60		saco	4	25.00	100.00
Aporque	mano de obra		jornal	20	18.00	360.00
Controles fitosanitarios (5 aplic)	dimetomorf		f/500 g	1	40.00	40.00
	mandiopromamina		l	1	80.00	80.00
	propineb		kg	4	15.00	60.00
	acetamiprid + piriproxfen		l	0.5	70.00	35.00
	novalurum		l	0.5	80.00	40.00
	imidacloprid		l	1	35.00	35.00
	tiametoxam + lamdacialotrina		l	0.5	90.00	45.00
	profenofos		l	1	25.00	25.00
	foliares		l	6	8.00	48.00
	mano de obra		jornal	10	18.00	180.00
Monitoreo en trampas y plantas	trampas		paquete	2	5.00	10.00
	mano de obra		jornal	4	18.00	72.00
Cosecha, poscosecha y venta						
1,842.00						
Defoliación	paraquat		galon	1	25.00	25.00
	mano de obra		jornal	2	18.00	36.00
Cosecha, selección y envasado	mano de obra		jornal	70	18.00	1,260.00
	envases		sacos	735	0.20	147.00
	piola		rollo	3	3.00	9.00
Transporte al mercado	flete y estibaje		sacos	730	0.50	365.00
Total Costos Variables (TCV)						5,675.00
COSTOS FIJOS				Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote
Nombre						
- Administración (% TCV)				5%		283.75
- Uso del suelo (USD/ciclo)					800.00	800.00
- Uso equipos y herramientas (%TCV)				1%		56.75
- Imprevistos (% TCV)				2%		113.50
Total Costos Fijos (TCF)						1,254.00
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)						6,929.00
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA					ANÁLISIS FINANCIERO	
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/qq	Precios de Venta \$/qq	Ingreso Bruto (\$/lote):	9,474.00
	qq/lote	%			Ingreso Neto (\$/lote):	2,545.00
- Gruesa y Primera (+ de 80 g)	427	58.1	9.49		Rentabilidad Simple:	36.73%
- Segunda (40 - 80 g)	206	28.0			Beneficio/Costo:	1.37
- Tercera o cuchi (- 40 g)	97	13.2				
- Desecho	5	0.7				
Punto de Equilibrio:	538				Lugar	Fecha
Tasa de Multiplicación:	21.0 x 1				Chimborazo	mayo/2021

11. RESUMEN

La variedad INIAP-SuperFri presenta resistencia moderada a tizón tardío. Tiene un ciclo de cultivo entre 140-155 días por lo cual es considerada como semi-precoz. El rendimiento es superior a 30 t/ha.

Los principales criterios de selección de los agricultores fueron buen engrose y alto rendimiento; según las características de calidad y las pruebas con consumidores y restaurantes indican que esta variedad es apta para consumo en fresco y para procesamiento tipo bastón; además, presenta contenidos altos en vitamina C y medios de fibra, proteína y minerales.

En comparación con INIAP-Fripapa, la nueva variedad INIAP-SuperFri es más estable y tiene mayor adaptación a los ambientes en la que fue evaluada.

La producción de la variedad INIAP-SuperFri está recomendada para las condiciones de la Sierra central, tanto para producción comercial como para sistemas de agricultura familiar. La proyección de la actividad productiva comercial de esta variedad se la considera rentable, debido a que genera retornos financieros aceptables, además da ocupación a través de los jornales durante el ciclo de cultivo, produce papa de calidad como alimento para la familia campesina y para su oferta en el mercado local.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Cuesta, X. (2013). Potato quality traits: variation and genetics in Ecuadorian potato landraces, in Laboratory of plant breeding. Wageningen University: Wageningen - The Netherlands.
- Cuesta X., Unda J., & Yáñez Z. (2018). Potato preferences in the Ecuadorian Highlands. In: Abstract book 10th WPC-XXVIII ALAP 2018 Congress: Biodiversity, Food security and Business. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Cusco, Perú 164p.
- Cuesta, X., Rivadeneira J., Monteros C. (2020). Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos. Quito (Ecuador), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 62p.
- Cuesta, X., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Racines, M., Castillo, C. (2021). Guía de manejo de la punta morada de la papa. Segunda Edición. Manual técnico No.104. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 20 p.
- De Haan S., Salas E., Fonseca C., Gastelo M., Amaya N., Bastos C., Hualla V., Bonierbale M. 2017. Selección Participativa de Variedades de Papa (SPV) usando el Diseño Mamá y Bebé. Una guía para capacitadores con perspectiva de género. ISBN: 978-92-9060-475-4. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa. 82pp.
- Forbes, G.; Pérez, W.; Andrade Piedra, J. 2014. Procedimiento para Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa. Módulo 3: Evaluación de la resistencia en genotipos de papa a *Phytophthora infestans* bajo condiciones de campo. Guía para Colaboradores Internacionales. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa (CIP). 50 p.

- Finlay, K. W. & Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian journal of agricultural research*, 14(6), 742-754.
- Gómez, R. (2000). Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papa. Centro Internacional de la Papa – Lima: 27p.
- Hildebrand P.E. (1984). Modified Stability Analysis of Farmer Managed, On-Farm Trials1. *Agron. J.* 76:271-274.
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2017). Informe Técnico 2017. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa. Estación Experimental Santa Catalina. 44p.
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2018). Informe Técnico 2018. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa. Estación Experimental Santa Catalina. 82p.
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2020). Informe Técnico 2020. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa. Estación Experimental Santa Catalina. 49p.
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños productores (3ra. Edición). Manual No.78. Mejía, Ecuador, 120 p.
- MAG – Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). “Sistema de información Pública Agropecuaria. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/papa>
- MAG (2020). Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Coordinación General de Planificación y Gestión Estratégica. Quito, Ecuador.
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (Eds.). (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina/CIP.
- UPOV (Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales), (2004). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad 37 p.
- Samaniego, I., Espin, S., Cuesta, X., Arias, V., Rubio, A., Llerena, W., ... & Carrillo, W. (2020). Analysis of environmental conditions effect in the phytochemical composition of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *Plants*, 9(7), 815.
- Yuen, J. E., and Forbes, G. A. 2009. Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology* 99:783–786.

13. ANEXOS



Anexo 1. Planta de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 2. Tallos de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 3. Hojas de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 4. Flor de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 5. Tubérculos de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 6. Baya de la variedad INIAP-SuperFri



Anexo 7. Brote de la variedad INIAP-SuperFri

Ing. M.Sc. Jorge Rivadeneira
Responsable del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos- papa