

EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR



Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood
Editores



El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es una institución ecuatoriana encargada de generar, validar y transferir tecnologías apropiadas orientadas al incremento de la producción y la productividad de los sistemas de producción mediana y grandes producciones. Procura el uso adecuado de los recursos naturales, hídricos y agroecológicos así como la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.



El Centro Internacional de la Papa (CIP) es una institución científica sin fines de lucro, dedicada a incrementar la producción sostenible de la papa, el camote, y otros tuberos y tubérculos en el mundo en procesos de desarrollo, y a mejorar el manejo de los recursos naturales en los Andes y en otras zonas de montaña. El CIP forma parte de la red global de investigación agrícola conocida como el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR



EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR

EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR

Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood

Editores

EDICIÓN 2002
INIAP-CIP

EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR

Editores

Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood

Comité Técnico

Patricio Espinosa, Greg Forbes, Pedro Oyarzún, Iván Reinoso

Revisión de texto

Isabel Iturialde, Jorge Gómez, Emma Martínez

Diseño y Diagramación

José Jiménez

Ilustraciones

Luis Zumárraga

Fotografías

CIP e INIAP

PRIMERA EDICIÓN

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 18
Casilla: 17-21-1977
Quito-Ecuador
Tlf: +593-2-269-4922/0364
Fax: +593-2-269-0992
E-mail: fpapa@fpapa.org.ec
Web: www.fpapa.org.ec

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 1558
Lima 12, Perú
Tlf: +51 1 349 6017
Fax: +51 1 317 5326
E-mail: cip@cgiar.org
Web: www.cipotato.org

AUTORES

CAPÍTULO 1 LA PAPA EN ECUADOR

*Héctor Andrade**
Odilie Bastidas
Stephen Sherwood

CAPÍTULO 2 BOTÁNICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

*Xavier Cuesta**
Héctor Andrade
Odilie Bastidas
Rodrigo Quevedo
Stephen Sherwood

CAPÍTULO 3 MANEJO AGRONÓMICO

*Pedro Oyarzún**
Fernando Chamorro
Juan Córdova
Fausto Merino
Franklin Valverde
José Velázquez

CAPÍTULO 4 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Pedro Oyarzún (enfermedades)* *Patricio Gallegos* (plagas)*
César Asaquibay
Greg Forbes
José Ochoa
Betty Paucar
Marcelo Prado
Jorge Revelo
Stephen Sherwood
Fausto Yumisaca

CAPÍTULO 5 POSCOSECHA

*Hernán Naranjo**
Nicola Mastrocola
Manuel Pumisacho

CAPÍTULO 5 SOCIOECONOMÍA

*Patricio Espinosa**
Luis Mendoza
Fabián Montesdeoca
Marcelo Racines

* Coordinador del capítulo

CONTENIDO

Lista de cuadros	13
Lista de figuras	14
Agradecimiento	15
Presentación	17
Introducción	19

Capítulo 1
LA PAPA EN ECUADOR

Origen e importacia	21
Consumo	24
Ecosistemas de la sierra	24
Aspectos agroecológicos y climáticos	25
Suelos	27
Zonas productoras de papa	28

Capítulo 2
BOTÁNICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Botánica	33
La planta	33
La flor	34
El fruto	35
Los tubérculos	36
Mejoramiento genético	37
Estrategias de mejoramiento tradicional	37
Variedades de papa cultivadas	42

Capítulo 3
MANEJO AGRONÓMICO

Selección y preparación del suelo	51
Labranza	52
Época de preparación	52
Labores de preparación	52
Sistemas de labranza	53
Conservación	53
El Sistema de Wachu rozado	54

Fertilización	54
Características generales de los suelos	55
Requerimientos nutrimentales	56
Nitrógeno (N)	57
Fósforo (P)	60
Potasio (K)	63
Azufre (S)	65
Compatibilidad química de los fertilizantes	66
Abonos foliares	68
Abonos orgánicos	68
Respuesta de la papa a la aplicación de abonos orgánicos	69
Análisis químico del suelo	69
Fertilización de acuerdo con el análisis	71
Interpretación del análisis y cálculo de fertilizantes	71
Siembra y semilla	76
Siembra y densidad de siembra	76
Densidad de siembra y rendimientos	78
Cálculo de las distancias de siembra y la cantidad de semilla requerida	79
Profundidad y ubicación de la siembra en el suelo	80
Prácticas culturales	81
Cosecha	82

Capítulo 4

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aspectos generales	85
Cómo enfrentar enfermedades y plagas según el MIP	86
Estrategias generales de MIP	87
Instrumentos de apoyo para la toma de decisiones	88
Métodos de manejo	90
Prácticas culturales	90
Medidas sanitarias preventivas	92
Control Biológico de Enfermedades	93
Enfermedades	
Enfermedades foliares causadas por hongos	98
Tizón tardío, lancha	98
Tizón temprano, lancha temprana o café	105
Oidiosis, oidium o mildiu polvoso	106
Roya	107
Septoriosis	107
Moho gris	108
Enfermedades causadas por hongos del suelo	109
Carbón	109
Lanosa o torbo	110
Rhizoctoniasis o costra negra	111
Pudrición seca	113

Marchitez	114
Marchitez por verticillium	115
Pudrición basal	115
Esclerotiniosis	116
Roña o sarna polvorienta	117
Pudrición acuosa	118
Enfermedades causadas por nematodos	119
El nematodo del quiste	119
Utilización de los niveles de tolerancia	122
Cultivos no-hospedantes	123
Barbecho	124
Enfermedades causadas por bacterias	125
Pierna negra o pie negro	125
Sarna común	126
Marchitez bacteriana	127
Enfermedades causadas por virus	128
Amarillamiento de las venas de la papa (PYVV)	129
Virus del enrollamiento de las hojas (PLRV)	129
Virus leves o latentes (PVX, PVYS)	130
Mosaico severo (PVY)	131
Plagas	
Plagas del tubérculo	132
Gusano blanco	132
Polilla de la papa	136
Pulgón	139
Plagas del follaje	139
Pulguilla	139
Trips	140
Mosca minadora	140
Gusano tungurahua	141
Malezas	
Estrategias de manejo integrado	144
Recomendaciones generales de manejo	145
Antes de la siembra	145
Durante el cultivo	146
Aspectos importantes para la aplicación de los herbicidas	148
Manejo de malezas después del cultivo de papa	149
Factores abióticos en el cultivo de papa	
Heladas	149
Altas temperaturas	150
Granizo	150
Sequía	150
Grietas y magulladuras del tubérculo	151
Nudosidad y formas irregulares	151
Corazón marrón y corazón hueco	151
Punta translúcida, punta blanda (gelatinosa)	152
Puntas marrones o necrosis por calor	152

Puntas marrones o necrosis por calor	152
Lenticelosis	152
Corazón negro	152
Deficiencias nutricionales	152
Uso de plaguicidas	
Costos verdaderos de plaguicidas.	153
Insecticidas	154
Clasificación de los insecticidas	155
Fungicidas	156
Absorción y transporte.	157
Fungicidas protectantes (preventivos)	157
Fungicidas sistémicos (curativos).	160
Resistencia a fungicidas	161
Herbicidas	161
Selectividad	161
Modo de acción	162
Mecanismos de acción	162
Época de aplicación	163
Grupo químico	163
Formulaciones	163
Manejo y aplicación de plaguicidas	164
Etiqueta	165
Toxicidad del producto	165
Compra y almacenamiento	165
Dosificación	166
Preparación de la dilución	166
Preparación de mezclas	166
Manejo de derrames	166
Equipos de aplicación	167
Aspersor de mochila	167
Aspersor movido por tractor	167
Nebulizadores	167
Espolvoreos	167
Aplicación en el campo	168
Primeros auxilios	168
Manejo de envases usados	169

Capítulo 5
POSCOSECHA

Pérdidas	171
Factores físicos	171
Factores fisiológicos	172
Factores patológicos	173
Estrategias generales de reducción de pérdidas	175

Fisiología y manejo de la papa	176
Respiración y transpiración	176
Factores que influyen en la respiración y transpiración	177
Estados fisiológicos del tubérculo-semilla	177
Actividades poscosecha de papa consumo	179
Almacenamiento	179
Procesamiento de la papa en el Ecuador	181
Volumen y modalidades de procesamiento	181
Características para la industria	182
Almacenamiento y manejo de tubérculo-semilla	183
Principios	183
Factores que afectan la calidad del tubérculo-semilla almacenado	184
Actividades poscosecha y almacenamiento de tubérculo-semilla	185

Capítulo 6
SOCIOECONOMÍA

Hábitos de compra	189
Preferencias y consumo	189
Uso del análisis sensorial para medir la aceptación de clones promisorios	192
Análisis sensorial	192
Selección de clones según parámetros físicos y químicos	192
Evaluación de los clones a través del panel interno	193
Evaluación de la aceptación de los clones a través del panel externo	193
Experiencias con la implementación de esta metodología	193
Evidencia de impacto económico	194
Costos de producción	196
Requerimientos generales de información	197
Contabilidad de costos	197
Matrices y hojas de cálculo	197
Registro de información	198
Cálculo y análisis	206
Bibliografía	213

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Producción de papa en América del Sur (1995-1997)
- Cuadro 2. Producción de papa en 1993 y proyección de crecimiento para el año 2020
- Cuadro 3. Temperatura de las ciudades principales de la Sierra
- Cuadro 4. Distribución de la radiación solar
- Cuadro 5. Principales limitantes de la producción de papa y fuentes de resistencia
- Cuadro 6. Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo
- Cuadro 7. Principales características de las variedades mejoradas de papa cultivada en Ecuador
- Cuadro 8. Principales características de las variedades nativas de papa cultivada en Ecuador
- Cuadro 9. Extracción total de nutrientes por el cultivo de papa para diferentes niveles de producción
- Cuadro 10. Fuentes de nitrógeno
- Cuadro 11. Rendimiento de papa en diferentes épocas de aplicación de fósforo, en cuatro localidades de la provincia Chimborazo, 1996
- Cuadro 12. Fuentes de fertilizantes potásicos más comunes
- Cuadro 13. Principales fuentes de azufre
- Cuadro 14. Cantidad de nutrientes presentes en diversas fuentes de MO.
- Cuadro 15. Interpretación del análisis químico de suelos y recomendaciones generales de fertilización.
- Cuadro 16. Hoja de entrega de muestra de suelo
- Cuadro 17. Reporte de análisis de suelos
- Cuadro 18. Cálculo de la cantidad de fertilizante compuesto a aplicar usando 18-46-00
- Cuadro 19. Recomendaciones de fertilización
- Cuadro 20. Días de madurez de las variedades cultivadas en Ecuador
- Cuadro 21. Algunas enfermedades de la papa cuya intensidad disminuye tras la incorporación o enmienda con materia orgánica de ciertos orígenes
- Cuadro 22. Relaciones entre antagonistas y patógenos de papas y su probable mecanismo de acción
- Cuadro 23. Fungicidas y adherentes más comunes para el control del *Tizón tardío*
- Cuadro 24. Efecto de los fungicidas más importantes para el control de la lancha, (causado por *P. infestans*) en Ecuador.
- Cuadro 25. Escala para estimación del *Tizón* en el follaje
- Cuadro 26. Escala de severidad de la infección basado en el grado de cobertura con esclerocios en el tubérculo
- Cuadro 27. Escala para la valoración de sarna de pradera y sarna polvorienta
- Cuadro 28. Umbral de daño y nivel de equilibrio del nematodo del quiste de la papa
- Cuadro 29. Resumen de los principales tipos de nematodos que atacan los cultivos en suelos livianos
- Cuadro 30. Esquema de manejo integrado de *Globodera pallida* por niveles de población
- Cuadro 31. Principales malezas según zonas de cultivo
- Cuadro 32. Grado de nocividad de las malezas que se presentan en el cultivo de papa
- Cuadro 33. Herbicidas recomendados para el manejo de las malezas en papa
- Cuadro 34. Clasificación de insecticidas relacionados con el cultivo de la papa
- Cuadro 35. Fungicida protectores usados en campo para controlar *P. infestans*
- Cuadro 36. Fungicidas sistémicos usados en papa para controlar *P. infestans*
- Cuadro 37. Clasificación de los herbicidas utilizados en la producción de papa
- Cuadro 38. Grado de toxicidad de los plaguicidas
- Cuadro 39. Peso de tubérculos por tamaño
- Cuadro 40. Volumen de procesamiento de papa por la industria y los restaurantes, 1997-1998
- Cuadro 41. Porcentaje de materia seca de las principales variedades utilizadas por la industria
- Cuadro 42. Preferencia de tubérculos por grupos de edad

- Cuadro 43. Compra per cápita anual de raíces y tubérculos (kg)
- Cuadro 44. Beneficio neto al pasar de la tecnología local a la tecnología mejorada
- Cuadro 45. Registro de uso de mano de obra
- Cuadro 46. Registro de uso de insumos
- Cuadro 47. Inventario y depreciación de materiales, equipos de campo y construcciones
- Cuadro 48. Registro de uso de maquinaria agrícola para la producción de papa
- Cuadro 49. Registro de la producción de papa
- Cuadro 50. Registro de ventas
- Cuadro 51. Ejemplo de costos de producción de papa comercial en Carchi

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Tasas de crecimiento proyectadas para los cultivos alimenticios en los países en desarrollo para el año 2020
- Figura 2. Patrón de producción vegetal a diferentes latitudes
- Figura 3. Zonas productoras de papa
- Figura 4. Esquema de mejoramiento del INIAP
- Figura 5. Efectos del pH en la disponibilidad de nutrientes y otros elementos en el suelo
- Figura 6. Dosis óptima fisiológica (DOF) y dosis óptima económica (DOE), en función del precio del producto y los costos del fertilizante (nitrógeno) 2000
- Figura 7. Dosis óptima fisiológica (DOF) y dosis óptima económica (DOE), en función del precio del producto y los costos del fertilizante (fósforo) 2000.
- Figura 8. Compatibilidad química de algunos fertilizantes
- Figura 9. Diagrama de la forma de muestreo de suelos
- Figura 10. Elementos para el cálculo de tallos productivos
- Figura 11. Ciclo de vida del nematodo
- Figura 12. Ciclo biológico del gusano blanco
- Figura 13. Comportamiento del adulto de gusano blanco.

AGRADECIMIENTOS

Los editores desean reconocer a todos los agricultores, experimentadores e investigadores profesionales que han dedicado su creatividad y mística para la generación de ideas y prácticas a fin de mejorar el manejo del cultivo de papa en nuestro país. Extendemos un especial agradecimiento a los numerosos autores de este libro, investigadores de los programas y departamentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Nuestro reconocimiento al Centro Internacional de la Papa (CIP), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). En total, cerca de 30 expertos nacionales e internacionales, en diversas áreas de producción y mercadeo, se involucraron en los talleres para compartir e integrar sus experiencias acumuladas a través de muchos años de trabajo con el cultivo.

El trabajo demandó el apoyo especial de un comité técnico que merece reconocimiento particular:

Dr. Pedro Oyarzún, fitopatólogo y Asesor Técnico del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa del INIAP.

Ing. Iván Reinoso, economista agrícola y Líder del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa del INIAP.

Dr. Gregory Forbes, fitopatólogo y Jefe de Misión del CIP en Ecuador.

Ing. Patricio Espinosa, economista agrícola, CIP.

Deseamos reconocer a las principales entidades que apoyaron la realización de esta iniciativa, especialmente a:

La Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), por el financiamiento brindado al proyecto FORTIPAPA que lideró los talleres y la producción del libro, así como al Proyecto Papa Andina por el aporte económico para la producción final.

Global IPM Facility y el Proyecto PCT/ECU/0067 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) por su apoyo técnico y financiero.

PRESENTACIÓN

La papa ha sido por milenios un cultivo de alta prioridad en el Ecuador. Hoy en día, los agricultores del país siembran anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo. Las condiciones modernas de producción han contribuido a que el cultivo enfrente muchos problemas que ponen en peligro el bienestar económico de los productores y la seguridad alimentaria del país. Por ejemplo, debido en parte al intenso uso de pesticidas, han surgido plagas secundarias como la mosca blanca y la mosca minadora, constituyéndose en problemas y amenazas graves. Además, las migraciones de organismos como la polilla guatemalteca, han contribuido a crear nuevos problemas fitosanitarios.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), entre otros actores, conjuntamente con numerosos agricultores y colaboradores se dedican a buscar alternativas para responder a la cambiante situación agrícola del país. En el año 1984, el INIAP publicó un recurso exclusivo sobre el cultivo de la papa en Ecuador. Entonces, la orientación del Instituto se centraba en el uso de agroquímicos. Con el tiempo hemos adoptado enfoques que integran cada vez más factores socioeconómicos y ecológicos de la producción en el campo, así como otros elementos más amplios de la cadena agroalimentaria.

Desde la última publicación, el INIAP y sus colaboradores han logrado muchos avances en procesos y tecnologías para el cultivo de la papa. A través de las metodologías de investigación participativa, se han liberado en forma más eficiente y efectiva ocho variedades mejoradas de acuerdo con las demandas de los mercados de consumo en fresco y de la agroindustria. También, los programas de investigación han progresado en la comprensión de los diversos factores limitantes de la producción y han contribuido a generar nuevas recomendaciones para el manejo integrado del cultivo, incluyendo el uso de semilla de calidad y el manejo integrado de suelos, plagas y enfermedades.

La agricultura es altamente dinámica. Las nuevas condiciones de los mercados, plagas y otros factores demandan una innovación continua de parte de los agricultores. Dada esta situación, el trabajo dedicado y constante de las instituciones de investigación como el INIAP, CIP y universidades busca ofrecer aportes puntuales que beneficien directamente a los agricultores. Para el INIAP y el CIP es muy grato poner al servicio de los profesionales, técnicos, estudiantes y productores el libro *El Cultivo de papa en Ecuador*. Esperamos que sirva como una fuente de consulta y que contribuya al desarrollo del rubro papa en el país.

Gustavo Enríquez
Director General INIAP

Hubert Zandstra
Director General CIP

INTRODUCCIÓN

El Cultivo de Papa en Ecuador aspira presentar los actuales conocimientos del país en los diversos aspectos técnicos de producción y manejo del cultivo. Fue el producto de dos años de talleres y reuniones de edición para compilar e integrar la experiencia de cerca de 30 técnicos de laboratorio y de campo, provenientes de diversas instituciones.

Gran parte de la información presentada proviene de estudios realizados en Ecuador. Para los casos en los que no existía estudios en el país, los autores consideraron las experiencias de países vecinos. Organizamos equipos de expertos de acuerdo con seis temas relacionados con la planta, su siembra y desarrollo en el campo hasta la cosecha y comercialización. Cada grupo fue liderado por un coordinador que se responsabilizó por el desarrollo del capítulo. Trabajamos en una serie de talleres para diseñar capítulos y sistematizar experiencias e información externa. Posteriormente, un Comité Técnico, compuesto por cuatro expertos a nivel nacional e internacional revisó los contenidos.

Los primeros dos capítulos presentan información general sobre el cultivo de papa en el país. El Capítulo 1 presenta el origen del cultivo en el Ecuador y su importancia actual. Además, describe los distintos ecosistemas de la sierra y sus correspondientes sistemas de producción. El Capítulo 2 presenta la fisiología de la planta, las estrategias de mejoramiento genético del INIAP y las características de las variedades nativas y mejoradas más comúnmente cultivadas.

Los Capítulos 3 y 4 presentan el proceso de manejo de la papa en el campo. El Capítulo 3 incluye información sobre los sistemas de labranza, siembra, fertilización, prácticas culturales y la cosecha de papa. Después de presentar bases conceptuales del Manejo Integrado de Plagas/Pestes (MIP), el capítulo 4 describe las principales plagas del país y comparte experiencias sobre su manejo. Incluye una sección sobre los pesticidas más comunes, sus efectos en la salud humana y en la productividad, tanto como el manejo adecuado de los mismos.

Los últimos dos capítulos se centran en aspectos socioeconómicos del cultivo en Ecuador y asuntos de poscosecha. El Capítulo 5 presenta temas relacionados con el procesamiento y almacenamiento de papa para el consumo y de tubérculo-semilla. El Capítulo 6 describe los hábitos de compra y el impacto económico de distintas variedades y tecnologías diseminadas. Además, éste incluye una explicación de cómo calcular los costos de producción.

Incluimos al final una bibliografía de los estudios realizados sobre el cultivo en el país. Las fuentes están organizadas de acuerdo con el diseño del libro; se puede encontrar la mayoría de estas referencias en las bibliotecas del INIAP y CIP, en la Estación Experimental Santa Catalina.

El reto de compilar y sintetizar las diversas experiencias con respecto al manejo de papa en Ecuador ha sido formidable. Estamos conscientes de que esta primera edición puede ser complementada y nos responsabilizamos por los posibles errores y ausencia de información. Esperamos recibir sus comentarios para enriquecer futuras ediciones. Nuestra esperanza es que el libro se considerado un recurso válido para estudiantes, extensionistas y otras personas interesadas en el cultivo de papa.

Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood
Editores

CAPÍTULO 2

BOTÁNICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO



Botánica

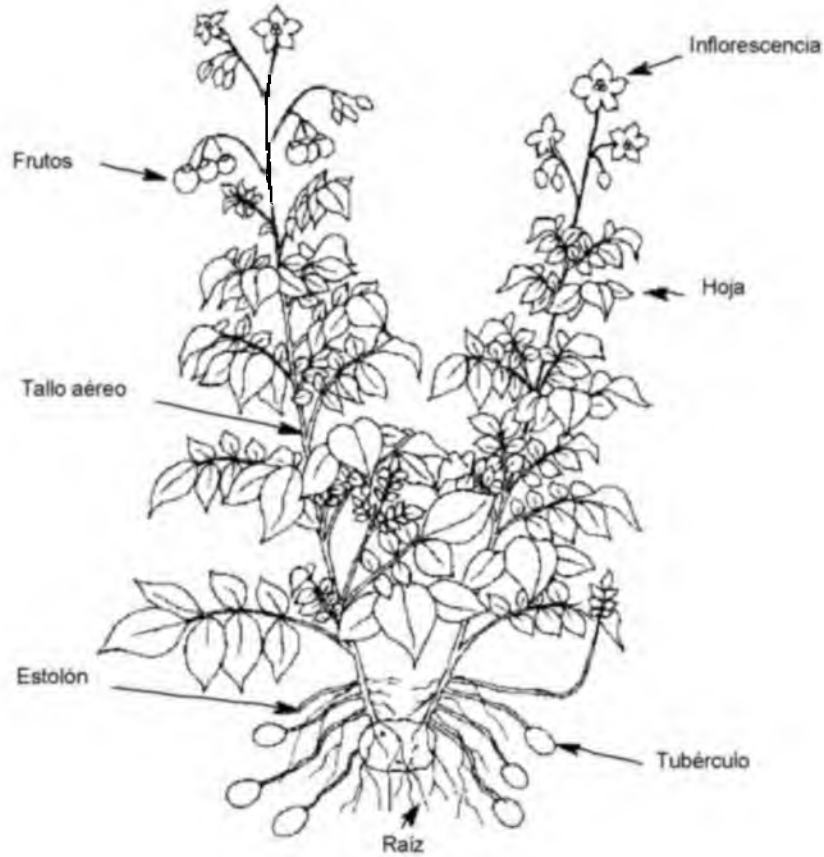
En el Ecuador, la papa ha sido tradicionalmente un cultivo de altura entre los 2.000 y los 3.600 m.s.n.m. Sin embargo, recientemente se ha comenzado a cultivar papa en la Península de Santa Elena en la Costa, con resultados alentadores. En la sierra se encuentra el cultivo en zonas templadas a frías con un rango de temperatura de 6° a 18°C. y una precipitación de 600 a 1.200 mm. La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmiferos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes.

La planta

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Serie:	Tuberosa

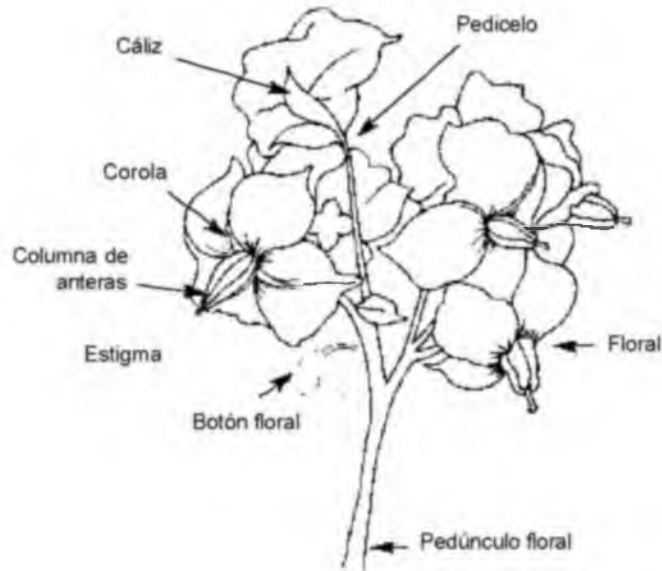
La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pignadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. La hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas.



Las papas silvestres se mantienen por largos periodos debido al continuo rebrote de los tubérculos. En contraste, las variedades cultivadas viven de cuatro a siete meses. Las plantas provenientes de semilla sexual poseen un sistema radicular muy fibroso, con raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo, a partir de los cuales se desarrolla el tallo y el follaje. En cambio, las plantas de cultivo comercial se originan de un tallo lateral que emerge de un brote proveniente de tubérculos usados como “semilla”. Las raíces son adventicias.

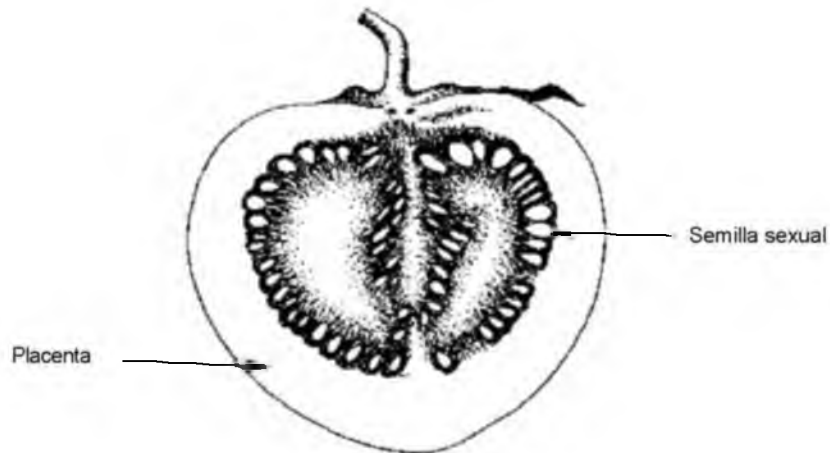
La flor

Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperiodo y la temperatura, estimulan la floración. Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales. Cada flor contiene órganos masculino (androcéo) y femenino (ginecéo). Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comunmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural. En los tetraploides la polinización cruzada es relativamente rara.



El fruto

El fruto de la papa es una baya pequeña y carmosa que contiene las semilla sexuales. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características determinadas.

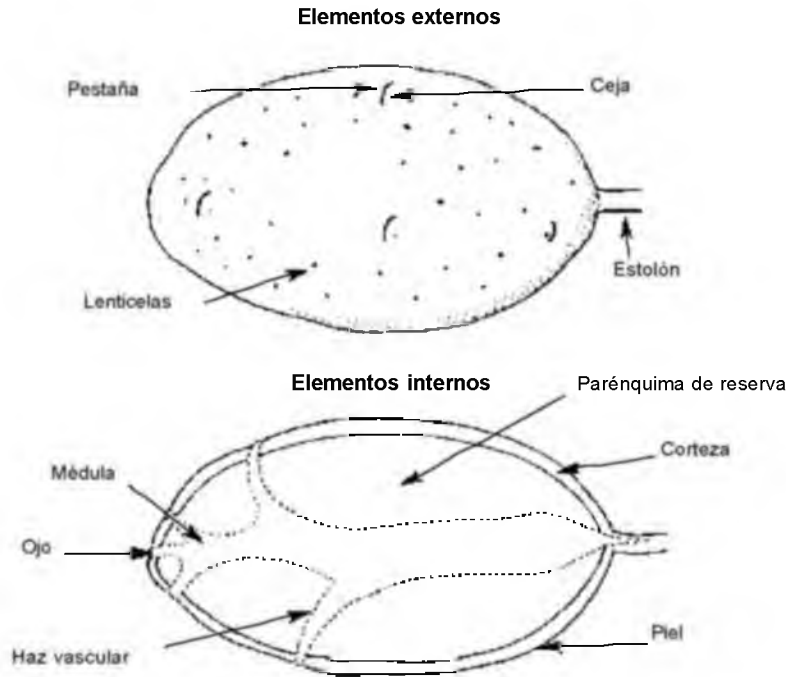


La papa posee una serie de ploidias (múltiples pares de cromosomas, con especies cultivadas desde el nivel diploide ($2n=24$ cromosomas), triploide ($2n=36$), tetraploide ($2n=48$), pentaploide ($2n=60$) y hasta hexaploide ($2n=72$) en las especies silvestres. Comúnmente las variedades nativas del Ecuador (ej. *Solanum phureja* o Chaucha) son diploides, mientras que las variedades cada vez más dominantes en el mercado son las tetraploides, genéticamente mejoradas, (ej. *Solanum tuberosum* como Superchola).

Los tubérculos

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces.

El tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. Mientras el tubérculo está en crecimiento, nuevos grupos de floema, incluyendo tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor, se forman. Hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la médula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos.



Mejoramiento genético

Debido a la continua aparición de nuevas razas de *Phytophthora infestans* que han superado la resistencia de las variedades en uso en el país, es necesaria la generación permanente de nuevas variedades. Igualmente, una presión demográfica que demanda más producción así como cambios en los hábitos de consumo son factores que exigen la búsqueda de nuevas variedades. Los objetivos del mejoramiento genético de la papa en el país se orientan al desarrollo de variedades precoces, resistentes al tizón tardío, con altos rendimientos y una alta calidad comercial y culinaria.

El mejoramiento consiste básicamente en cruzamientos de germoplasma local e introducido de varios orígenes y la identificación de clones promisorios. Hoy en día, el proceso involucra actividades en estaciones experimentales y en el campo con la participación activa de productores y usuarios de la cadena agroalimentaria, mediante la metodología de investigación participativa.

Estrategias de mejoramiento tradicional

El proceso de mejoramiento tradicional consiste de los siguientes procedimientos generales: introducción y selección clonal, hibridación, selección de progenitores y multiplicación y liberación de variedades.

Introducción y selección clonal

La introducción y selección de materiales es uno de los procedimientos más antiguos y constituye la base del proceso de mejoramiento. Involucra la introducción de materiales que respondan a los objetivos de mejoramiento y se ajusten a las exigencias del mercado y del usuario.

La selección clonal se basa en el fenotipo. Se busca caracteres que pueden apreciarse a simple vista o medirse con facilidad (precocidad, color del tubérculo, altura de la planta). El genotipo de los clones seleccionados se conserva mediante la propagación asexual. Se establecen ensayos discriminatorios (preliminares, de rendimiento y adaptación) para descartar materiales. Es importante probar los materiales en las condiciones del agricultor, al menos por tres ciclos consecutivos de cultivo, ya que el comportamiento del material sometido a las limitaciones y sistemas que el agricultor usa en su finca permite hacer un juicio más equilibrado y objetivo.

Hibridación

La recombinación de genes se produce como resultado de la reproducción sexual. En función del problema que se desea atacar y los objetivos de mejoramiento, se necesita identificar a los progenitores (genes deseables), que se encuentran en bancos de germoplasma de variedades locales y silvestres. Diversas fuentes de resistencia a los principales limitantes de la producción de papa han sido identificados en cultivares silvestres, nativos y cultivados (cuadro 5).

Cuadro 5. Principales limitantes de la producción de papa y fuentes de resistencia

Limitantes	Fuentes de resistencia	Número de cromosomas
<i>Phytophthora infestans</i>	<i>S. tuberosum ssp andigena</i> <i>S. stoloniferum</i> * <i>S. vernei</i> * <i>S. verrucosum</i> * <i>S. phureja</i> <i>S. bulbocastanum</i>	2n = 4x=48 2n = 4x=48 2n= 2x= 24 2n= 2x= 24 2n= 2x= 24
<i>Globodera spp.</i>	<i>S. tuberosum ssp tuberosum</i> <i>Solanum vernei</i> * <i>Solanum acaule</i> *	2n = 4x=48 2n= 2x= 24 2n = 4x=48
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	<i>Solanum phureja</i>	2n= 2x= 24
Virus del enrollamiento de la hoja	<i>Solanum acaule</i> *	2n = 2x=48
Heladas	<i>Solanum acaule</i> * <i>S. commersonii</i> *	2n = 4x=48 2n= 2x= 24
	<i>S. brevicaule</i> * <i>S. multidissectum</i> <i>S. stoloniferum</i> *	2n = 4x=48 2n = 4x=48
Largo periodo vegetativo	<i>S. phureja</i> <i>S. tuberosum ssp andigena</i>	2n= 2x= 24 2n = 4x=48

* variedad

De las especies silvestres, la mayoría son diploides (2n=24), aunque existen especies silvestres tetraploides, hexaploides (2n = 72) y anfidiplóides. El 98 % de los cultivares de papa más comunes corresponden a las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andígena*; son tetraploides (2n = 48) y tienen tipo de herencia tetrasómica.

La papa, a través de la reproducción sexual produce una descendencia altamente variada. Como resultado, se considera cada semilla genéticamente diferente. Por ello, las plantas seleccionadas a partir de la cruce son multiplicadas individualmente por vía vegetativa (clon). Una vez fijado el carácter deseado, se inicia un programa de pruebas regionales de adaptación, de rendimiento y calidad de los tubérculos, con la participación de agricultores y consumidores.

Selección de progenitores

Se utilizan principalmente materiales de la Colección Ecuatoriana de Papa, la cual está constituida por una colección núcleo de 100 entradas entre materiales tardíos (tetraploides spp. *andigena* y *andigena* X *tuberosum*) y precoces (*phureja* y *stenotomum*). A menudo se utilizó los materiales del banco de germoplasma del CIP, en donde se mantiene una réplica de la colección mundial de papa (unas 5.000 entradas).

Cruzamientos

Siguiendo la técnica de emasculación y polinización se efectúan los respectivos cruzamientos entre los progenitores previamente seleccionados. El producto es un conjunto de materiales con distintas características fenotípicas y genotípicas.

Evaluación de segregantes

La semilla sexual, producto de los cruzamientos, es tratada en una solución de ácido giberélico durante 24 horas para romper su periodo de reposo. Luego es sembrada en macetas individuales en un invernadero. Una vez que las plántulas han alcanzado un desarrollo de unos diez cm, son trasplantadas al campo. Posteriormente se realizan evaluaciones referentes a tipo de planta, longitud de estolones, aspectos del tubérculo y rendimiento. También, se realiza evaluaciones visuales a la presencia de virus y otras enfermedades. En función de las evaluaciones, se seleccionan las plantas que presentan mayor grado de resistencia y mejores características agronómicas. De los materiales trasplantados inicialmente, queda del 20 al 30%.

Selección en campo

Los materiales seleccionados son sembrados nuevamente y expuestos a dos selecciones a nivel clonal. Actualmente, en el país, el criterio de selección principal es la resistencia a la lancha. Durante la segunda generación clonal se realizan lecturas periódicas del porcentaje de infección de lancha.

Los clones seleccionados son sembrados en surcos de 7.5 m de largo, con una separación de 0.30 m. En esta fase se pone especial atención a la precocidad (menor a 120 días), y se eliminan clones afectados por virus en más del 25%

Con el objetivo de seleccionar clones con resistencia horizontal a la lancha (presencia de genes "R" mayores), se inocula cada material con una raza compleja de genes de virulencia de *P. infestans* y una raza "O" (sin genes de virulencia). De acuerdo a la reacción del material inoculado, se establece la presencia de genes "R".

La figura 4, resume el esquema de mejoramiento que aplica el Programa Nacional de Papa del INIAP.

Como complemento se realiza ensayos con y sin fungicidas en zonas con alta presencia de lancha. En el primer ensayo se mide el rendimiento potencial, y en el segundo se evalúa el porcentaje de infección. Estos ensayos se realizan en conjunto con grupos de agricultores.

Los clones con resistencia a lancha son evaluados y seleccionados en forma participativa con agricultores y otros actores de la cadena agro-alimentaria de las diversas provincias productoras de papa. En esta fase se toma en cuenta el rendimiento, la resistencia a lancha y las calidades de consumo en fresco o procesado.

Multiplicación y liberación de variedades

En el último ciclo de investigación, uno o dos de los clones promisorios seleccionados entran en un proceso de limpieza de virus, y posteriormente se utilizan técnicas de multiplicación acelerada (plantas *in vitro*, esquejes y uso de brotes). Se genera información escrita sobre la nueva variedad y se implementan actividades de promoción entre la zonas de producción

Figura 4. Esquema de mejoramiento del INIAP



Variedades de papa cultivadas en Ecuador

Cada zona del país produce distintas variedades de papa (cuadro 6) que pueden ser clasificadas en dos grupos: nativas y mejoradas. Las primeras corresponden a cultivares locales que han sido sometidos a un proceso de selección empírica no solo a través de ciento, sino miles de años por parte de los agricultores y presión de la naturaleza (p.e., clima, plagas y enfermedades). Las variedades mejoradas son el resultado de una selección metódica realizada por investigadores con materiales nativos y exóticos. Entre las variedades cultivadas en el Ecuador, encontramos representantes de *S. tuberosum* y *S. phureja*. Sin embargo, otras especies silvestres, especialmente *S. demissum* y *S. vertifolium*, han aportado también como líneas parentales de las variedades actuales (cuadros 7 y 8).

Cuadro 6. Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo

Zona de Cultivo	Variedad
Norte: Provincia de Carchi	Chola Superchola Gabriela Esperanza María Fripapa 99 ICA-Capiro Margarita Ormus Yema de Huevo (Chauchas)
Centro: Provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo	Chola Uvilla Santa Catalina Esperanza Gabriela María Margarita Rosita Santa Isabel Superchola Yema de Huevo Fripapa Cecilia-Leona
Sur: Provincias de Cañar, Azuay y Loja	Uvilla Bolona Santa Catalina Esperanza Soledad Cañari Gabriela

Cuadro 7. Principales características de las variedades mejoradas de papa cultivada en Ecuador

Variedades Características	Sta. Catalina (1965)	I-María (1967)	I-Cecilia (1981)
Origen genético	(Blanca cascuda x Pana) x (Jabonilla x Curipamba)	Black x (Paspuela x Leona)	Vertifolia x Jabonilla
Subespecie	<i>Tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>Tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>vertifolium</i> x <i>andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Centro, 2.800 a 3.600 m.s.n.m.	Central y Sur, 2.600 a 3.000 m.s.n.m.	Centro (Cotopaxi), 2.600 a 3.200 m.s.n.m.
Follaje	Desarrollo bastante rápido; cubre bien el terreno; planta vigorosa.	Desarrollo rápido; tallos algo débiles; hojas de tamaño mediano que cubren bien el terreno.	Desarrollo algo lento, más tarde cubre bien el terreno; de tallos fuertes.
Tubérculos	Forma redondo-ovalada, piel rosada y lisa, con ojos superficiales de color crema, pulpa amarilla pálida con vestigio de antocianina en el tejido vascular o médula.	Forma redonda, ligeramente aplanados en su cara inferior y superior, con el extremo ligado al estolón. Piel lisa anaranjado-cremosa, color de la pulpa blanca y ojos grandes de profundidad media.	Tamaño medio de forma oval-alargada, un tanto aplanada en sus caras superior e inferior; piel blanco-cremosa y lisa; pulpa blanca- cremosa; con ojos superficiales.
Maduración a 3.000 m de altitud	Semitardía (180 días)	Semitemprana (150 días)	Semitemprana (150 días)
Rendimiento potencial	28 t/ha	35 t/ha	30 t/ha
Reacción a enfermedades	Resistencia horizontal a lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), moderada a roya (<i>Puccinia pittieriana</i>), susceptible al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).	Medianamente resistente a lancha (<i>Phytophthora infestans</i>) y roya (<i>Puccinia pittieriana</i>). Susceptible al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).	Altamente susceptible a lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), roya (<i>Puccinia pittieriana</i>), virus y nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).
Usos	Consumo en fresco: sopas y puré; no se decolora al cocinar.	Consumo para procesamiento: papas fritas en forma de hojuelas (chips) y francesas.	Consumo en fresco: platos caseros (sopas y tortillas), bastante harinosa, de color puro y sabor neutro. Consumo para procesamiento (papas fritas en hojuelas o chips).

Cuadro 7. (cont.)

Variedades	Gabriela (1982)	Esperanza (1983)	Superchola (1984 ?)
Características			
Origen genético	Algodona x Chola	Florita x Chola	[(Curipamba negra x <i>Solanum demissum</i>) x clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada] G. Bastidas - Carchi.
Subespecie	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Norte y Centro, 2.900 a 3.200 m.s.n.m.	Centro y Sur, 2.800 a 3.600 m s n. m.	Norte, 2.800 a 3.600 m s n. m. Centro.
Follaje	Desarrollo rápido, tallos bastante fuertes, cubre muy bien el terreno; hojas grandes.	Desarrollo rápido, tallos robustos y fuertes, hojas grandes que cubren bien el terreno.	Frondoso; desarrollo rápido; tallos robustos y fuertes; hojas medianas que cubren bien el terreno.
Tubérculo	Tubérculos entre medianos y grandes, forma oval, color rosado intenso en su mayor parte y crema alrededor de las yemas; pulpa crema y ojos superficiales.	Tubérculos grandes de forma redonda y algo aplanada; piel blanco-crema con pigmentación rosada; pulpa crema y ojos superficiales.	Tubérculos medianos de forma elíptica a ovalada; piel rosada y lisa, con crema alrededor de los ojos, pulpa amarilla pálida sin pigmentación y ojos superficiales.
Maduración a 3.000 m de altitud	Semitardía (180 días)	Semitemprana (150 días)	Semitardía (180 días)
Rendimiento potencial	40 t/ha	50 t/ha	30 t/ha
Reacción a enfermedades	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), moderadamente resistente a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>), tolerante al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) y resistente a la roña (<i>Spongospora subterranea</i>).	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente resistente a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>), tolerante al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>), susceptible al pie negro (<i>Erwinia spp.</i>).	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente resistente a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).
Usos	Consumo en fresco: puré, tortillas.	Consumo en fresco.	Consumo en fresco: sopas y puré. Consumo para procesamiento: papas fritas en forma de hojuelas (chips) y a la francesa.



INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

Cuadro 7. (cont.)

Variedades	Fripapa (1995)	Rosita (1995)	Santa Isabel (1995)
Características			
Origen genético	(Bulk Méjico x 378158.721) x i-1039	(Nevada x I-1058 x Bulk Méjico)	Chola x (Jabonilla x Curipamba)
Subespecie	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Norte, 2.800 a 3.500 m	Centro, 2.800 a 3.500 m	Centro y Norte, 2800 a 3.800 m.s.n.m.
Follaje	Tamaño mediano, color verde llamativo, cuatro tallos, hojas compuestas y numerosas.	Fronroso, de buen tamaño, tallos gruesos, cubre bien el terreno.	Tallos fuertes de altura mediana; de desarrollo algo lento al principio; cubre bastante bien el terreno.
Tubérculo	Relativamente grandes, de forma oblonga; piel de color rosado intenso, sin color secundario; pulpa amarilla y ojos superficiales.	Grandes, de forma redonda, con ambas caras aplanadas; piel roja pálida, sin color secundario; pulpa amarilla sin pigmentación; ojos entre superficiales y medios.	Entre medianos y grandes; de forma redondo-ovalada; piel roja y lisa; pulpa amarilla y ojos superficiales.
Maduración a 3.000 m de altura	Semitardía (180 días)	Semitardía (180 días)	Semitardía (180 días)
Rendimiento potencial	47 t/ha	50 t/ha	40 t/ha
Reacción a enfermedades	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente susceptible a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y medianamente resistente a la cenicilla (<i>Oidium spp.</i>).	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente susceptible a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y medianamente resistente a la cenicilla (<i>Oidium spp.</i>).	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente susceptible a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).
Usos	Consumo para procesamiento: papas fritas en forma de hojuelas (chips) y a la francesa. Consumo en fresco: sopas y puré.	Consumo en fresco: sopas y puré.	Consumo en fresco: apta para platos caseros (sopas, puré y tortillas).

Cuadro 7. (cont.)

Variedades Características	Margarita (1995)	Soledad Cañari (1996)	Raymipapa 1999
Origen genético	(Bulk LLT-Pop x 378493.928) x IVPCE 10	Atzimba x Chola	378979.46 (CCCU-69.1 x Bulk Seedl.78 Mx) x Bulk Seedl. 79/80 Mex.
Subespecie	<i>tuberosum</i>	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>	<i>tuberosum</i> x <i>andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Centro y Norte, 2.800 a 3.500 m.s.n.m.	Sur, 2.800 m.s.n.m.	Sierra Centro - Norte (Carchi - Pichincha)
Follaje	Desarrollo bastante rápido, exuberante, porte medio, folíolos grandes, planta vigorosa.	Desarrollo rápido, plantas vigorosas, buena cobertura del suelo.	Desarrollo bastante rápido, plantas vigorosas, buena cobertura del suelo.
Tubérculo	Forma oblonga, piel amarilla, sin color secundario, pulpa crema, ojos de color rosado, superficiales.	Tamaño entre mediano y grande, forma oblonga, piel blanca-crema, lisa, sin color secundario; pulpa amarillo-clara, ojos de profundidad mediana.	Forma redonda comprimida, piel crema con manchas rosadas dispersas y salpicadas, pulpa amarilla - clara, ojos medios.
Maduración a 3.000 m. altitud	Temprana (110 días)	Semitardía (160 días)	Temprana (130 días)
Rendimiento potencial	47 t/ha	25 t/ha	45 t/ha
Reacción a enfermedades	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente susceptible a la roya y Erwinia (<i>Puccinia pittieriana</i>) y medianamente resistente a la cenicilla (<i>Oidium spp.</i>).	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), susceptible a la cenicilla (<i>Oidium spp.</i>), tolerante al virus (de los tipos X, Y, S, PCRV).	Resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>).
Usos	Consumo en fresco: agradable sabor y buena consistencia, sopas y puré.	Consumo en fresco: sopas y puré.	Sopas, puré, papa frita a la francesa, papa con y sin cáscara, tortilla.

VARIETADES MEJORADAS



Sta. Catalina (1965)

María (1967)



Gabriela (1982)



Esperanza (1983)



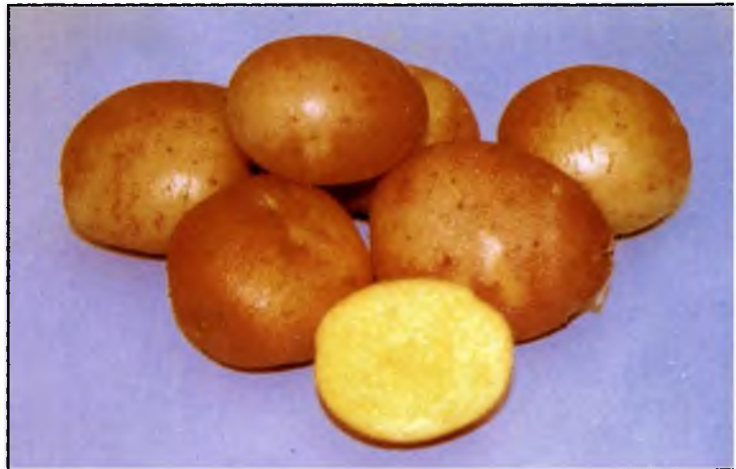
Superchola (1984)



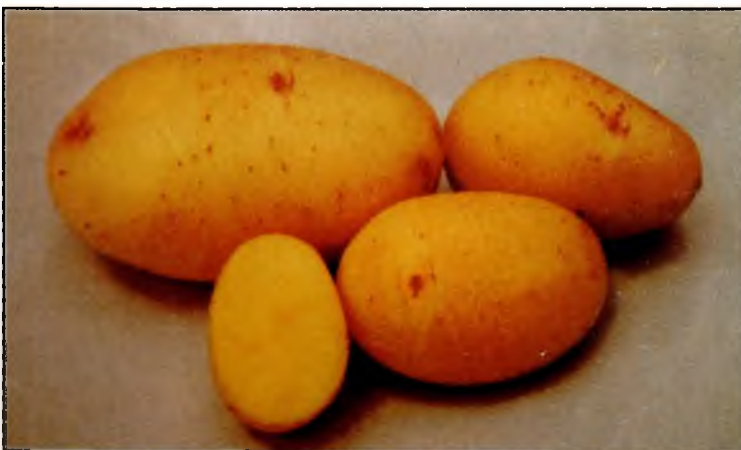
Fripapa (1995)



Rosita (1995)



Santa Isabel (1995)



Margarita (1995)



Soledad Cañari (1996)



Raymipapa (1999)



Suprema (1999)

VARIEDADES NATIVAS



Chola



Uvilla



Yema de huevo



Bolona

Cuadro 7. (cont.)

Variedades Características	Suprema (1999)	Papa Pan (2000)
Origen genético	(ABPI) B.2 X bk (LB78.79)	Desconocido
Subespecie	<i>Acaule X bulbocastanum X Tuberosum</i>	Desconocido
Zonas recomendadas	Norte (Carchi) Centro (Tungurahua y Cotopaxi)	Centro (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar)
Follaje	Plantas vigorosas, desarrollo rápido, buena cobertura del suelo.	Adundante, hábito erecto, hojas anchas, buen cobertura.
Tubérculo	Forma oblonga alargada, piel blanca crema, pulpa blanca, ojos superficiales.	Forma oblonga alargada con ambas caras aplanadas, piel blanca - crema, pulpa blanca, ojos superficiales.
Maduración a 3.000 m de altitud	temprana (120 días)	temprana (120 días)
Rendimiento potencial	38 t/ha	40 t/ha
Reacción a enfermedades	Altamente resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>).	Altamente resistente a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>).
Usos	Sopas, puré, papa frita a la francesa, papa con o sin cáscara, tortillas.	Consumo en fresco, papa frita a la francesa.

Cuadro 8. Principales características de las variedades nativas de papa cultivada en Ecuador

Variedades Características	Chola	Uvilla	Yema de huevo
Subespecie	<i>andigena</i>	<i>andigena</i>	<i>solanum phureja</i>
Zonas recomendadas y altitud	Norte y Centro, 2.800 a 3.600 m	Centro, 2.800 a 3.200 m	Valles templados de la sierra, 2.500 a 2.800 m.s.n.m.
Follaje	Tamaño grande, de vigor mediano, posee muchos foliolos pequeños; crecimiento erecto.	Exhuberante, cubre bien el suelo, tamaño alto.	Desarrollo rápido, hojas medianas, planta vigorosa.
Tubérculo	Tamaño mediano, forma oval-elíptica, levemente aplanada en sus caras superior e inferior, piel rosada áspera que predomina en el tubérculo, áreas alrededor de los ojos grandes y superficiales, con dominancia apical. Pulpa amarilla pálida sin pigmentación.	Tamaño mediano, a grande forma oblonga, ojos superficiales; piel amarilla con pigmentación morada distribuida alrededor de los ojos; pulpa amarilla clara con manchas moradas (antocianina) en forma dispersa; estolones cortos.	Forma redonda, tamaño mediano, poco uniforme, piel amarilla intensa y lisa, ojos medianos y pulpa de color amarillo intenso.
Maduración a 3.000 m de altitud	Tardía (210 días)	Tardía (210 días)	Muy temprana (90 días)
Rendimiento potencial	25 t/ha	30 t/ha	10 t/ha
Reacción a enfermedades	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>) y a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>).
Usos	Consumo en fresco: bastante harinosa, apta para puré y sopas. No se decolora al cocinar.	Consumo en fresco: sopas.	Consumo en fresco: cocción. Sirve como acompañante de platos típicos.

Cuadro 8. (cont.)

Variedades	Bolona
Características	
Subespecie	<i>andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Sur, 2.800 a 3.200 m.s.n.m.
Follaje	Exhuberante, planta alta.
Tubérculo	Tamaño mediano, a grande redondo-oval, parte apical y basal ligeramente aplanada; la piel de la mayoría de los tubérculos es crema-violacea, y, en menor medida, morado-violacea; ojos superficiales de tamaño mediano, escasos, con dominancia apical. Pulpa crema con pigmentación en el cilindro vascular. Tuberización tardía y estolones cortos.
Maduración a 3.000 m de altitud	Tardía (210 días)
Rendimiento potencial	30 t/ha
Reacción a enfermedades	Susceptible a la lancha (<i>Phytophthora infestans</i>), a la roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).
Usos	Consumo en fresco: bastante harinosa, apta para la preparación de puré y sopas.



INIAP - Estación Experimental Santa Catalina