



INIAP-CIP-Libertad variedad de bajo impacto ambiental y alta calidad

Xavier Cuesta-Subía¹, Pedro Oyarzun², Peter Kromann³, Arturo Taípe-Pumasunta³, Janeth Monteros-Jácome¹, Jorge Rivadeneira-Ruales¹, Jorge Andrade-Piedra⁴

Resumen

En Ecuador la mayoría de las variedades comerciales son susceptibles al tizón tardío, presentan un ciclo de cultivo mayor a 160 días y rendimiento menor a 20 t/ha. En respuesta a estas limitantes, el INIAP y el CIP a través de un proceso de mejoramiento, obtuvieron una nueva variedad con características superiores luego de varios años de selección y fue denominada INIAP-CIP-Libertad, la cual posee resistencia al tizón tardío, ciclo de cultivo menor a 120 días, rendimiento superior a 30 t/ha, con calidad para consumo en fresco y procesamiento. Este documento describe el procedimiento seguido para la selección de la variedad y sus principales características.

Palabras claves adicionales: Mejoramiento genético, selección clonal, tizón tardío, estabilidad, calidad.

Summary

INIAP-CIP-Libertad variety with low environmental impact and high quality

In Ecuador, most commercial varieties are susceptible to late blight, have a crop cycle length of more than 160 days and a yield less than 20 t/ha. In response to these limitations, INIAP and CIP, through a breeding process, obtained a new potato variety with superior characteristics, after several years of selection and it was called INIAP-CIP-Libertad, which has resistance to late blight, crop cycle less than 120 days, yield greater than 30 t/ha, with quality for fresh consumption and processing. This document describes the procedure followed for the selection of the variety and its main characteristics.

Additional keywords: Plant breeding, clonal selection, late blight, stability, quality.

*Autor para contacto: xavier.cuesta@iniap.gob.ec

¹ Investigadores Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Quito, Ecuador.

² Investigadores Fundación EkoRural Quito, Ecuador.

³ Ex-Investigadores Centro Internacional de la Papa (CIP) Quito- Ecuador.

⁴ Investigador Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima-Perú



Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes del mundo después del arroz, el trigo y el maíz en términos de consumo humano (Campos y Ortiz 2020; Sood *et al.*, 2017, Devaux *et al.*, 2020), produce más materia seca y proteína por hectárea que los cereales (Storey, 2007). La producción mundial para el 2020 superó los 359 millones de toneladas de tubérculos frescos producidos en 16.5 millones de hectáreas (FAOSTAT, 2022). La papa es uno de los principales cultivos en la sierra ecuatoriana, es la base de la alimentación de gran parte de la población, la producción nacional estimada para el 2021, fue de 244,749 toneladas, cultivadas en 19,088 ha, con un rendimiento promedio de 12.82 t/ha (MAG-SIPA, 2022). Los bajos rendimientos en comparación a otros países de la región se deben principalmente a las enfermedades, dentro de las cuales el tizón tardío causado por el oomicete (*Phytophthora infestans*) es una de las más importantes (Cuesta *et al.*, 2020; INIAP, 2021). En Ecuador la mayoría de las variedades de papa disponibles en el mercado son susceptibles a esta enfermedad por lo que requieren para su producción en algunos casos de más de 23 aplicaciones de fungicidas durante el ciclo de cultivo para lo cual en el mercado están disponibles más de 30 ingredientes activos (Unda *et al.*, 2013; Cuesta *et al.*, 2020).

En el Ecuador la producción de papa está orientada principalmente al consumo interno. Se estima que aproximadamente el 81% de la producción nacional es comercializada para consumo en fresco y el 19% se utiliza para papas fritas en hojuelas o bastones (Gabriel y Andrade, 2021). Sin embargo, el mercado de papa

para procesamiento requiere variedades con características específicas de materia seca, azúcares reductores, tamaño, forma y profundidad de ojos (Kirkman, 2007). Actualmente estas características no están disponibles en la mayoría de variedades comerciales, por lo cual una gran parte es importada de los Países Bajos, Bélgica y Estados Unidos (Gabriel y Andrade, 2021; MAG-SIPA, 2021).

En respuesta a estas limitantes, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP)-Quito a través de un proceso de selección clonal, iniciaron actividades desde el año 1998, con la evaluación de 23 clones de la población B3C0 la cual posee características de resistencia al tizón tardío, características de calidad para consumo en fresco, procesamiento y son de maduración temprana (menor a 140 días) (Landeo and Gastelo, 1998; Huarte, 2001). Posteriormente se seleccionaron 11 clones de esta población. Se evaluó su comportamiento agronómico y se realizaron pruebas con la agroindustria para evaluar sus características de calidad. Como resultado se seleccionó al clon CIP 386209.20 el cual posteriormente sería denominado Libertad.

Este documento describe las principales características de la variedad y el procedimiento llevado a cabo para la selección.

Materiales y Métodos

El proceso de mejoramiento se basó en el método de selección clonal de germoplasma foráneo (Cuesta *et al.*, 2020), el cual contempla fases preliminares de evaluación en la Estación Experimental, seguido de ensayos en varios ambientes con la participación de los potenciales

usuarios, de acuerdo con sus características agronómicas, comportamiento y aceptación por los usuarios es seleccionada como variedad mejorada.

VARIABLES EVALUADAS

MORFOLÓGICAS

Para la caracterización morfológica del tubérculo se utilizaron los descriptores del Centro Internacional de la papa (Gómez, 2000).

AGRONÓMICAS

Las variables evaluadas agronómicas fueron vigor, cobertura de planta, hábito de la planta, número tallos por planta, madurez de la planta, floración, senescencia, acame, a la cosecha rendimiento y sus componentes según procedimiento de Cuesta *et al.* (2020).

Resistencia a tizón tardío (Phytophthora infestans)

Se evaluó la severidad de la enfermedad como porcentaje del tejido necrótico (Forbes *et al.*, 2014), las evaluaciones se realizaron semanalmente desde la aparición de los primeros síntomas. Con estos valores se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad relativa (AUDPCR) y se obtuvo los valores de la escala de susceptibilidad (ES) de acuerdo con el método de Yuen y Forbes (2009).

IMPACTO AMBIENTAL

Se evaluó la tasa de impacto ambiental (TIA) como indicador del riesgo ambiental potencial asociado con el uso de pesticidas en la agricultura, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Kovach (1992).

ADAPTACIÓN Y ESTABILIDAD

Las pruebas complementarias de rendimiento, adaptación y estabilidad de los clones seleccionados se realizaron en ocho localidades. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, cada parcela estuvo constituida por cuatro surcos de 7.50 m de largo, los tubérculos se sembraron a una distancia de a 0.30 m y la parcela neta estaba constituida por los dos surcos centrales. Para medir la estabilidad de la variedad INIAP-CIP Libertad se realizaron dos análisis: de efectos principales aditivos y de la interacción multiplicativa (AMMI) (Gauch *et al.*, 2008) y el modelo de regresión lineal (Eberhart y Russell, 1966), se analizó mediante el paquete estadístico R (R Core Team, 2019).

MADUREZ

Se evaluó el número de días que transcurren desde la siembra hasta que alcanza la madurez según las siguientes categorías: Precoz < 120 días, intermedia, >120 <150 días y tardía >150 días (Cuesta *et al.*, 2020).

USOS

Para la evaluación de calidad industrial se utilizaron 40 kg de tubérculos comerciales (>150 g). Se cortaron en bastones de 1cm x 1cm, se sometieron a un escaldado a 75 °C durante 5 min, la pre-fritura se llevó a cabo a 150 °C por 5 min y la fritura final se realizó a 180 °C por 2.5 min. Se evaluó el rendimiento de bastones fritos buenos, materia seca, retención de aceite y contenido de azúcares reductores. Se consideró como bastones fritos buenos de primera aquellos mayores a 8 cm de longitud, de segunda, entre 6 a 8 cm. Por cada tratamiento seis repeticiones fueron

empleadas. Para la evaluación organoléptica se seleccionaron 35 personas a cada uno se le entregó una muestra de bastones fritos de 1 cm de cada variedad. Los panelistas calificaron

Resultados y discusión

Origen

La variedad INIAP-CIP-Libertad proviene de germoplasma del Centro Internacional de la Papa (CIP), fue seleccionada a partir de un cruzamiento entre el clon 380479-15 y el Bk Precoz/84.

Características de la variedad

atributos del bastón frito: color, sabor, apariencia, textura y residualidad de aceite) de acuerdo con la escala hedónica: 1= muy malo; 2= malo; 3= regular; 4= agradable y 5= muy agradable.

Características morfológicas del tubérculo

Forma ovalada y aplanada con ojos superficiales, piel de color amarillo sin color secundario, color de la pulpa crema sin colores secundarios

Características agronómicas y de calidad

Se describen en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características agronómicas de la variedad INIAP-CIP Libertad

Características	Rangos
Días a la floración	40-50
Días a la cosecha	100-120
Vigor de la planta	Vigorosa
Cobertura de planta	Completa
Altura de planta (m)	0.70-0.80
Tizón tardío	Resistente
Brotación	Múltiple
Período de dormancia	3 meses
Tubérculos por planta*	15-20
Rendimiento (kg/ planta) *	0.56-1.45
Rendimiento (t/ha) *	25.0-48.0
Categorías (%) *	
• Primera	85-92
• Segunda	5-10
• Fina	3-5

* Rango de rendimiento bajo condiciones experimentales en campos de productores

Tabla 2: Principales características de calidad de la variedad INIAP-CIP Libertad

Características	Promedio
Materia seca (%)	22.00
Azúcares reductores (%) *	0.070
Gravedad específica	1.090
Vitamina C (mg/100g)	34.07**
Hierro (ppm)*	84.00
Zinc (ppm)*	18.15
Lisina (mg/g)	36.59
Polifenoles (mg/100g)	2.77
Carotenoides totales (μ g/100g)	188.93
Tiempo de cocción (minutos)**	25.00
Color de papa cocida	Crema

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, * Datos en base seca, ** evaluación en la EESC a 3,050 m.s.n.m., ** Promedio de tres localidades (Samaniego *et al.* 2020)

El elevado contenido promedio de materia seca (22%) y su bajo contenido de azúcares reductores (0.07%), le dan las características requeridas por la industria de procesamiento (Kirkman *et al.*, 2007). En comparación con otras variedades mejoradas y nativas evaluadas en varios ambientes es la que presenta mayor contenido de vitamina C (34.07 mg/100mg) (Samaniego *et al.*, 2020).

Resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

En el Tabla 3 se observa el nivel de susceptibilidad a tizón tardío de INIAP-CIP Libertad evaluada durante varios años comparada con otras variedades comerciales y el testigo susceptible Uvilla, en términos de (AUDPCR) y su correspondiente valor en la (ES). Para los tres ciclos de evaluación el AUDPCR estuvo comprendido entre 0 y 0.13 con un ES entre 0 y 2, los cuales son los valores más bajos comparados con las otras variedades. Estos resultados muestran características de resistencia al tizón tardío de la variedad.

Tabla 3. Nivel de susceptibilidad a *Phytophthora infestans* de la variedad INIAP-CIP Libertad durante varios ciclos de evaluación, Cutuglahua, Pichincha.

Variedad	ES ¹	Ciclos 2012		2013		2014	
		AUDPCR	ES ¹	AUDPCR	ES ¹	AUDPCR	ES ¹
Uvilla	9	0.32	11	0.66	8	0.49	8
DIACOL-Capiro	8	0.22	8	0.65	8	0.48	8
INIAP-Gabriela	7	0.23	8	0.61	8	0.15	3
Superchola	5	0.15	5	0.47	6	0.22	4
INIAP-Natividad	4	0.11	4	0.31	4	0.29	5
INIAP-Fripapa	3	0.04	2	0.20	3	0.04	1
INIAP-Victoria	2	0.03	1	0.15	2	0.22	4
INIAP-CIP Libertad	1	0.00	0	0.13	2	0.01	0

¹ ES= Escala de Susceptibilidad (0 muy resistente – 11 muy susceptible).

Fuente: Taibe *et al.* (2014).

Impacto ambiental

Entre el 2008 y 2009 el Centro Internacional de la papa evaluó la (TIA) en dos sistemas de producción de papa: a) sistema convencional, que consistía en variedades de papas tardías y susceptibles al tizón tardío (Diacol-Capiro y Superchola) con aplicaciones frecuentes de plaguicidas y b) sistema, que considera el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), el cual consistió en el uso de INIAP-CIP-Libertad y la

aplicación de fosfitos para el control de *P. infestans*. La Tabla 4 muestra que el sistema MIPE obtuvo un TIA entre 40 y 88 comparado con el manejo convencional con valores (TIA) entre 419 para INIAP-Fripapa y 1,235 para DIACOL-Capiro. Lo cual demuestra que la variedad INIAP-CIP Libertad bajo un sistema MIPE, requiere un menor uso de pesticidas y por lo tanto su impacto ambiental es el más bajo, lo cual está asociado principalmente con su resistencia al tizón tardío y su precocidad.

Tabla 4. Número de aplicaciones de pesticidas y TIA de 4 sistemas de manejo de plagas y enfermedades en experimentos realizados en tres localidades del Ecuador entre 2008 y 2009.

Sistemas de producción	Localidad					
	Pichincha		Chimborazo		Tungurahua	
	Aplicación ^a	TIA	Aplicación ^a	TIA	Aplicación ^a	TIA
Capiro + C*	16/9	1,235	12/9	798	12/10	616
Superchola + C*	13/7	840	12/9	798	12/10	616
Fripapa + C*	10/5	676	10/8	634	9/8	419
Libertad + MIPE	5/2	88	4/5	87	4/3	40

^a = Fungicidas/Insecticidas, *=Manejo convencional, TIA= Impacto Ambiental.

Fuente: Kromann, et al. (2011).

Análisis de estabilidad

El análisis de la varianza AMMI (Tabla 5) estableció significación estadística a $P < 0.001$ para todas las fuentes de variación y componentes principales de la interacción (PC). A pesar de la significación para la interacción genotipo por ambiente (GEI), la mayor variación fue efecto del ambiente, con 57.81%, en comparación con el efecto del genotipo (18.66%) y el de su interacción (23.52%).

El modelo AMMI demuestra la presencia de la GEI, la cual fue descompuesta en tres componentes principales (PC), de los

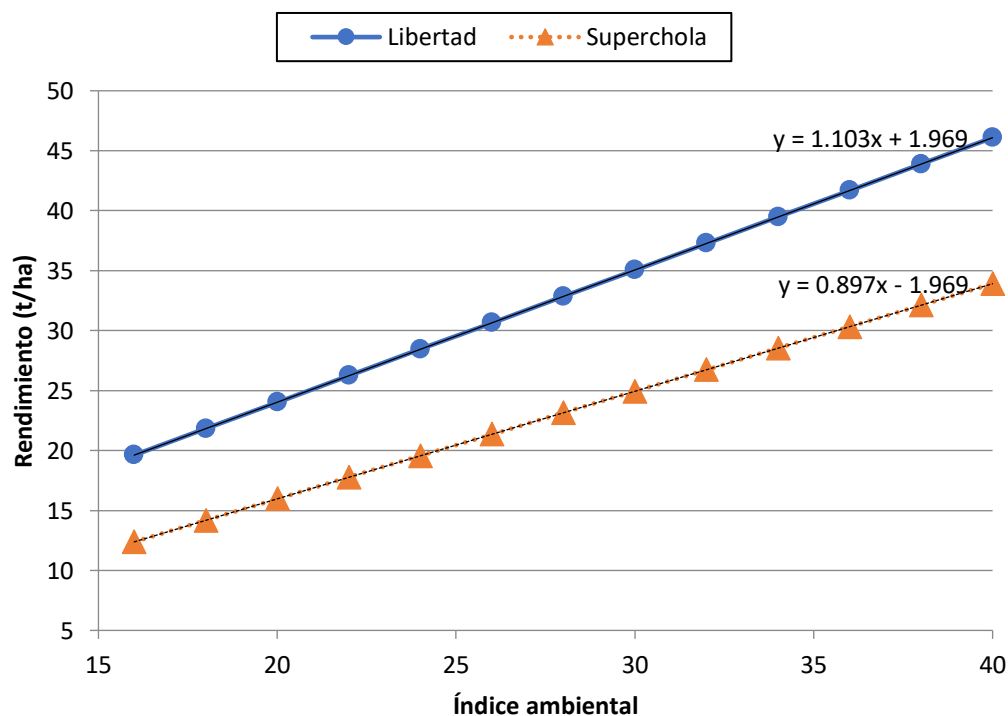
cuales los dos primeros aportaron con el 90.3% de la variación total.

El análisis de estabilidad utilizando el modelo de regresión lineal de (Eberhart y Russell 1966) el cual mide la respuesta lineal de la variedad INIAP-CIP-Libertad en relación a la variedad Superchola (Figura 1) estableció que el rendimiento de INIAP-CIP-Libertad obtiene mayor rendimiento en todos los ambientes evaluados (Figura 1). Por lo cual INIAP-CIP-Libertad a pesar de no tener una amplia adaptación, su rendimiento en todos los ambientes es superior que la variedad comercial Superchola.

Tabla 5. Análisis de varianza AMMI para rendimiento (t/ha) de cuatro variedades de papa en ocho ambientes.

	Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	% Variación explicada	Cuadrados medios
(E)	Ambientes	7	6596.4	57.81	942.34**
(G)	Genotipos	3	2129.0	18.66	3.18e-16**
	GxE	18	26.84.4	23.52	1.47e-12**
	PC1	9	1757.49	65.5	195.28**
	PC2	7	664.89	24.8	94.98**
	PC3	5	261.99	9.8	52.39**

** Significativo a $P < 0.001$

**Figura 1.** Regresión del rendimiento de la variedad INIAP-CIP-Libertad y Superchola con su índice ambiental, según el modelo propuesto por (Eberhart y Russel, 1966).

Madurez de la planta

De las evaluaciones de la variedad INIAP-CIP-Libertad (Pantoja, 2015; Pavón, 2014; Silva, 2013; Llumiquinga, 2011; Quinatoa, 2010; Colcha, 2008) en varios ambientes, su ciclo de vida estuvo comprendido entre los 100 a 120 días, comparada con la variedad tardía Superchola que alcanzó su madurez entre los 150 a 180 días. Por lo cual según la escala de madurez de planta (Cuesta *et al.*, 2020) INIAP-CIP-Libertad es considerada precoz. Característica que puede ser utilizada para reducir el riesgo de contaminación en el campo de la enfermedad denominada punta morada dentro de la estrategia de manejo que considera el uso de variedades precoces (Cuesta *et al.*, 2021).

Usos

La variedad INIAP-CIP-Libertad es apta para el consumo en fresco y por su forma ovalada con ojos superficiales contenido de materia seca superior a 20% y azúcares reductores menores al 1% puede ser utilizada para frita tipo bastón.

En pruebas sensoriales de calidad para procesamiento en forma de bastón la variedad INIAP-CIP-Libertad fue la que mayor aceptación tuvo comparada con las variedades INIAP- Victoria, Superchola, Diacol Capiro, Unica y Rubi, por su mayor porcentaje de bastones de primera categoría, además de su textura, sabor agradable y la baja retención de aceite (Tabla 6 y 7).

Tabla 6. Promedio y prueba de Tukey al 5% para rendimiento bastones fritos, retención de aceite, materia seca y azúcares reductores para la evaluación de la calidad industrial de seis variedades de papa.

Variedades	Rendimiento bastones fritos buenos ¹			Retención aceite ¹ (%)	Materia seca ¹ (%)	Azúcares reductores ¹ (%)
	Bastones 1ra (%)	Bastones 2da (%)	Total (%)			
Rubi	29.85 a ²	20.23 c	50.08	16.84 b	20.38 b	0.20 b
Libertad	29.65 a	19.30 c	48.95	14.74 a	21.15 ab	0.15 ab
Superchola	16.18 c	32.05 a	48.18	14.34 a	22.49 a	0.12 a
Única	23.75 b	24.43 bc	48.15	19.74 c	17.40 c	0.28 c
Capiro	26.65 ab	21.48 c	48.13	14.71 a	20.95 ab	0.14 ab
Victoria	16.85 c	30.53 ab	47.38	16.61 b	20.80 ab	0.14 ab

¹ Datos promedio de 6 repeticiones realizadas en la planta industrial de KFC y en el laboratorio del INIAP.

² Letras diferentes indican diferencias estadísticas según Tukey 5%.

Tabla 7. Prueba de Friedman al 5%, para evaluación organoléptica de bastones fritos de seis variedades de papa.

	Color	Sabor	Textura (crocancia)	Apariencia	Residualidad de aceite	Total
Capiro	3.3 b ¹	3.6 c	2.0 c	2.0 c	2.8 c	13.70 cd
Libertad	5.0 a	4.3 b	5.0 a	5.0 a	5.0 a	24.30 a
Victoria	3.3 b	3.8 c	4.0 b	4.0 b	3.6 c	18.55 c
Rubi	5.0 a	3.3 c	5.0 a	5.0 a	4.3 b	22.60 ab
Superchola	5.0 a	5.0 a	3.8 b	3.3 b	4.2 b	21.25 b
Única	4.0 b	3.4 c	1.0 c	1.0 c	1.0 d	10.35 d

¹ Letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Friedman 5%.

Conclusiones

INIAP-CIP-Libertad presenta características de resistencia al tizón tardío, presenta un ciclo de cultivo menor a 120 días por lo cual es considerada precoz, características que complementadas con tecnología de manejo integrado le permiten tener una menor tasa de impacto ambiental al compararla con otras variedades comerciales con manejo convencional. Por sus características de calidad puede ser utilizada para procesamiento en forma de papas fritas tipo bastones. El análisis de estabilidad establece que no es una variedad de amplia adaptación, es fuertemente afectada por el GEI.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos con la publicación de este trabajo de investigación.

Referencias citadas

Campos, H., & Ortiz, O. (2020). *The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind* (p. 518). Springer Nature. <https://hdl.handle.net/10568/106112>

Colcha, E. (2008). Evaluación del Impacto Ambiental de tecnologías para producción de papa (*Solanum tuberosum*) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en Tiazo San Vicente, Provincia de Chimborazo. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: 90p.

Cuesta, X., Rivadeneira, J., Monteros, C. (2020). Mejoramiento Genético de papa: conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos 2da edición. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. Quito, Ecuador. 70 pp. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5649>

Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez J., Racines M., Catillo C. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. Manual técnico No 104. 2da. Edición. INIAP Estación. Experimental Santa Catalina, Mejía-Ecuador Segunda Edición. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>

Devaux A., Ordinola M., Hibon A., Flores R. (2010). El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y

- Perú). Centro Internacional de la Papa. p. 385
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=jePXEL-GXJIC&oi=fnd&pg=PA8&ots=PMhRbTziMi&sig=_rVpm5edeIbDejoRa0NDzZibFKA#v=onepage&q&f=false
- Devaux, A., Goffart, J. P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., ... & Hareau, G. (2020). Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems. In *The Potato Crop* (pp. 3-35). Springer, Cham.
<https://hdl.handle.net/10568/106191>
- Eberhart, R.E., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci. (EE.UU.)* 6:36-40.
- FAOSTAT (2022) Food and agriculture data.
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Forbes, G. P., 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.
<https://hdl.handle.net/10568/65181>
- Gabriel, J., & Andrade, H. (2021). Estado de arte del cultivo de papa para procesamiento de bastones prefritos congelados en el Ecuador. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 25(2), 55-57.
<http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/431>
- Gauch H.G., Piepho H.P., Annicchiarico P. (2008) Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: Further considerations. *Crop Science* 48:866-889.
<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2007.09.0513>
- Gómez, R. (2000). Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papa. Centro Internacional de la Papa – Lima: 27p
- INIAP- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. INIAP, Quito, Ecuador. 98p.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>
- Kirkman M. (2007) Global markets for processed potato products, in: D. Vreugdenhil, et al. (Eds.), *Potato Biology and Biotechnology*, Elsevier Science B.V., Amsterdam. pp. 27-44.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444510181500440>
- Kromann, P., Pradel, W., Donal, C., Taipei, A., & Forbes, G. (2011). Use of the environmental impact quotient to estimate health and environmental impacts of pesticide usage in Peruvian and Ecuadorian potato production. *Scientific Research. Journal of Environmental Protection* 2: 581- 591.
<https://www.scirp.org/html/5857.html>
- Landeo, J. and Gastelo, M. (1998). Mejoramiento para resistencia horizontal al tizón tardío de la papa en el CIP. I Foro electrónico sobre Plagas y Enfermedades de la Papa en América Latina, Centro Internacional de la Papa.
- Llumiquinga, C. (2011). Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para la producción de papa con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en el cantón Pillaro Provincia de Tungurahua. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Ambato.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sistema de Información Pública Agropecuaria (MAG-SIPA). (2022). Superficie, producción y rendimiento de la papa
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/papa>.
- Monteros, C., Villacrés, E., Carrera, E., Pnatoja, S., Cuesta, X., (2014). Evaluación de la calidad industrial de seis variedades de papa para procesamiento de bastones pre-fritos. Informe presentado en el Consejo Consultivo de la papa, 2014, 10p.
- Pantoja, S. (2015). Evaluación agronómica y poscosecha de 6 variedades nativas y 6 variedades de papa mejorada (*Solanum tuberosum*) en tres localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis de ingeniero agrónomo en preparación.
- Pavón, C. (2014). Adaptación de cinco variedades de papa (*Solanum sp.*) en tres localidades con manejo orgánico. Quito, Pichincha. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Central del Ecuador: 92 p.
- Ponce, D., Cueva, C., Salas, E., (2014). Informe Técnico, status proyecto proceso de papa KFC, Marzo del 2014, 9p.
- Quinatoa, E. (2010). Evaluación de la eficiencia de dosis de fungicidas a base de fosfitos en el control del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en tres genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) en Píllaro, Provincia de Tungurahua. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Ambato.
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Samaniego, I., Espin, S., Cuesta, X., Arias, V., Rubio, A., Llerena, W., Angos I., & Carrillo, W. (2020). Analysis of Environmental Conditions Effect in the Phytochemical Composition of Potato (*Solanum tuberosum*) Cultivars. *Plants*, 9(7), 815. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/7/815>
- Silva, J. (2012). Evaluación de la resistencia para tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en seis cultivares y diez clones promisorios de papa (*Solanum sp.*), en dos localidades de la provincia de Chimborazo. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 135p.
- Sood, S., Bhardwaj, V., Pandey, S. K., & Chakrabarti, S. K. (2017). History of potato breeding: Improvement, diversification, and diversity. In In: Kumar Chakrabarti S., Xie C., Kumar Tiwari J. (eds) *The Potato Genome. Compendium of Plant Genomes* (pp. 31-72). Springer, Cham.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66135-3_3
- Storey M. (2007) The harvested crop, in: D. Vreugdenhil, et al. (Eds.), *Potato Biology and Biotechnology*, Elsevier Science B.V., Amsterdam. pp. 441-470. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444510181500634>
- Taipe, A., Kromann, P., & Andrade-Piedra, J. (2014). Evaluation of 24 Ecuadorian potato varieties for susceptibility to late blight. Submitted PDMR. American Phytopathological Society. 2014
- Torres, L. (2011). Inventario de tecnologías, variedades de papa. Ecuador. Centro Internacional de la Papa (en línea).

Consultado 10 de junio del 2014.
Recuperado de
<http://cipotato.org/regionquito/informacion/inventario-de-tecnologias/variedades>.

Unda, J., Suquillo, J., Sevillano, C., Pumisacho, M., Ochoa., Barrera, V. (2013). Diagnóstico

del manejo de Tizón tardío en la provincia del Carchi, Ecuador. V Congreso

Ecuatoriano de la papa, Riobamba, Ecuador.

Yuen, J., & Forbes, G. (2009). Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology* 99: 783-786. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO-99-6-0782>