



Conservación y uso de la biodiversidad
de raíces y tubérculos andinos:
Una década de investigación para el
desarrollo (1993-2003)

4



Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador

Editores:
Víctor H. Barrera
César G. Tapia
Alvaro R. Monteros

Conservación y uso de la biodiversidad
de raíces y tubérculos andinos:
Una década de investigación para el
desarrollo (1993-2003)

4

Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador

Editores :
Víctor H. Barrera
César G. Tapia
Alvaro R. Monteros

**Raíces y Tubérculos Andinos:
Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador**

2004 Copyright: Los autores autorizan la reproducción total o parcial de esta publicación, dando el crédito correspondiente a los autores/instituciones e incluyendo la citación correcta de esta publicación.
ISBN: 92-9060-231-7 Quito, Ecuador Lima, Perú

Lista de autores en orden alfabético:

Víctor Barrera	Susana Espín	Fausto Merino	César Tapia
Beatriz Brito	Patricio Espinosa	Alvaro Monteros	Franklin Valverde
Carlos Caicedo	Jaime Estrella	Laura Muñoz	Elena Villacrés
+ Juan Córdova	Gerardo Heredia	Margoth Nieto	

Editores: Víctor H. Barrera, César G. Tapia y Alvaro R. Monteros
Estación Experimental Santa Catalina
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Editores de la Serie: Michael Hermann, Centro Internacional de la Papa
Oscar A. Hidalgo, Agro Consult International S.A.C.

Coordinación: Cecilia Lafosse

Carátula: Alfredo Puccini B.

Arte y diagramación: J. Rafael Libaque

Tiraje: 500 ejemplares



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 1
Casilla 17-01-340
Telf: 593-2-2690691 • Fax: 593-2-2690692
E-mail: iniap@iniap-ecuador.gov.ec • Portal: www.iniap-ecuador.gov.ec



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

Sobre este libro

La región andina es cuna de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, inclusive mucho antes de la expansión de la civilización Inca. Con el transcurso del tiempo, algunos de estos cultivos han adquirido importancia global, como la papa. La mayoría, sin embargo, son poco conocidos internacionalmente y aun en los mismos países andinos. Entre estos cultivos destacan frutales y granos y particularmente nueve especies de “raíces y tubérculos andinos” (RTAs), cada una perteneciente a una familia botánica distinta. Estas especies son: la achira (*Canna edulis*), la ahípa (*Pachyrhizus ahípa*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la maca (*Lepidium meyenii*), la mashua o el isaño (*Tropaeolum tuberosum*), el miso o mauca (*Mirabilis expansa*), la oca (*Oxalis tuberosa*), el ulluco, melloco o papalisa (*Ullucus tuberosus*) y la jícama o yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Todas ellas son usadas por los pobladores andinos rurales en su alimentación y forman parte de su cultura, y son especialmente importantes para la subsistencia de los agricultores más pobres. Durante una década, desde 1993 hasta el 2003, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ha venido apoyando diferentes esfuerzos para rescatar y promover las RTAs a través de un Programa Colaborativo que ha involucrado a numerosas instituciones en diversos países. Enfocado inicialmente en la conservación de los recursos genéticos de las RTAs, el programa puso un creciente énfasis en la diversificación de los usos de estos cultivos y en la forma cómo los agricultores de zonas marginales se pueden vincular a nuevos mercados. Para los participantes constituyó un desafío especial enlazar las necesidades de conservación de la biodiversidad en los campos de los agricultores y en bancos de germoplasma, con una perspectiva de desarrollo rural que permita abrir nuevas oportunidades de mercado y generar un valor agregado a estas especies en las zonas rurales de los Andes.

El Programa Colaborativo ha permitido realizar una serie de investigaciones novedosas y de relevancia para una conservación más eficiente de la biodiversidad de las RTAs y para su mayor uso y competitividad frente a otros cultivos. Estas investigaciones han sido dadas a conocer en informes anuales y artículos en revistas científicas y técnicas que se han ido publicando de acuerdo a los avances del Programa. Sin embargo, en su fase final el Programa ha hecho un esfuerzo especial para sistematizar los resultados de diversas áreas temáticas.

El presente libro forma parte de una serie de publicaciones que sintetizan 11 años de investigación que incluye monografías, manuales, catálogos de germoplasma y bases de datos desarrollados por investigadores de las diversas instituciones que formaron parte del Programa Colaborativo durante este período.

Citación correcta:

Barrera ,V.; C.Tapia y A. Monteros (eds.). 2004. Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. **Serie:** Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú. 176 p.

Citación correcta de un artículo:

Barrera, V.; P. Espinosa; C. Tapia; A. Monteros y F.Valverde. 2004. Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador (Capítulo 1). En:V.Barrera; C. Tapia y A. Monteros (eds.). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. **Serie:** Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No. 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú. p. 3 - 30.

Contenido

	Lista de Autores y Direcciones	vii
	Prólogo	ix
	Gustavo Enríquez Calderón	
	Introducción	1
	Víctor Barrera, César Tapia, Alvaro Monteros	
Capítulo I	Caracterización de las Raíces y los Tubérculos Andinos en la ecoregión andina del Ecuador	3
	V. Barrera, P. Espinosa, C. Tapia, A. Monteros, F. Valverde	
	Morfología de los cultivos en estudio	3
	La situación de las raíces y los tubérculos andinos	9
	Producción de los tubérculos andinos en la provincia del Carchi	11
	Producción de zanahoria blanca en San José de Minas	15
	Producción de achira en la zona de Patate	17
	Producción de melloco en la zona de Las Huaconas	20
	Principales factores limitantes de la producción de RTAs	25
Capítulo II	Manejo y conservación de RTAs <i>in situ</i> en fincas de agricultores y <i>ex situ</i> en el Banco de Germoplasma de INIAP	31
	C. Tapia, J. Estrella, A. Monteros, F. Valverde, M. Nieto C., J. Córdova (†)	
	Conservación <i>in situ</i> de la biodiversidad de RTAs	31
	Conservación <i>ex situ</i> de la biodiversidad de RTAs	43
	Relación de la conservación <i>ex situ</i> con la conservación en fincas de agricultores	60
	Conservación y manejo de suelos	64
	Experiencias en prácticas de conservación de suelos y agroforestería en el PI Las Huaconas	67
	Efecto de dos sistemas agroforestales sobre el crecimiento y producción de varios cultivos de la sierra	68

Capítulo III	Producción agroecológica y limpieza de virus de Melloco	75
	C. Caicedo, L. Muñoz, A. Monteros, C. Tapia	
	Mejoramiento de la producción de melloco en Ecuador	75
	Variedades de melloco	76
	Tecnología de producción	79
	Limpieza viral en clones promisorios de mayor aceptabilidad de melloco	82
Capítulo IV	Caracterización Físico–Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos	91
	S. Espín, E. Villacrés, B. Brito	
	Composición química y valor nutricional de las RTAs	91
	Extracción y caracterización del almidón de RTAs	100
	Digestibilidad del almidón de varias RTAs	105
	Extracción y caracterización del mucílago del melloco	108
	Caracterización del potencial fitoquímico de las RTAs	111
Capítulo V	Alternativas agroindustriales con Raíces y Tubérculos Andinos	117
	E. Villacrés, B. Brito, S. Espín	
	Procesamiento artesanal	118
	Procesamiento agroindustrial	121
	Estudio económico	140
Capítulo VI	Validación, transferencia de tecnología y capacitación en el cultivo del Melloco	143
	V. Barrera, F. Merino, G. Heredia	
	Organización de promotores y productores	144
	Investigación de campo de productores	144
	Transferencia de tecnología y capacitación	149
Capítulo VII	Consumo, aceptabilidad y oportunidad de aumentar la demanda urbana de las Raíces y los Tubérculos Andinos (RTAs)	155
	P. Espinosa	
	Aspectos de consumo de las RTAs en Quito, Guayaquil y Cuenca	155
	La comercialización de RTAs en Ecuador	162
	Identificación y caracterización de puntos de venta en Quito con miras a determinar las posibilidades de abastecimiento de las zonas pilotos en <i>Las Huaconas</i> y en San José de Minas	167
	Oportunidades para incrementar la demanda urbana en cantidad y variedad de RTAs	174

Lista de Autores y Direcciones

Víctor H. Barrera

Ing. Agr., M. Sc. en Sistemas de Producción.
Responsable del Núcleo de Apoyo Técnico y
Capacitación de la E. E. Santa Catalina del INIAP.
Panamericana Sur km 1. Casilla Postal 17-01-340,
Quito, Ecuador.
E-mail: vbarrera70@hotmail.com

Patricio O. Espinosa

Ing. Agr., M. Sc. en Economía Agrícola.
Oficial de Proyectos del Programa de Modernización
de los Servicios Agropecuarios.
Moreno Bellido E6-168 y Avenida Amazonas.
Casilla 17-21-1977, Quito, Ecuador
E-mail: poespinosa@mag.gob.ec

César G. Tapia

Ing. Agr., M. Sc. en Manejo y Conservación de
Biodiversidad.
Líder del Departamento Nacional de Recursos
Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF). E. E. Santa
Catalina. Panamericana Sur km 1.
Casilla Postal 17-01-340, Quito, Ecuador.
E-mail: denaref@ecnet.ec

Alvaro R. Monteros

Ing. Agr., M. Sc. en Biología de Semillas.
Técnico del Departamento Nacional de Recursos
Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF). E. E. Santa
Catalina. Panamericana Sur km 1.
Casilla Postal 17-01-340, Quito, Ecuador.
E-mail: denaref@ecnet.ec

Laura Muñoz

Biol., Ex Técnico del Departamento Nacional de
Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF).

Carlos E. Caicedo

Ing. Agr., M.B.A. Administración de Negocios.
Administrador Técnico. E. E. Santa Catalina.
Panamericana Sur km 1. Casilla Postal 17-01-340,
Quito, Ecuador.
E-mail: eescdir@plus.net.ec

Franklin Valverde

Ing. Agr., M.Sc. Edafología.
Líder del Departamento Nacional de Suelos y Aguas. E.
E. Santa Catalina. Panamericana Sur km 1.
Casilla Postal 17-01-340, Quito, Ecuador.
E-mail: dmsasc@punto.net.ec

Margoth Nieto

Ing. Forestal, Ex técnico del Departamento Nacional de
Suelos y Aguas.

Elena Villacrés

Ing. Alim., M.Sc. en Ciencia de Alimentos.
Técnica del Departamento de Nutrición y Calidad de
la E. E. Santa Catalina Panamericana Sur km 1.
Casilla Postal 17-01-340. Quito, Ecuador.
E-mail: hidalgor@ecnet.ec

Beatriz D. Brito

Ing. Alim., M.Sc. en Química Agroalimentaria.
Técnica del Departamento de Nutrición y Calidad de
la E. E. Santa Catalina. Panamericana Sur km 1.
Casilla Postal 17-01-340. Quito, Ecuador.
E-mail: bbrito@uio.satnet.net

Susana Espín

Química, M.Sc. en Gestión Medio Ambiental.
Responsable del Departamento de Nutrición y Calidad
de la E. E. Santa Catalina del INIAP.
Panamericana Sur km 1. Casilla Postal 17-01-340.
Quito, Ecuador.
E-mail: frivera@impsat.net.ec

Gerardo A. Heredia

Periodista, Técnico del Núcleo de Apoyo Técnico y
Capacitación de la E. E. Santa Catalina del INIAP.
Panamericana Sur km 1. Casilla Postal 17-01-340.
Quito, Ecuador.

Fausto I. Merino

Ing. en Adm. Emp.
Responsable de la Unidad de Validación y
Transferencia de Tecnología del INIAP en Chimborazo.
Calle 40 No. 1522 y Boyacá. Riobamba, Ecuador.
E-mail: fortipapa@andinanet.net

Jaime E. Estrella

Ing. Agr., Ph. D. en Evolución y Filogenia.
Coordinator of the Genetic Resources Policy Initiative
(GRPI).
Genetic Resources Policy Initiative, IPGRI-SSA;
P.O. Box 30677, Nairobi, Kenya
E-mail: j.estrella@cgiar.org

+ Juan J. Córdova

Ing. Agr., M. Sc., Edafología.
Líder del Departamento Nacional de Suelos y Aguas,
hasta Abril 2001.

Prólogo

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), con el invaluable apoyo técnico y financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), han promovido la generación, validación, transferencia de tecnología y capacitación de las principales raíces y tubérculos andinos (RTAs) del Ecuador, dentro del marco del Programa Colaborativo de Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos. Estas RTAs han sido por muchos años el sustento de la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas, principalmente de la sierra ecuatoriana, y que últimamente por su falta de uso en la alimentación de la población han dejado de ser conservadas por los productores, dando como resultado una contradicción a la famosa frase de **"A mayor uso mayor conservación"**.

Investigadores nacionales e internacionales participantes de este programa colaborativo, desde el año de 1992, han venido generando valiosas alternativas tecnológicas no solo para el beneficio de los agricultores de las RTAs, sino también para las industrias transformadoras de productores y generadoras de productos farmacéuticos principalmente. Durante este período, la conservación *in situ* y *ex situ* han sido dos aspectos preponderantes para mantener los recursos fitogenéticos de estas RTAs, que por cierto es bastante amplia y variable.

Una meta establecida al principio del programa, por parte de los investigadores, era la de dejar plasmado todo su profesionalismo y sacrificio en un libro que contenga la

información suficiente que ilustre el potencial de las RTAs. Ha sido importante observar cómo investigadores de diferentes especialidades han conjuntado esfuerzos para consolidar y plasmar la información de las investigaciones, dentro de un conjunto de capítulos que se reportan en este libro. Temas como la variabilidad genética de RTAs que posee el país, las principales prácticas y/o alternativas tecnológicas desarrolladas para el manejo de los RTAs, así como los estudios de los aportes nutricionales y sus alternativas de uso de cada una de las especies de RTAs, son algunos de los temas relevantes de este libro. Estoy seguro y convencido que este libro es un aporte importante para impulsar el uso y conservación de los RTAs en el país.

No quiero dejar pasar la oportunidad para expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Miguel Holle, quien ha sido la persona que más ha contribuido en la implementación del programa, quien dió los lineamientos claros y precisos a los investigadores del INIAP y del CIP para que todas las investigaciones lleguen a una feliz culminación. También quiero felicitar a los investigadores de los diferentes Programas y Departamentos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, sin cuyo aporte no hubiera sido posible desarrollar toda la tarea encomendada al INIAP y mucho menos plasmar todo ese conocimiento en este libro.

Dr. Gustavo Enríquez Calderón

Director General del INIAP