

# 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 pequeños, medianos y grandes productores. Propiada el uso adecuado de los recursos de suelos, hídricos y agroclimáticos, así como la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente. • 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 raíces 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



E L C U L T I V O D E L A P A P A E N E C U A D O R

---

# 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 Iturralde, 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](mailto:fpapa@fpapa.org.ec)  
Web: [www.fpapa.org.ec](http://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](mailto:cip@cgiar.org)  
Web: [www.cipotato.org](http://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
<b>Ecosistemas de la sierra</b> .....	24
Aspectos agroecológicos y climáticos .....	25
Suelos .....	27
Zonas productoras de papa .....	28

*Capítulo 2*  
**BOTÁNICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO**

<b>Botánica</b> .....	33
La planta .....	33
La flor .....	34
El fruto .....	35
Los tubérculos .....	36
<b>Mejoramiento genético</b> .....	37
Estrategias de mejoramiento tradicional .....	37
<b>Variedades de papa cultivadas</b> .....	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

<b>Fertilización</b> .....	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
<b>Siembra y semilla</b> .....	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
<b>Prácticas culturales</b> .....	81
<b>Cosecha</b> .....	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
<b>Métodos de manejo</b> .....	90
Prácticas culturales .....	90
Medidas sanitarias preventivas .....	92
Control Biológico de Enfermedades .....	93
<b>Enfermedades</b>	
<b>Enfermedades foliares causadas por hongos</b> .....	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
<b>Enfermedades causadas por hongos del suelo</b> .....	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
<b>Enfermedades causadas por nematodos . . . . .</b>	<b>119</b>
El nematodo del quiste . . . . .	119
Utilización de los niveles de tolerancia . . . . .	122
Cultivos no-hospedantes . . . . .	123
Barbecho . . . . .	124
<b>Enfermedades causadas por bacterias . . . . .</b>	<b>125</b>
Pierna negra o pie negro . . . . .	125
Sarna común . . . . .	126
Marchitez bacteriana . . . . .	127
<b>Enfermedades causadas por virus . . . . .</b>	<b>128</b>
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
<b>Plagas</b>	
<b>Plagas del tubérculo . . . . .</b>	<b>132</b>
Gusano blanco . . . . .	132
Polilla de la papa . . . . .	136
Pulgón . . . . .	139
<b>Plagas del follaje . . . . .</b>	<b>139</b>
Pulguilla . . . . .	139
Trips . . . . .	140
Mosca minadora . . . . .	140
Gusano tungurahua . . . . .	141
<b>Malezas</b>	
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
<b>Factores abióticos en el cultivo de papa</b>	
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
<b>Uso de plaguicidas</b>	
Costos verdaderos de plaguicidas. . . . .	153
<b>Insecticidas</b> . . . . .	154
Clasificación de los insecticidas . . . . .	155
<b>Fungicidas</b> . . . . .	156
Absorción y transporte. . . . .	157
Fungicidas protectantes (preventivos) . . . . .	157
Fungicidas sistémicos (curativos). . . . .	160
Resistencia a fungicidas . . . . .	161
<b>Herbicidas</b> . . . . .	161
Selectividad . . . . .	161
Modo de acción . . . . .	162
Mecanismos de acción . . . . .	162
Época de aplicación . . . . .	163
Grupo químico . . . . .	163
Formulaciones . . . . .	163
<b>Manejo y aplicación de plaguicidas</b> . . . . .	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
<b>Equipos de aplicación</b> . . . . .	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

<b>Fisiología y manejo de la papa</b> .....	176
Respiración y transpiración .....	176
Factores que influyen en la respiración y transpiración .....	177
Estados fisiológicos del tubérculo-semilla .....	177
<b>Actividades poscosecha de papa consumo</b> .....	179
Almacenamiento .....	179
<b>Procesamiento de la papa en el Ecuador</b> .....	181
Volumen y modalidades de procesamiento .....	181
Características para la industria .....	182
<b>Almacenamiento y manejo de tubérculo-semilla</b> .....	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
<b>Uso del análisis sensorial para medir la aceptación de clones promisorios</b> .....	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
<b>Evidencia de impacto económico</b> .....	194
<b>Costos de producción</b> .....	196
Requerimientos generales de información .....	197
Contabilidad de costos .....	197
Matrices y hojas de cálculo .....	197
Registro de información .....	198
Cálculo y análisis .....	206
<b>Bibliografía</b> .....	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.

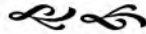
El reto de compilar y sintetizar las diversas experiencias con respecto al manejo de papa en Ecuador ha sido formidable. Estamos conscientes de que esta primera edición puede ser complementada y nos responsabilizamos por los posibles errores y ausencia de información. Esperamos recibir sus comentarios 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 1

# LA PAPA EN ECUADOR



### Origen e importancia

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum L.*) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa.

Aparentemente la evolución de las especies de papa cultivada se originó a partir del nivel diploide (dos pares de cromosomas). Por ejemplo, la especie diploide *Solanum phureja* se encontraba distribuida en tiempos prehispánicos desde el centro del Perú hasta Ecuador, Colombia y Venezuela. La diversificación posterior del cultivo ocurrió a través de la hibridación intra e interespecífica.

De aproximadamente 2.000 especies conocidas dentro del género *Solanum*, entre 160 y 180 forman tubérculos; pero de éstos, sólo ocho son especies comestibles cultivadas. Existen cerca de 5.000 cultivares de papa, de los cuales hoy en día se cultivan en los Andes menos de 500.

En 1994, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realizó una colección de papas cultivadas en el Ecuador, y encontró más de 400 diferentes tipos entre especies *andígena* y *phureja*. Sin embargo, en el país sólo comúnmente se siembran 30 cultivares, de los cuales las variedades INIAP-Gabriela y Superchola representan más de la mitad del área sembrada.

A mediados del siglo XVI los españoles introdujeron la papa a Europa. Durante los siguientes dos siglos la papa fue sólo una curiosidad, siendo cultivada en áreas pequeñas y mantenida principalmente por propósitos botánicos. En el siglo XVII se introdujo el cultivo en América del Norte, probablemente a través de Europa. A través del tiempo, la papa evolucionó hasta ser un alimento básico de alto valor nutritivo.

Entre 1995 y 1997, los productores de los países en vías de desarrollo cosecharon 439 millones de toneladas métricas de las principales raíces y

tubérculos (yuca, papa, camote y ñame), con un valor anual estimado en 41 mil millones de dólares, equivalente a la cuarta parte del valor de los cereales trigo, arroz y maíz. De la producción de raíces y tubérculos, la papa representa el cultivo de mayor valor económico (\$ 16.5 billones).

Al nivel mundial, los países con mayor extensión dedicada al cultivo son China (3.5 millones ha), la Federación Rusa (3.4 millones ha), Ucrania (1.6 millones ha), Polonia (1.4 millones ha) y la India (1.1 millones ha). En América Latina, a pesar de ser su centro de origen, sólo se cultivan alrededor de 1.1 millones de hectáreas de papa cada año, de las cuales el Ecuador cultiva 66.000 ha.

Los países con mayor producción de papa por área cultivada son Holanda (44 t/ha), Estados Unidos (39 t/ha), Bélgica y Luxemburgo (38 t/ha) y Canadá (27 t/ha). En América Latina, Argentina alcanza la mayor producción por área (22 t/ha), seguida por Chile y Brasil (15 t/ha) (ver cuadro 1). En los Andes, Colombia y Venezuela producen los rendimientos más altos (16 t/ha). Los rendimientos más bajos se observan en Bolivia y Ecuador (6 y 7 t/ha), respectivamente (cuadro 1).

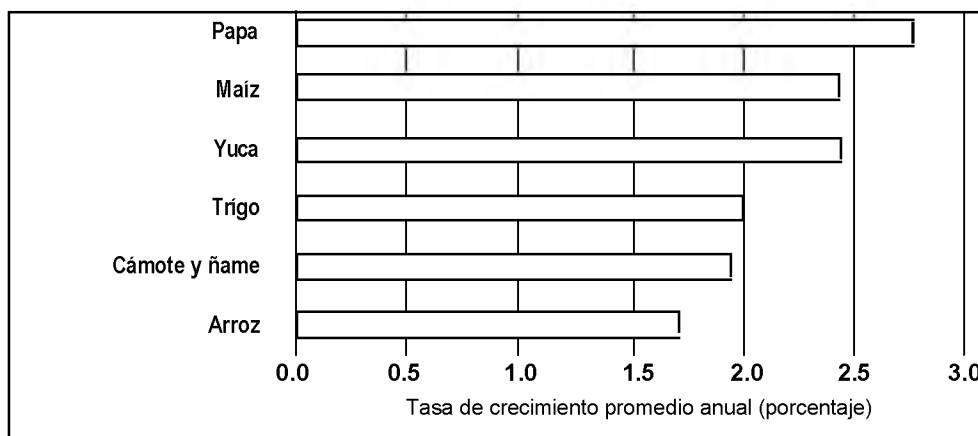
La tasa proyectada de crecimiento de la producción de papa en los países en vías de desarrollo es del 2.7 % al año, la cual es más alta que aquella para maíz, trigo y arroz (ver figura 1). El mayor crecimiento ocurrirá en Asia, seguido por Africa y Latinoamérica (cuadro 2)

**Cuadro 1. Producción de papa en América del Sur (1995-1997)**

	Producción (000 t)	Área (000 ha)	Rendimiento (t/ha)
<b>Comunidad Andina de Naciones (CAN)</b>			
Bolivia	734	131	6
Ecuador	473	66	7
Perú	2,335	240	10
Colombia	2,770	170	16
Venezuela	198	13	16
<i>Total CAN</i>	<i>6,510</i>	<i>540</i>	<i>10</i>
<b>MERCOSUR</b>			
Argentina	2,155	98	22
Brasil	2,701	182	15
Chile	1,001	66	15
Paraguay	2	Sí	Sí
Uruguay	167	18	9
<i>Total MERCOSUR</i>	<i>6,026</i>	<i>352</i>	<i>16</i>
<b>Total Mundial</b>	295,000	18,381	15.5

Fuente: CIP, 1998.

Figura 1. Tasas de crecimiento proyectadas para los cultivos alimenticios en los países en desarrollo para el año 2020



Fuente: Scott, G.J., R. Best, M. Rosegrant, and M. Bokanga. 2000.

Cuadro 2. Producción de papa en 1993 y proyección de crecimiento para el año 2020

País / Región	Producción 1993-2020		Crecimiento y clasificación 1993-2020
China	42.5	87.8	2.72
Otras de Asia Oriental	2.4	3.3	1.18
India	16.3	43.3	3.67
Otras de Sur Asia	3.5	7.7	2.98
Sur Este de Asia	1.3	2.3	2.08
Latinoamérica	12.6	20.2	1.76
Asia Occidental y Norte de Africa	13.0	23.4	2.21
Sub-Sabana de Africa	2.6	6.0	3.06
Países vías de desarrollo	94.3	194.0	2.71
Países desarrollados	191.0	209.5	0.34
Mundo	285.3	403.5	1.29

Fuente: Scott, G.J., R. Best, M. Rosegrant, y M. Bokanga. 2000.

En los últimos 30 años América Latina ha experimentado un aumento en la producción por área en lugar de un incremento de superficie dedicada al cultivo de papa. El crecimiento de la producción regional durante este período fue aproximadamente, del 2%.

En Ecuador, el número de familias dedicadas a la producción de papa es de aproximadamente 42.000, número igual al de familias que cultivan maíz suave. No hay un consenso sobre la productividad en el país. De las 66.000 hectáreas dedicadas a la papa, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN) reporta una producción promedio de 480.000 toneladas y un rendimiento por hectárea de 7.7 toneladas. Sin embargo, estudios realizados por el INIAP revelan un rendimiento promedio de 14 t/ha. Con un valor total bruto de 60 millones de dólares anuales, la papa es una importante fuente de ingresos para las comunidades rurales y su componente fundamental de la economía nacional.

### **Consumo**

Los agricultores han reconocido el valor de las raíces y tubérculos en términos de producción de energía cosechada por hectárea por día, de los cuales la papa es el más eficiente entre los cultivos comestibles comunes. La calidad y cantidad de las sustancias nutritivas del tubérculo varían por variedad de papa y condiciones de campo. El contenido de agua en un tubérculo fresco varía entre 63% a 87%; de hidratos de carbono, 13% a 30% (incluyendo el contenido de fibra 0.17% a 3.48%), de proteínas 0.7% a 4.6%; de grasas entre 0.02% a 0.96%; y de cenizas, 0.44% a 1.9%. Los otros constituyentes básicos son: azúcares, ácido ascórbico y vitaminas.

La papa es la principal fuente de alimento para los habitantes de las zonas altas del país, con un consumo anual per cápita que fluctúa según las ciudades: 122 kg en Quito, 80 kg en Cuenca y 50 kg en Guayaquil. Los restaurantes de Quito y Guayaquil consumen alrededor de 16.294 t/año, principalmente de papa frita, a la francesa.

El 90% de la papa a nivel nacional se consume en estado fresco. Los usos industriales son variados: como papas fritas en forma de “chips”, a la francesa, congeladas, prefritas y enlatadas. También se obtiene almidón, alcohol y celulosa de la cáscara. A partir de 1994 el consumo de comidas rápidas en el país ha aumentado a un ritmo anual del 6%. Hoy en día las industrias procesadoras utilizan 50.000 t/año, lo cual representa el 10% de la producción nacional.

### **Ecosistema de la sierra**

La producción de papa en Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por las relaciones entre clima, fisiografía y altura.

En general, el cultivo de la papa en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2.400 a 3.800 m.s.n.m. en los pisos interandinos y subandinos. Una fracción importante del

cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, particularmente en el subpáramo húmedo. Aunque el cultivo se encuentra en los valles bajos, debido a presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas.

### **Aspectos agroecológicos y climáticos**

Existen tres pisos ecológicos principales en el país: andino (más de 3.600 m.s.n.m.), subandino (3.200-3.600 m.s.n.m.) e interandino (2.800-3.200 m.s.n.m.). En el piso andino, las especies mejor adaptadas y más difundidas son las raíces y tubérculos andinos, entre ellos la papa y, siguiendo en importancia, los cultivos de haba y cebada. También, el sistema incluye el pastoreo extensivo de animales domésticos, especialmente de ovejas. En este piso frecuentemente ocurren heladas, sobre todo en las hondonadas y planicies. Ocasionalmente, también ocurren granizadas, fuertes vientos y aguaceros. El uso de abonos químicos ha permitido que la tierra de los páramos sea cultivada por cuatro a cinco años. En los últimos años, el periodo de descanso en barbecho se ha reducido de cinco a tres años.

El piso subandino se caracteriza por la mayor presencia de granos, como el trigo y la lenteja. Entre los animales de pastoreo se encuentran principalmente el ganado bovino y el caballo. Es una zona con menor riesgo de pérdidas por problemas climáticos. Típicamente la tierra se cultiva por cinco a seis años y luego descansa por un año.

El piso interandino se caracteriza por la diversidad de cultivos, incluyendo maíz, zambo, alfalfa y lenteja verde, y por el uso continuo del suelo sin descanso. En este piso, al igual que en los otros, son comunes los animales de pastoreo más intensivo, como el ganado de leche y especies mejoradas. Los riesgos climáticos son mínimos, y se obtienen hasta tres cosechas de papa cada dos años.

Debido a la latitud del país y los efectos de altitud, las variaciones diarias de temperatura son mucho más importantes que las estacionales (ver cuadro 3). Las diferencias diarias pueden alcanzar hasta 30°C. La altura máxima del cultivo está determinada por las temperaturas nocturnas mínimas y la frecuencia de heladas. La siembra en laderas, donde no se asientan masas de aire frío, disminuye el riesgo de heladas. La frecuencia de noches con temperaturas bajo cero aumenta rápidamente sobre los 3.300 m.s.n.m., coincidiendo con el límite inferior del piso subandino. Existe un descenso de aproximadamente 0,6°C por aumento de 100 m en la altura, y por este incremento, el cultivo de papa requiere unos 15 días adicionales para alcanzar su madurez comercial.

**Cuadro 3. Temperatura de las ciudades principales de la Sierra**

Ciudad	Temperatura °C			Altitud m.s.n.m.
	Media	Min.	Max.	
San Gabriel	12.10	6.52	17.68	2850
Otavalo	14.4	-0.5	28.2	2600
Quito	13.4	0.2	29.9	2800
Cotopaxi	8.1	-1.5	18.7	3560
Ambato	12.8	-0.6	25.6	2540
Riobamba	13.5	-3.6	28.3	2796
Cuenca	14.8	-0.2	28.0	2750
Loja	15.50	7.2	24.5	2160

La precipitación en la sierra tiene un carácter bimodal: de febrero a mayo y de octubre a diciembre, debido a los movimientos de la zona de convergencia intertropical. La principal estación seca o de verano ocurre de junio a agosto. Entre fines de diciembre y comienzos de enero existe un periodo menos lluvioso conocido como el veranillo del niño.

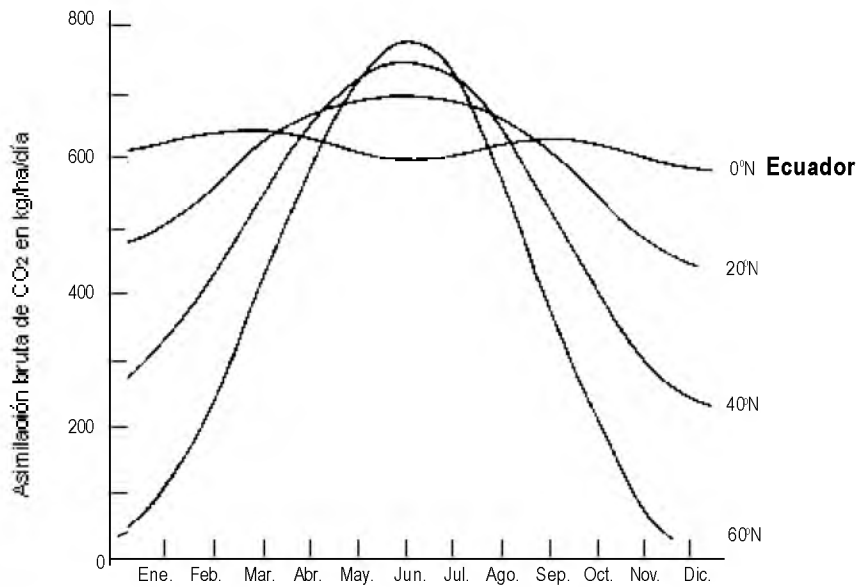
Debido a la elevada radiación solar, la producción potencial es alta y aproximadamente constante (ver cuadro 4 y figura 2), por la cual la sierra tiene excelentes condiciones para la producción vegetal. La nubosidad puede afectar hasta un 50% del periodo de insolación diario. Sin embargo, la radiación difusa en cielo cubierto es hasta un 100% más eficiente que la radiación difusa en cielo descubierto.

**Cuadro 4. Distribución de la radiación solar**

Latitud N.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.
0°	14.00	14.72	15.16	14.95	14.26	13.77	13.97	14.68	15.17	14.94	14.23	13.77
10°	12.17	13.44	14.67	15.43	15.48	15.34	15.41	15.51	15.09	13.95	12.55	11.80
20°	10.00	11.73	13.68	15.38	16.22	16.47	16.38	15.84	14.48	12.49	10.50	9.93
30°	7.59	9.65	12.21	14.81	16.45	17.12	16.87	15.64	13.37	10.62	8.17	7.05

Radiación total diaria en el espectro visible (400-700 nanómetros) en  $10^3 \text{Jm}^{-2}$  en un día claro standar

Figura 2. Patrón de producción vegetal a diferentes latitudes



Fuente: Simulation of Plant growth and crop production. 1982

Curso anual simulado de la asimilación bruta diaria de CO<sub>2</sub> por un cultivo verde y cerrado en un día libre de nubes en latitudes que van desde el Ecuador a los 60° de latitud norte

### Suelos

El tipo de suelo predominante en la sierra es de origen volcánico con alto contenido en aluminio activo, extractable con oxalato ácido de amonio. El suelo denominado negro andino se ha desarrollado de ceniza volcánica fina que forma un complejo químico entre la materia orgánica y los minerales. Este tipo de suelo es comúnmente profundo en el país y rico en materia orgánica (8 a 16% por volumen). Posee una alta capacidad de retención de agua, alta estabilidad estructural, baja densidad aparente, deshidratación reversible, buena permeabilidad, y es de consistencia untosa. Por ello, los suelos negros andinos son muy aptos para el cultivo de papa. Sin embargo, debido a la presencia de alófona e imogolita y por el complejo aluminio-humus, estos suelos tienen un alto poder de fijación de fósforo. Como resultado, el Ecuador es uno de los países que más utiliza fertilizantes fosforados.

Varias provincias presentan grados importantes de erosión debido a la agricultura. En casos extremos, particularmente en suelos superficiales, la capa ha desaparecido dejando al descubierto la cangahua, un suelo de cementación de sílica y carbonatos y poco arable.

La degradación de los suelos en Ecuador es considerada entre los problemas ambientales más serios del país. Un estudio realizado por De Noni y Trujillo en 1986, demostró que el 12% de los suelos del país (31.500 km<sup>2</sup>) estaban expuestos a erosión activa. Fuerzas múltiples han contribuido a la degradación de los suelos de la región, incluyendo la actividad agropecuaria, agricultura de monocultivo, alto uso de agroquímicos, labranza total y movimiento mecánico del suelo. Aunque las lluvias intensas que caen sobre los suelos expuestos comúnmente causan erosión, el alto contenido de materia orgánica de los suelos negros andinos facilita una gran infiltración. Como consecuencia, el escurrimiento solo ocurre durante los eventos de lluvia más severos, es decir, entre una o dos veces por año. El uso de tractores en pendientes relativamente moderadas a severas (25 a 35 grados) ha resultado en la traslocación hacia abajo de grandes cantidades de suelo. En forma consistente y con tendencia a través de los andes ecuatorianos, el cultivo mecanizado en laderas ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas, hasta el punto en que el uso de tractores ha logrado ser la principal causa de erosión física y degradación de suelos.

### **Zonas productoras de papa**

En el Ecuador se identifican tres principales zonas productoras de papa: norte, centro y sur.

#### ***Zona Norte: Carchi e Imbabura***

Esta zona tiene la mayor producción de papa, por área al nivel nacional. Su rendimiento es en promedio de 21.7 t/ha. Aunque Carchi solo ocupa el 25% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa (15.000 ha.), la provincia produce el 40% de la cosecha anual del país. Carchi dispone de una diversidad de climas que permite cultivar desde papa en la parte alta, hasta frutales en la parte baja. El área papera de la provincia se distribuye a lo largo de las cordilleras oriental y occidental, entre los 2.800 hasta los 3.200 m.s.n.m. y con clima frío de alta montaña. El área papera de la provincia se extiende sobre suelos Dystrandep, Hapludolls, Duriudolls y Arguidolls.

A lo largo del año, las temperaturas máximas, medias y mínimas son bastante similares en los cuatro cantones con mayor superficie sembrada de papa: Tulcán, Montúfar, Espejo y Huaca. Las temperaturas promedio oscilan entre los 11.8° y 12.1°C, con una ligera disminución en los meses de junio y agosto.

Las probabilidades de heladas en el norte son relativamente bajas. En tales casos, su incidencia es mayor en terrenos planos, principalmente en los meses de julio, agosto y enero. El promedio de precipitación oscila entre 900 y 950 mm. al



año, con las mayores lluvias entre octubre y mayo, pero con una distribución generalmente homogénea durante el año.

El principal sistema de producción de los agricultores de pequeña escala es papa-papa-otro cultivo (trigo, cebada, maíz, haba y pastos). La mayoría de los pequeños productores preparan el suelo con diferentes medios: tractor, manual y yunta. La combinación depende de la época de siembra, la topografía del suelo y la disponibilidad de maquinaria. En los sitios de difícil mecanización se practica el *wachu rozado* en la primera siembra (ver Capítulo 3). Los agricultores siembran durante todo el año, debido a la homogénea distribución de lluvias. Se utilizan altas cantidades de insumos externos, como insecticidas, fungicidas y fertilizantes. Generalmente, los agricultores de pequeña escala utilizan mano de obra familiar o contratada a momentos de alta demanda, p.e., durante la siembra y cosecha.

Los medianos y grandes productores combinan los cultivos con la ganadería. La rotación más común es papa-papa-pastos por dos o tres años. El pasto es utilizado para el sustento de ganadería de leche y carne. La agricultura es de insumo intensivo y los rendimientos promedios son altos (30 t/ha). El destino de la producción de papa es el mercado nacional e internacional (Colombia) para el consumo en fresco y procesamiento. La mayoría de productores preparan el suelo con tractor en la primera siembra, y con tractor, yunta o jornaleros para la segunda siembra. En laderas existe la tendencia de sembrar al inicio de las precipitaciones, en octubre, noviembre y diciembre. En las partes planas, las siembras son más frecuentes en enero, junio y julio para evitar las heladas que son comunes durante esta época del año. La mano de obra es contratada, comúnmente usando equipos de jornaleros provenientes de Colombia.

#### **Zona Centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar**

Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo al nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (11 t/ha). El clima de la provincia es muy heterogéneo. Los vientos cálidos de la zona amazónica afectan la franja de la Cordillera Oriental, suavizando el clima, específicamente en el área ubicada en el Cantón Chambo. Como resultado de fuertes variaciones de altitud (entre 2.200 a 3.600 m.s.n.m.), temperaturas medias entre 6° y 15°C, topografía y lluvias entre 250 a 2.000 mm anuales, la provincia presenta una amplia diversidad de zonas ecológicas. En general, se distinguen dos estaciones: invierno lluvioso de octubre a mayo y verano seco de junio a septiembre.

El riesgo por granizadas es mayor durante febrero, marzo, mayo y octubre a diciembre. Las heladas se presentan en la mayoría de las zonas de influencia de la Cordillera Central y Occidental, con mayor riesgo en los meses de enero, marzo, julio, agosto y diciembre.

Existen tres zonas productoras de papa: occidente, nororiente y cordillera central. La región occidental comprende los cantones Riobamba y Colta, donde la siembra ocurre entre octubre y diciembre. La parte nororiental comprende el cantón Chambo, donde se siembra desde mayo a junio. En la cordillera central comprende el cantón Guano, donde es posible sembrar durante todo el año.

Los agricultores cultivan papa en una gran diversidad de suelos. En orden de importancia, predominan los Inceptisoles (54.9%), Mollisoles (31.3%), Entisoles (12.5%) y Afisoles (1.3%). El pH de los suelos varía de ligeramente ácido a neutro, a medida que disminuye la altitud; mientras el contenido de materia orgánica y nitrógeno va de medio a alto, a medida que aumenta la altitud. El contenido de fósforo es bajo (1.5 a 5.5 ppm.), y el contenido de potasio varía de medio a alto. La textura predominante es franca. El proceso erosivo es alto.

Típicamente, la papa se rota con los cereales cebada, trigo, centeno y maíz. Entre las leguminosas se cultivan habas, arvejas, y el resto de cultivos incluye cebolla, zanahoria, oca y melloco. La tenencia de la tierra es un factor determinante en los sistemas de producción. Los pequeños agricultores con reducidas superficies de cultivo (0.5-1 ha) realizan periodos de rotación más cortos. Los medianos (1-5 ha) y grandes (5-50 ha) productores renuevan sus potreros destinados a la ganadería con papa, y regresan a este cultivo en ocho a diez años. En aquellos lugares en donde se puede sembrar todo el año, se cultiva papa por dos y hasta tres veces consecutivas. Sin embargo, el sistema de rotación más común es papa-haba, arveja-cebada, y avena-descanso o potrero (1 a 3 años).

#### **Zona Sur: Cañar, Azuay y Loja**

En Azuay y Loja, debido a las bajas precipitaciones, la producción de papa es baja y el cultivo es de poca importancia. Cañar es la provincia más papicultora, donde se encuentra el cultivo sobre los 2.000 m.s.n.m. La producción de la zona está entre las más bajas del país (8 a 10 t/ha).

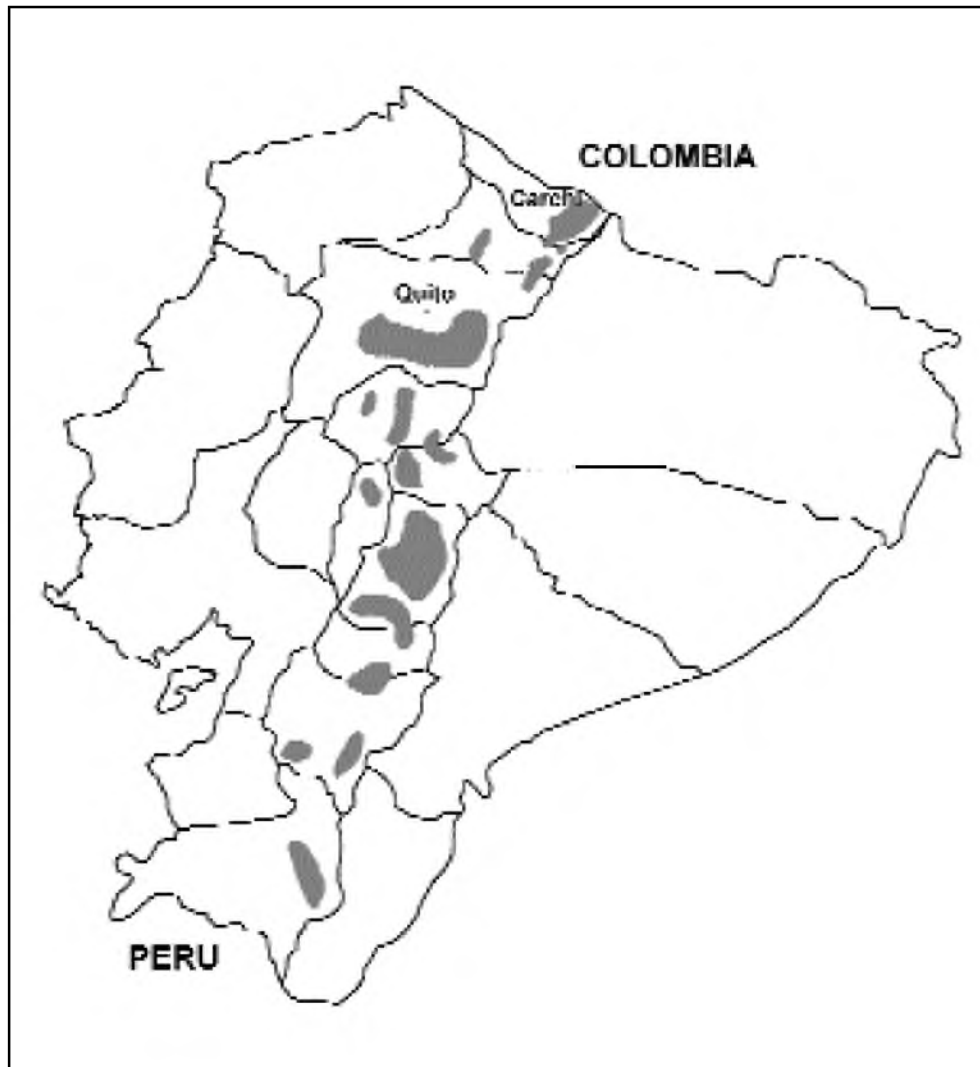
En la zona de transición sub-húmeda (2.000 a 2.600 m.s.n.m.), se presentan temperaturas medias entre 13° y 15°C y precipitaciones anuales entre 750 a 1.100 mm. Aquí, el cultivo es de temporal. Además de papa, la rotación tradicional incluye maíz, arveja, fréjol y pasto nativo.

En la zona de 2.600 a 3.200 m.s.n.m., la temperatura varía entre 10 y 13°C, con heladas frecuentes casi todo el año. La papa es sembrada generalmente en terreno de rompe de pasturas naturales, a veces asociada con maíz de grano. Luego le sucede la siembra de arvejas, cebada, trigo o maíz-choclo. Donde se dispone de riego, la siembra ocurre principalmente entre mayo y junio, con la cosecha entre noviembre a diciembre. En las parroquias de Juncal y Chorocopte del cantón Tambo, y en menor medida, en Ingapirca, Zhud, H. Vásquez y General Morales, se encuentra otros cultivos andinos, como mashua, oca y melloco, los cuales se alternan con pasturas naturales o artificiales.

En la zona de 3.200 a 3.600 m.s.n.m. se encuentra el proyecto de riego Patococha. El clima allí es mesotérmico y semiárido. La temperatura media anual es de 10.8°C y la precipitación es de 470 mm. La formación ecológica predominante es estepa montano. En esta zona predominan los cultivos de papa y maíz en asociación con frejol, arveja, lenteja, haba, chocho, lechuga, zanahoria, remolacha, coliflor, cebolla y capulí.

Sobre 3.600 m.s.n.m. predomina un sistema ganadero-lechero. La temperatura media varía de 9° a 12°C, con heladas frecuentes. Las lluvias van desde los 500 a 750 mm anuales y están distribuidas entre enero y mayo. Existe una estación seca y ventosa marcada entre junio y octubre. En esta zona, la papa es la más importante de los cultivos, y se la rota con cebada, trigo, maíz, habas y melloco. Se estima que el riego cubre 40% de la superficie y que el 60% de la papa sembrada en esta zona ocurre bajo riego.

Figura 3. Zonas productoras de papa





INIAP - Estación Experimental Santa Catalina