

INFORME TECNICO
FORTALECIMIENTO DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA PRO POBRE PARA
LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA SIERRA CENTRAL
ECUATORIANA
(2012-2014)

INIAP-ISSANDES CIP-Unión Europea

INIAP
ESTACIÓN
EXPERIMENTAL
SANTA CATALINA

INFORME TECNICO

“Fortalecimiento de la innovación agrícola pro pobre para la seguridad alimentaria en la Sierra Central Ecuatoriana”

2012- 2014

INIAP-ISSANDES CIP

Monteros, C. y Cuesta Xavier



“Informe técnico del proyecto IssAndes, INIAP-CIP " Fortalecimiento de la innovación agrícola pro pobre para la seguridad alimentaria en la Sierra Central Ecuatoriana 2012- 2014

Cita bibliográfica

Monteros, C. y Cuesta Xavier “Informe técnico del proyecto Proyecto IssAndes, INIAP-CIP " Fortalecimiento de la innovación agrícola pro pobre para la seguridad alimentaria en la Sierra Central Ecuatoriana 2012- 2014. Quito, Ecuador, 37 p.

Investigador responsable proyecto CIP-INIAP-IssAndes: Ing. Cecilia Monteros Jácome.

Equipo técnico multidisciplinario I+D que intervinieron en el proyecto

PNRT-papa

Ing. Jorge Rivadeneira, Ing. Cecilia Monteros, Dr. Xavier Cuesta, Egda. Daicy Chavez, Egdo Patricio Nieto, Egdo. Santiago Pantoja.

Suelos

Ing. Franklin Valverde, Dra Soraya Alvarado, Egda. Yéssica Martínez; Egdo Rodrigo Vélez

Nutrición

Ing. Susana Espín, Ing. Elena Villacrés, Ing. María Quelal, MB. Ing. Javier Alvarez, Egda María José, Poveda, Estefania Guerrero.

Unidad de Capacitación y transferencia de tecnología

Ing. Fabian Montesdeoca, Ing Manuel Pumisacho, Egda Andrea Bolaños, Egda Marcela Venegas.

CONPAPA-TUNGURAHUA

Ing. Luis Montesdeoca

RESUMEN EJECUTIVO

En el Ecuador, el proyecto se implementó en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi. Los beneficiarios directos fueron Agricultores productores y sus familias socias del Proyecto IssAndes de la Sierra Central Ecuatoriana y del CONPAPA Tungurahua, quienes tuvieron acceso a capacitación, información y acceso a germoplasma de alto contenido nutricional que les asegurará mantener una producción sostenible del cultivo. Además, los beneficiarios indirectos fueron extensionistas, transferencias de tecnología, estudiantes universitarios, quienes tendrán acceso a información y germoplasma.

Para vincular la investigación científica a las necesidades de los agricultores/as se utilizó herramientas participativas y mecanismos de capacitación para la creación de capacidades locales. Para la generación de conocimientos se realizó investigaciones científicas a través de tesis de grado.

Logros y lecciones aprendidas

- Se han caracterizado 11 variedades nativas y mejoradas en aspectos agronómicos, nutricionales y funcionales.
- Con la participación activa de los agricultores se seleccionó 11 variedades con alto contenido de hierro, Zinc y antioxidantes, que están siendo difundidas a nivel local en las tres provincias de la sierra ecuatoriana. Estas variedades, son una alternativa para seguridad alimentaria, ya que la papa es un componente importante en la dieta de los pequeños agricultores.
- Se entregó 1458 quintales (64.3 t) de semilla de variedades nativas y mejoradas con alto contenido de hierro y zinc.
- El procesamiento (cocción, horneado y fritura) incrementa considerablemente la biodisponibilidad de estos minerales en comparación a su biodisponibilidad en estado crudo.
- Se realizó 7 eventos de capacitación en semillas, manejo integrado del cultivo, valor nutritivo, selección positiva a promotores campesinos y técnicos de IssAndes
- La fertilización foliar con zinc aumenta la concentración de zinc en los tubérculos, especialmente en la cáscara, mientras que la fertilización con hierro no es efectiva.
- Se tiene mapas con el contenido de zinc y hierro en los suelos de Cotopaxi y Chimborazo, se identificaron 35 parroquias con una alta deficiencia de Zn y 5 con una alta deficiencia de Fe.
- Se evaluaron 112 clones y se seleccionó 10 clones con altos contenidos de hierro y zinc.
- Se realizó 9 tesis de grado para obtención de ingeniero agrónomo e ingeniería de alimentos.
- Se presentó 12 trabajos en el V Congreso Nacional de la Papa y en el XX Congreso Internacional de la Papa (ALAP).
- Se capacitó a dos técnicos del Departamento de Calidad y Nutrición del INIAP, en metodologías y análisis de componentes nutricionales (hierro, zinc) y componentes funcionales (Polifenoles,, Vitamina C, Capacidad Antioxidante y Antocianinas), en laboratorio de Calidad y Nutrición del CIP en Lima-Perú, con la finalidad de homogenizar a nivel regional las metodologías de estos análisis
- Se apoyo la organización del V Congreso Ecuatoriano de la Papa y del Día Nacional de la Papa 2012-2013.

Las papas con alto valor nutricional presentan diversidad de formas y colores. Por lo tanto, tienen interesantes oportunidad de mercado. La comercialización de estas papas debe dirigirse a mercados selectivos como supermercados y restaurantes gourmet.

Es necesario contar con una estrategia de educación nutricional, esto permite un mayor conocimiento del valor nutricional y del aporte a la salud de las variedades de papa a nivel de productores y de consumidores finales de las zonas urbanas y rurales.

Un enfoque de trabajo multidisciplinario es importante para proyectos de I&D, para articular diversas disciplinas científicas mejoramiento genético, agronomía, nutrición, salud, ciencias sociales y difusión de innovaciones. Para dar sostenibilidad a los trabajos es necesario que los socios del proyecto sean instituciones sólidas que hagan investigación y desarrollo, y que en los planes I&D incluyan temas de mejoramiento, agronomía, seguridad alimentaria y nutricional.

INTRODUCCION

En el Ecuador la papa es uno de los principales cultivos en la Sierra, el cultivo vincula a más de 82,000 productores; el cultivo de papa en el Ecuador se lo realiza en las tierras altas, en alturas comprendidas entre los 2,700 a 3,400 metros sobre el nivel del mar. La mayoría de los productores de papa (76%) son pequeños con unidades de producción menores a las 5 ha, los cuales están ubicados en su mayoría en zonas marginales, con bajas producciones. La papa es un producto muy importante en la canasta alimenticia de los ecuatorianos pues su precio es accesible, es una fuente importante de carbohidratos, vitaminas, minerales y por lo tanto contribuye con la seguridad alimentaria de toda la población. Las papas son una fuente complementaria de hierro y zinc. Por otro lado, la presencia de antioxidantes asociadas a las variedades de colores intensos puede ser un factor adicional de diferenciación comercial.

Los índices de pobreza en el Ecuador son de 38,3%, siendo mayor en la zona rural (61,5%) que en la zona urbana (24,9%). En Ecuador, al menos uno de cada cinco niños menores de cinco años tiene baja talla para la edad, es decir, desnutrición crónica. Tomando en cuenta los actuales sistemas de producción andinos, en los cuales la papa es un componente importante de la dieta de las familias pobres, se cree que la biofortificación obtenida de la selección de germoplasma con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C y por mejoramiento, así como la diversificación en alimentos y el conocimiento nutricional, pueden contribuir a la seguridad alimentaria.

El enfoque del proyecto *IssAndes* es promover la investigación ligada a la seguridad alimentaria y nutricional aprovechando la biodiversidad para contribuir a la mejor calidad de vida de los pequeños agricultores, asegurando su acceso a los alimentos. El proyecto “Innovación para la seguridad y la soberanía alimentaria en la región andina” fue ejecutado en Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia, con socios de agricultura, salud y educación en cada país. Fue coordinado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y financiado por la Unión Europea a través del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA).

En este marco, *IssAndes* en el Ecuador se planteó el objetivo de “Contribuir a mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de la población rural vulnerable de los sectores pobres de la Sierra Central Ecuatoriana”. La propuesta de intervención en seguridad alimentaria y nutricional se aplicó en sistemas de producción basados en la papa para lo que se realizó acciones en cuatro componentes: 1) Contribución de la papa a la nutrición y salud; 2) Mejoras en los sistemas de producción basados en papa; 3) Publicaciones y Participación en congresos nacionales e internacionales.

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El proyecto se ejecutó en tres provincias de la Sierra Centro (Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi), esta selección estuvo en función de variables como: producción de papa, pobreza y desnutrición (Figura 1).

Los Beneficiarios directos

- **1135 familias** de Visión Mundial y Estrategia Acción Nutrición, (EAN)
 - 467 Chimborazo (Riobamba, Guamote, Alausi, Colta)
 - 520 Cotopaxi (Pujilí, Sichos, Latacunga)
 - 148 Tungurahua (Quero, Pillaro, Ambato)

- **80 familias** del Consorcio de Productores de Papa (CONPAPA-Tungurahua), organización que está integrada pequeños productores de la provincia de Tungurahua, el 80% de estos productores se encuentran situados a más de 3000 msnm. De ellos, el 40% son mujeres y en su mayoría pertenecen a comunidades indígenas y campesinas de las zonas, con una tenencia de tierra promedio de una hectárea dedicada a diferentes actividades agropecuarias. El CONPAPA fue constituido jurídicamente en octubre del 2006 y desde el 2010 está calificado como semillero calificado para la producción de SEMILLA CERTIFICADA por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. El objetivo del CONPAPA es el fortalecimiento del agronegocio campesino con pequeños productores de papa, la principal actividad es producir papa comercial para diferentes nichos de mercado (supermercados, restaurantes, empresas procesadoras de hojuelas fritas etc) y semilla certificada

Los beneficiarios indirectos fueron extensionistas, transferencias de tecnología, estudiantes universitarios, quienes tendrán acceso a información y germoplasma

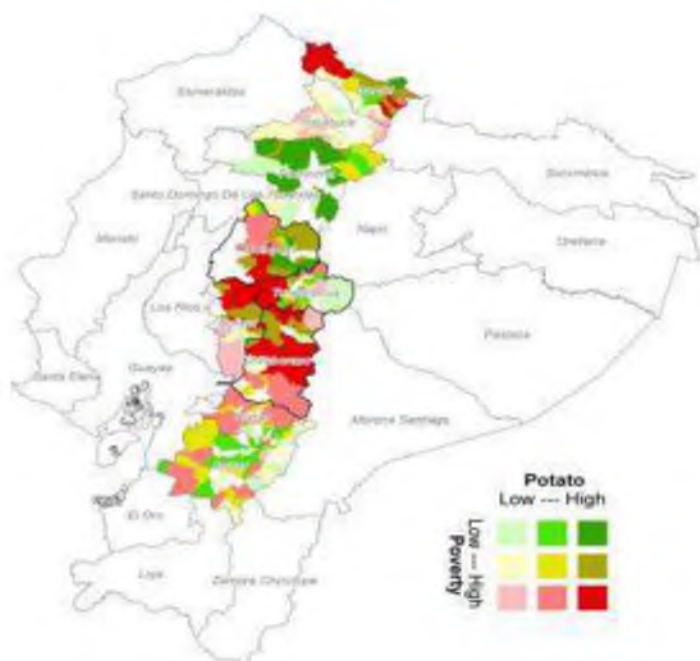


Figura 1. Zonas de intervención, IssAndes-Ecuador. 2014.

LOGROS POR COMPONENTE

COMPONENTE 1 Contribución de la papa a la nutrición y salud

Evaluación agronómica y contenido de hierro y zinc de once variedades nativas y mejoradas de papa (*solanum tuberosum* l.) con agricultores de Issandes y CONPAPA.



La papa es un producto muy importante en los sistemas de producción y en el consumo diario de las familias de los pequeños agricultores, por lo que el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa (PNRT-Papa), implementó este ensayo con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico, poscosecha y contenido de hierro y zinc. La investigación se realizó en dos localidades (L1) Estación Experimental Santa Catalina (EESC) a 3058 msnm, (L2) Mulanleo, Pilahuín, Tungurahua 3400 msnm. Como resultado de esta investigación se encontró que la variedad INIAP-Natividad, presentó el mayor rendimiento (sobre 47 t/ha) en las dos localidades. Las variedades I-Libertad y Uvilla a los 30 días de almacenamiento presentaron 98 a 100% de verdeamiento.

Con respecto al contenido de hierro y zinc, en las condiciones de Cutuglahua, la variedad con mayor contenido de hierro fue I-Yana Shungo con un promedio de 90.70 ppm y la variedad con el mayor contenido de zinc fue Leona Negra con un promedio de 29.67 ppm. En la comunidad de Mulanleo, Parroquia Pilahuín, la variedad con el mayor contenido de hierro fue I-Libertad con un promedio de 85.60 ppm y la variedad con el mayor contenido de zinc fue Leona Negra con un promedio de 31.40 ppm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características agronómicas de 11 variedades nativas y mejoradas de papa.

	Días cosecha	Rendimiento (t/ha)		Verdeamiento (%)		Contenido de Hierro (ppm)		Contenido de Zinc (ppm)	
		Cutuglahua	Pilhuin	Cutug	Pilhuin	Cutuglahua	Pilhuin	Cutuglahua	Pilhuin
Coneja Negra	169 d	26.92 b ³	20.90 d-g ³	87 b	73 bd	36.43 d	47.87 b	16.33 c	10.17 c-f
Chaucha Roja	--	--	11.68 g	--	39 a	-	32.47 cd	-	15.53 be
Chaucha Amarilla	--	--	18.85 e-g	--	88 cd	-	26.15 d	-	15.90 bc
Uvilla	162 d	22.46 b	25.89 e-e	98 b	97 d	29.35 d	34.93 cd	12.95 c	8.50 ef
Leona Negra	158 cd	26.69 b	25.31 e-f	40 a	42 a	68.1 abc	37.17 c	29.67 a	31.40 a
Puñá Negra	172 d	20.28 B	32.40 b-d	71 ab	58 ab	30.67 d	38.10 c	18.27 bc	9.07 def
INIAP-Natividad	151 bed	55.93 a	47.41 a	87 b	94 d	65.15 C	34.25 cd	27.33 ab	12.33 ode
INIAP-Victoria	130 ab	39.48 ab	36.63 a-c	62 ab	91 d	53.50 c	53.50 c	22.93 abc	14.57 bed
INIAP-Puca Shungo	139 bc	36.99 ab	43.14 ab	64 ab	62 ac	81.00 ab	38.30 c	22.43 abc	5.93 f
INIAP-Yana Shungo	139bc	40.64 ab	30.85 b-e	37 a	43 a	90.70 a	38.10 c	21.47 abc	15.80 bc
CIP-Libertad	113 a	38.46 ab	11.99 fg	100 b	100 d	22.20 d	87.60 a	17.6 bc	18.70 b

Contenido de compuestos funcionales y capacidad antioxidante de 11 cultivares de papa

Con el objetivo de evaluar el efecto del ambiente sobre la concentración de antioxidantes en papa el Departamento de Nutrición y Calidad y el Programa de Papa implementaron este ensayo para medir la concentración de vitamina C (AA), carotenoides totales (CT), compuestos fenólicos totales (CFT), antocianinas totales (AT), y la capacidad antioxidante (CA) en 11 variedades mejoradas y nativas en tres localidades de la Sierra Ecuatoriana: Cutuglahua (3058msnm), Pujilí(3098 msnm) y Pilahuín (3489 msnm).

La variedad I-Libertad presentó los mayores contenidos de vitamina C en las tres localidades con un rango entre 29.07 - 39.49 mg/100 g, mientras que la variedad nativa Puña mostró los valores más bajos con un rango entre 12.67-20.81 mg/100g (Cuadro 2). Las variedades Chaucha Roja (423.5 - 1043.5 µg/100g PF) y Chaucha Amarilla (341.2 a 423.5 µg/100g PF), que tienen pulpa de color amarillo intenso, presentaron los contenidos más alto de carotenoides Totales (Cuadro 2).

En general las variedades con piel y pulpa de presentaron altos contenidos de antocianinas, así, las variedades I-Yana shungo e I- Puca shungo presentaron los mayores contenidos de AT en todas la localidades con valores entre 34.67 a 172.53 µg/g PF, en Pilahuín la variedad nativa Coneja negra presentó un contenido de 36.70 µg/g. (Cuadro 2). Las variedades I-Yana shungo e I- Puca shungo presentaron mayores contenidos fenólicos (CFT) en las localidades de Cutuglahua y Pujilí con un rango de entre 1.874 a 3.251 g/kg y de 1.656 y 1.775 g/kg respectivamente. Mientras en Pilahuín las variedades Chaucha amarilla y Chaucha roja presentaron contenidos mayores 1.442 y 1.291 g/kg respectivamente.

Las variedades con los mayores contenidos de Capacidad antioxidante (CA) en Cutuglahua fueron las variedades I-YanaShungo e I-Victoria (751.76 – 789-19 µg de Trolox/g), en Pujilí sobresalen las variedades I-Puca shungo, I-Yana shungo y Chaucha roja (465-35 – 619.82 µg de Trolox/g) y en Pilahuín la variedades con mayor CA fueron Coneja Negra, I-Libertad, I-Natividad, I-Puca shungo, I- Yana Shungo y Chaucha roja (326.57 – 585.88 µg de Trolox/g) (Cuadro 2).

Los genotipos evaluados presentaron gran variación para los nutrientes, la mayor variación se debe al efecto del genotipo, lo cual implica que a través de mejoramiento genético utilizando los genotipos con los mayores contenidos como progenitores se puede desarrollar variedades con altos contenidos. Las variedades I-Yana Shungo, I-Puca shungo y Coneja presentaron mayores contenidos de antocianinas totales, compuestos fenólicos totales, por lo que se les debe considerar como fuentes promisorias para el desarrollo de variedades mejoradas con altos contenidos de estos compuestos.

Las variedades Chaucha amarilla y Chaucha roja con pulpa de color amarillo intenso presentaron los mayores contenidos de carotenoides totales y por lo cual constituyen en genotipos promisorios para el uso en mejoramiento para el desarrollo de variedades con altos contenidos de este antioxidante. De igual forma la variedad Libertad podría ser utilizada como progenitor para mejorar el contenido de vitamina C.

El contenido de vitamina C y compuestos fenólicos totales fueron los compuestos que más relación presentaron con la capacidad antioxidante, por lo que a través de selección de genotipos con estas características se puede indirectamente seleccionar germoplasma con alta CA. Por lo cual a través de la selección de genotipos con altos contenidos de antioxidantes como Chaucha roja, Chaucha amarilla, I-Puca shungo, I-Yana shungo y Libertad es posible a través de mejoramiento genético desarrollar variedades con altos niveles de estos fitonutrientes.

Cuadro 2. Concentración de vitamina C (mg/100 PF), compuestos fenólicos totales (g/kg PS), carotenoides totales (µg/100g PF), antocianinas totales (µg/g PF) y capacidad antioxidante (µg de Trolox/g PF) en genotipos de papa cultivados en tres localidades.

Genotipos	Vitamina C				Carotenoides totales				Compuestos fenólicos				Antocianinas totales				Capacidad antioxidante			
	Cut ^a	Puj ^b	Pil ^c	p ^d	Cut ^a	Puj ^b	Pil ^c	p ^d	Cut ^a	Puj ^b	Pil ^c	p ^d	Cut ^a	Puj ^b	Pil ^c	p ^d	Cut ^a	Puj ^b	Pil ^c	p ^d
C. Negra	29.8ab	13.38de	15.01de	**	173.81d	86.58ef	208.32cd	**	1.103bc	0.759cdef	0.764cde	**	27.75b	14.01cd	36.70ab	**	438.1cd	203.98cd	377.57ab	**
Ch. amarilla	20.7ab	21.46bcd	25.05ab	**	636.41b	341.20a	347.71b	**	0.937c	1.335ab	1.442a	**	7.13de	4.00e	5.69f	**	520.69bc	331.32abcd	300.56abc	**
Ch. roja	25.5ab	31.84ab	22.63abc	**	1043.51a	423.46a	511.56a	**	1.0615bc	1.184abc	1.291ab	**	15.01bc	14.76cd	15.20cd	**	279.63ef	619.82a	439.76a	**
L. Negra	23.5ab	17.99cde	13.06e	**	87.74f	78.47f	207.63d	**	0.9843bc	0.535ef	0.657de	**	29.65b	22.34cd	15.70cde	**	422.7cd	176.02d	213.66bcd	**
Libertad	39.5 ^a	33.66 ^a	29.07 ^a	ns	195.96d	163.84cd	207.00cd	**	0.7317c	1.169abc	0.874cd	**	4.73ef	2.74e	7.25ef	**	228.75f	304.14bcd	365.27ab	**
Natividad	30.0ab	16.83cd	17.44bcd	**	167.52d	181.12bc	211.78cd	**	1.1417bc	1.403ab	1.139abc	**	6.02ef	12.24cd	12.99cde	**	653.81b	504.77ab	326.57ab	**
P. Shungo	23.4ab	23.56abc	22.83abc	**	100.64ef	49.97g	220.75cd	**	1.8737ab	1.775a	0.824cde	**	107.43a	62.21b	34.67ab	**	423.16cd	581.97a	585.88a	**
Puña	20.8b	12.67e	15.29de	**	199.88d	121.51de	57.79e	**	1.1777bc	0.624def	0.609de	**	25.07b	26.54bc	18.82bc	**	415.98de	82.95e	106.30d	**
Uvilla	32.4ab	15.72cde	27.59ab	**	354.35c	212.39b	427.86b	**	0.9757bc	0.416f	0.570e	**	11.99cd	3.46e	11.51cdef	**	424.03cd	36.38f	335.06abc	**
Victoria	17.1b	17.19cd	15.86bcde	**	127.95de	177.91bc	224.13c	**	1.4373bc	0.999bcd	0.630de	**	3.28f	8.77d	7.81def	**	789.19A	328.46abc	134.85cd	**
Y. Shungo	21.8ab	24.38abc	15.03cde	**	132.03de	79.00f	206.72cd	**	3.2507a	1.656ab	0.906bcd	**	54.53a	172.53a	43.37a	**	751.76A	465.35ab	332.41ab	**

a Cutuglahua, b Pujilí, c Pilahuín,

d Diferencias entre localidades para cada accesión ** significativo a 1%, ns no significativo

Letras diferentes indican diferencias significativas entre genotipos, de acuerdo a la prueba de Tukey P<0.05

Valoración y evaluación del efecto de la cocción, fritura y horneado en la disminución de fitoquímicos en once variedades de papa.

Los compuestos fitoquímicos son sustancias naturales no fibrosas, generadas por el metabolismo secundario de las plantas como mecanismo de defensa a situaciones estresantes o contra el ataque de mohos, bacterias, insectos. A estos compuestos se les denomina “compuestos no nutritivos”, o “factores nutricionalmente bioactivos”, ya que si bien carecen de valor nutritivo, no resultarían perjudiciales en pequeñas cantidades, sin embargo, pueden inhibir la asimilación de nutrientes (proteínas y minerales) y pueden llegar a ser tóxicos si se exceden los límites permitidos.

Por lo anteriormente mencionado el Departamento de Nutrición y Calidad y el Programa de Papa implementaron este ensayo con el propósito de cuantificar los compuestos fotoquímicos y determinar el efecto del horneado, cocción y fritura en la disminución de estos compuestos en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) y el establecimiento del perfil nutricional de la papa procesada de acuerdo a la mejor técnica identificada para la reducción de estos compuestos.

Se trabajó con 6 variedades nativas de papa (Coneja Negra, Chaucha roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña, Leona Negra) y 5 variedades mejoradas (I-Puca Shungo, I-Yana Shungo, I-Natividad, I-Libertad e I-Victoria), el ensayo se sembró en tres localidades de la Sierra Ecuatoriana: Cutuglahua (3058msnm), Pujilí(3098 msnm) y Pilahuín (3489 msnm). A la madurez de cosecha, se procedió a la cosecha, selección y limpieza de los tubérculos para luego realizar los procesos de horneado y fritura convencional; con y sin cáscara. La cocción en agua se realizó a 91°C por 20 minutos, el horneado se realizó a 180°C por 15 minutos y la fritura a 180°C por 5 minutos. Luego se liofilizaron y se almacenaron en recipientes herméticos para hacer los análisis respectivos.

Los compuestos fitoquímicos que se registraron en mayor concentración en las papas procesadas con valores promedios fueron: Polifenoles (1067,16 mg/100g. B.S.), ácido fítico (31,81 mg/100g. B.S.), oxalatos (180,17 mg/100g B.S.), glicocalcoides (70,66 mg/100g. B.S.), nitratos (37,14 mg/100g B.S.) y finalmente taninos (3,03 mg/100g B.S).

La variedad I-Yana shungo, cultivada en la EESC, en estado crudo presentó el mayor contenido de polifenoles totales (1627,81 mg/100 g). Este valor es mayor al encontrado en otras especies vegetales como el maíz negro (276,82mg/100 g) y fréjol, dos veces superior a la guayaba y tres veces superior a la naranja, ofreciendo un potencial para contribuir activamente en el control de las reacciones oxidativas y proveer protección contra ellas.

En cuanto al contenido de *nitratos*, un menor contenido se registró en los materiales cultivados en Pujilí y Pilahuín, en contraste, una mayor concentración (100 mg/100 g), se determinó en la variedad Libertad, cultivada en la EESC. Este valor es menor a los reportados para espinaca y lechuga fresca (300 y 400 mg/kg, respectivamente) y se encuentra dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

La variedad I-Victoria cultivada en Pilahuín, presentó un alto contenido (357,39 mg/100 g) de *oxalatos*, valor que limita su consumo en el caso de pacientes con problemas renales o condiciones inflamatorias, ya que un plan de alimentación bajo en oxalatos sugiere una ingesta menor a 150 miligramos/día, Mcanuff *et al.*, (2005). Siendo apropiada para este régimen alimenticio, variedades como I-Puca Shungo, que presenta bajos contenidos de oxalatos.

El mayor contenido de glicocalcoides (221,87 mg/100 g B.S) se encontró en la variedad Coneja negra, proveniente de Santa Catalina.

Con respecto a los taninos, las variedades I-Natividad y Chaucha roja, cultivadas en Pujilí, presentaron 5,02 y 4,77 mg/100 g en estado crudo. Sin embargo, los procesos de preparación del

tubérculo ayudaron a disminuir estos contenidos a niveles seguros para el consumo, semejante al registrado en la variedad “chaucha amarilla” con 2,49 mg/100 g.

Se encontró que la mayor parte de los fitoquímicos se concentran en la cáscara, por lo que el pelado y cocción provocaron una disminución del 91% de estos compuestos, el horneado reduce un 67% de dichos compuestos.

Los contenidos de polifenoles, nitratos, taninos, oxalatos y glicoalcaloides determinados en las variedades analizadas, en estado crudo, no superaron los valores máximos permisibles para el consumo.

El procesamiento ayudó a disminuir el contenido de antinutricionales pero también afectó al valor nutricional, reflejado en la pérdida de la vitamina C (42 %) y carotenoides totales (88 %). El contenido de lisina, no fue afectado drásticamente por efecto del procesamiento, mientras que la digestibilidad del almidón alcanzó un 80 % a los 60 minutos de reacción.

Las variedades de cáscara y pulpa morada, como I-Yana Shungo, I-Puca-Shungo y Puña Negra, no son recomendadas para niños menores a 3 años, por su alto contenido de polifenoles, antocianinas y taninos, que aunque son buenos desde el punto de vista de salud, interfieren en la absorción de Fe, Zn y proteínas. Estas variedades se recomiendan más bien para los adultos por su alto contenido de antioxidantes.

Efecto de los diferentes métodos de procesamiento (cocción, horneado y fritura) en la biodisponibilidad de nutrientes

En los últimos años ha crecido el interés por consumir alimentos funcionales que al ingerirlos aporten con efectos nutricionales beneficiosos para la salud y que promuevan la reducción de riesgos de padecer enfermedades degenerativas. Sin embargo, el aporte real de nutrientes en un alimento depende no solo de la concentración sino de la biodisponibilidad de componentes nutritivos. La papa constituye una fuente de antioxidantes como vitamina C, compuestos fenólicos y carotenoides y minerales como potasio, calcio, hierro, magnesio, fósforo y zinc, sin embargo, la cantidad de estos nutrientes puede disminuir una vez que la papa es sometida a diversos procesos previos a su consumo.

Por lo anteriormente mencionado el Departamento de Nutrición y Calidad y el Programa de Papa implementaron este ensayo con el propósito de evaluar el efecto de los procesos de cocción, fritura y horneado sobre la biodisponibilidad de nutrientes presentes en 11 variedades de papa. El ensayo se sembró en la Estación Experimental Santa Catalina a 3058 m.s.n.m. A la madurez de cosecha, se procedió a la cosecha, selección y limpieza de los tubérculos para luego realizar los procesos de horneado y fritura convencional; con y sin cáscara. El horneado se realizó a 15 minutos aproximadamente a 180°C y en la fritura a 5 minutos a 180°C. Seguidamente se congelaron las muestras ya procesadas, se liofilizaron y se almacenaron en recipientes herméticos para hacer los análisis respectivos.

Se determinó que el ácido ascórbico o vitamina C es el compuesto más biodisponible de la papa, tanto en los tubérculos crudos, como en los procesados. La biodisponibilidad de este compuesto varió significativamente por efecto de la variedad de papa y el proceso aplicado, siendo la cocción en agua el proceso de mayor afectación en la biodisponibilidad. A pesar de las pérdidas ocasionadas por efecto del procesamiento, 150 gr de papa horneada aportan cerca del 40% de los requerimientos diarios recomendados de ácido ascórbico. La variedad Libertad fue la variedad con el más alto contenido de ácido ascórbico

La biodisponibilidad de Fe y Zn en las 11 variedades mostraron que el procesamiento (cocción, horneado y fritura) incrementa considerablemente la biodisponibilidad de estos minerales, especialmente del Zn (Figura 2).

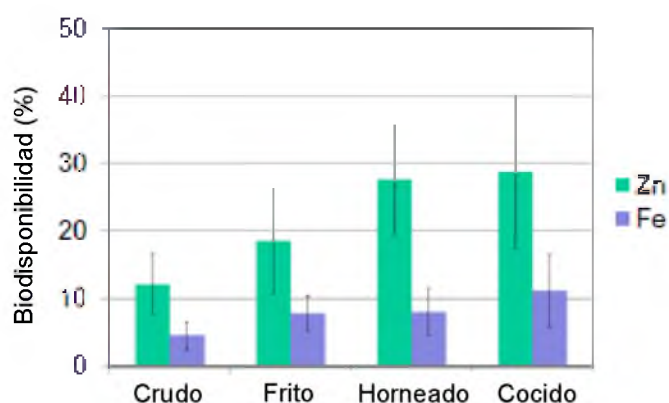


Figura 2. Efecto del procesamiento en la biodisponibilidad de Fe y Zn en 11 variedades

La variedad I-Victoria en estado cocido presentó la mayor biodisponibilidad del hierro (22.7 %) y zinc (48.8 %). La variedad Puña presentó un porcentaje de hierro disponible similar tanto en los materiales procesados como en estado crudo. La variedad Victoria alcanzó el mayor porcentaje de hierro biodisponible en la cocción por inmersión (22%) y el menor en la papa

cruda (2%) mientras que en la papa horneada y frita se determinó valores de 9.80 y 13.4% de hierro biodisponible respectivamente (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Biodisponibilidad in vitro del hierro en variedades de papa cruda y procesadas

VARIEDAD	Hierro biodisponible (%)			
	CRUDO	HORNEADO	FRITO	COCINADO
Libertad	5.3 ^{ghijk} ± 1.0	16.8 ^b ± 3.0	6.5 ^{efghijk} ± 1.2	6.7 ^{efghijk} ± 2.6
Coneja negra	3.2 ^{ijk} ± 0.5	6.5 ^{efghijk} ± 0.9	7.3 ^{efghijk} ± 1.4	7.2 ^{efghijk} ± 1.4
Puña	4.3 ^{ghijk} ± 0.9	5.2 ^{efghijk} ± 0.9	6.2 ^{efghijk} ± 1.8	8.5 ^{defghi} ± 1.9
Chaucha amarilla	3.8 ^{hijk} ± 1.0	8.1 ^{defghij} ± 2.0	8.2 ^{defghij} ± 1.7	14.1 ^{bc} ± 1.8
Natividad	4.3 ^{ghijk} ± 0.8	4.9 ^{efghijk} ± 1.2	9.6 ^{cdefg} ± 2.2	7.4 ^{efghijk} ± 1.7
Leona negra	9.5 ^{cdefg} ± 1.3	9.9 ^{cdef} ± 1.4	5.5 ^{efghijk} ± 1.4	9.2 ^{cdefgh} ± 1.6
Chaucha roja	3.1 ^{jk} ± 0.4	9.5 ^{cdefg} ± 1.3	6.6 ^{efghijk} ± 1.9	6.4 ^{efghijk} ± 0.7
Uvilla	3.3 ^{ijk} ± 0.3	6.7 ^{efghijk} ± 2.5	5.9 ^{efghijk} ± 1.4	8.5 ^{defghij} ± 1.0
Pucashungo	7.3 ^{efghijk} ± 1.1	6.9 ^{efghijk} ± 1.5	11.2 ^{cde} ± 1.6	17.5 ^{ab} ± 2.9
Yanashungo	3.9 ^{hijk} ± 0.8	4.2 ^{ghijk} ± 1.4	5.3 ^{efghijk} ± 1.3	14.6 ^{bc} ± 2.3
Victoria	2.2 ^k ± 0.3	9.8 ^{cdef} ± 2.3	13.4 ^{bcd} ± 2.1	22.7 ^a ± 2.7

Cuadro 4. Biodisponibilidad *in vitro* del Zinc, en variedades de papa cruda y procesada.

VARIEDAD	Zinc biodisponible (%)			
	CRUDO	HORNEADO	FRITO	COCINADO
Libertad	9.8 ^{qrs} ± 2.3	41.5 ^{bc} ± 1.2	11.6 ^{opqs} ± 3.1	18.7 ^{hijklmno} ± 2.0
Coneja negra	10.9 ^{pqrs} ± 1.7	25.8 ^{efgh} ± 1.0	18.7 ^{hijklmno} ± 1.8	26.7 ^{efg} ± 2.1
Puña	15.4 ^{klmnopqr} ± 3.3	41.8 ^{ab} ± 0.9	13.8 ^{lmnopqr} ± 2.2	24.4 ^{efghi} ± 1.4
Chaucha amarilla	9.9 ^{qrs} ± 2.9	24.4 ^{efghi} ± 0.9	21.0 ^{ghijkl} ± 3.2	28.3 ^{def} ± 1.2
Natividad	5.1 ^s ± 1.3	37.4 ^{bc} ± 1.1	20.6 ^{ghijkl} ± 3.3	21.1 ^{fghijk} ± 1.0
Leona negra	12.0 ^{mnpqrs} ± 1.3	23.6 ^{efghij} ± 0.7	19.2 ^{hijklm} ± 1.9	18.8 ^{hijklmn} ± 1.8
Chaucha roja	16.3 ^{klmnopq} ± 2.4	24.5 ^{efghi} ± 1.1	40.6 ^{bc} ± 2.6	18.0 ^{ijklmnop} ± 1.0
Uvilla	14.3 ^{klmnopqr} ± 2.9	24.2 ^{efghi} ± 1.2	11.0 ^{pqrs} ± 2.3	34.5 ^{cd} ± 1.6
Pucashungo	16.5 ^{klmnopq} ± 1.9	29.3 ^{de} ± 1.3	19.2 ^{hijklm} ± 4.2	41.8 ^{ab} ± 2.7
Yanashungo	14.8 ^{klmnopqr} ± 2.3	20.0 ^{shijkl} ± 1.2	12.4 ^{mnpqrs} ± 3.3	34.7 ^{bcd} ± 2.1
Victoria	8.9 ^s ± 1.2	11.9 ^{npqrs} ± 1.2	15.8 ^{klmnopqr} ± 4.8	48.8 ^a ± 1.7

La tasa de digestión de almidón, expresada como el porcentaje hidrolizado en el tiempo, varió entre las diferentes variedades analizadas (Figura 3). El almidón de la variedad Libertad fue hidrolizado completamente a los 30 minutos, mientras que solo se observó el 50% de hidrólisis en Puña Negra. Las variedades con una elevada digestibilidad de almidón son adecuadas para la alimentación de niños y personas convalecientes, mientras que aquellas con baja digestibilidad son recomendadas en dietas de reducción de peso, pacientes diabéticos y personas con bajos requerimientos calóricos.

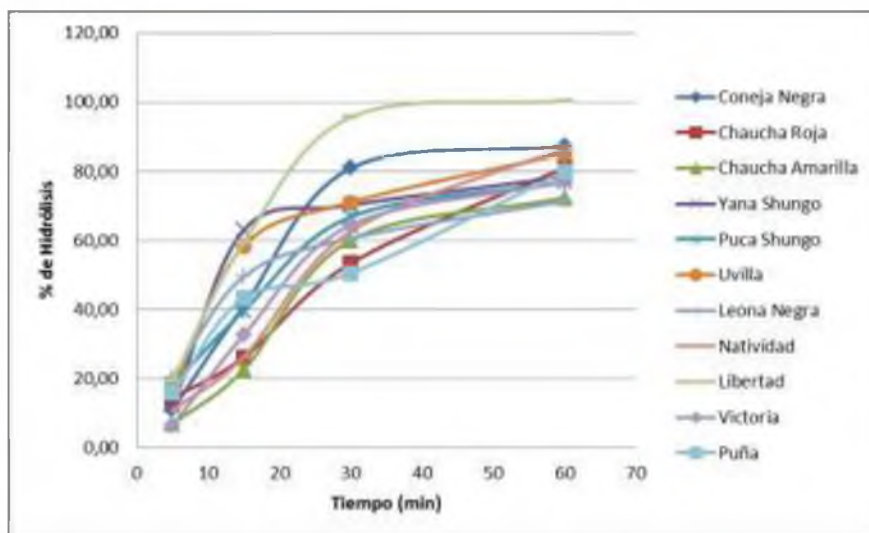


Figura 3. Digestibilidad de almidón *in vitro* en 11 variedades de papa (cocidas).

Mapeo de zinc y hierro en suelos ecuatorianos para la focalización de áreas potenciales para la biofortificación agronómica del cultivo de la papa.

Se realizó un mapeo del contenido de Zn y Fe en los suelos del Ecuador para ubicar las zonas de suelos deficitarios en estos elementos (Figura 4). Estos mapas se realizaron en base a información secundaria del Departamento de Suelos de INIAP, utilizando alrededor de 16600 análisis de suelo. Para conocer concretamente el nivel de Zn y Fe en el área de intervención del proyecto (parroquias) se realizaron muestreos de suelos y análisis químicos adicionales. De esta manera se determinó que la mayoría de parroquias presentan contenidos bajos o medios de Zn, pero altos contenidos de Fe. Se identificaron 35 parroquias con una alta deficiencia de Zn y 5 con una alta deficiencia de Fe, que podrían ser consideradas como áreas potenciales para la biofortificación agronómica en el cultivo de papa.

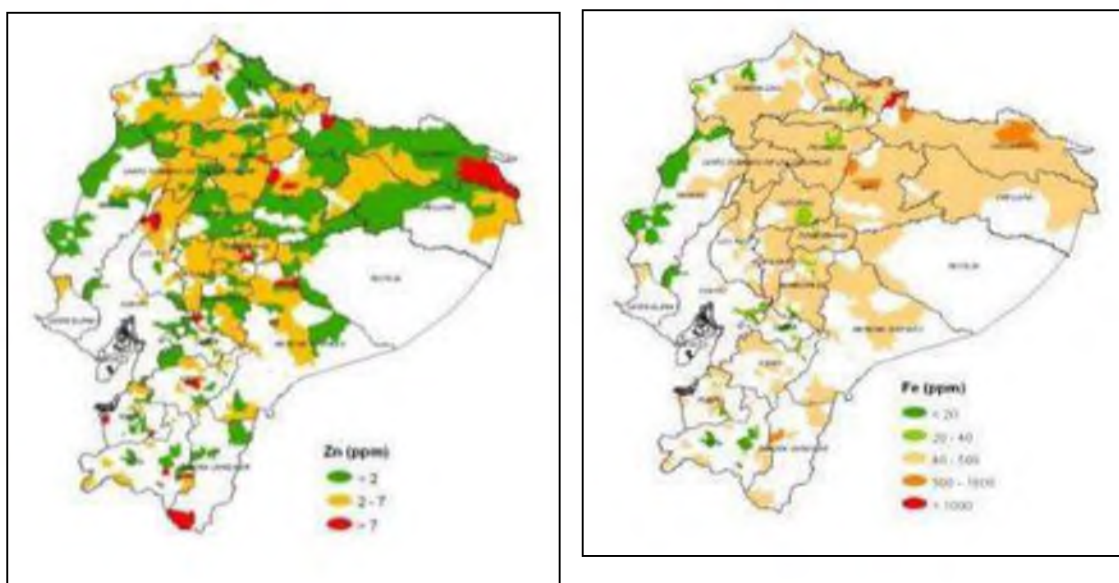


Figura 4. Mapas del contenido de zinc (izquierda) y hierro (derecha) en suelos del Ecuador.

Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc sobre la biofortificación agronómica del tubérculo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en invernadero.

El Ecuador enfrenta serios problemas relacionados con la nutrición y alimentación, los cuales son más severos en la población infantil. El alto consumo de papa en la región andina del Ecuador y su bajo contenido de minerales como Fe y Zn, no favorece la nutrición de las personas que lo consumen, en especial niños y mujeres en edad fértil que viven en pobreza, por lo que se hace necesario investigar sobre el efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc sobre la variedad I-Natividad.



La investigación se realizó bajo invernadero en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) a 3058 m.s.n.m. Se utilizó macetas de 5 litros. Las dosis de fertilizante que se utilizaron fueron para Fe: 0, 125, 250, 375 y 500 ppm en el suelo, y 0 y 117.2 ppm foliar; para Zn: 0, 40, 80, 120 y 160 ppm en el suelo, y 0 y 75 ppm foliar.

La mayor concentración de Zn se acumula en la raíz y el follaje comparado con el tubérculo (Figura 3). La fertilización con Zn tuvo efecto positivo sobre el incremento de la concentración de estos micronutrientes en la planta especialmente con Zn en el caso de Fe el efecto no fue consistente.

La variedad INIAP-Natividad (Figura 5) presentó la mayor concentración de Zn en la pulpa (21.6 ppm) con la aplicación de 160 ppm de Zn al suelo y 75 ppm de Zn foliar frente al testigo (8.3 ppm). También los contenidos de Zn más altos en el follaje estuvieron asociados con estos tratamientos. En cuanto al contenido de Fe, el mayor valor (18.8 ppm) en la pulpa se observó cuando se aplicó al suelo 375 ppm de Fe frente al testigo (15.4 ppm).

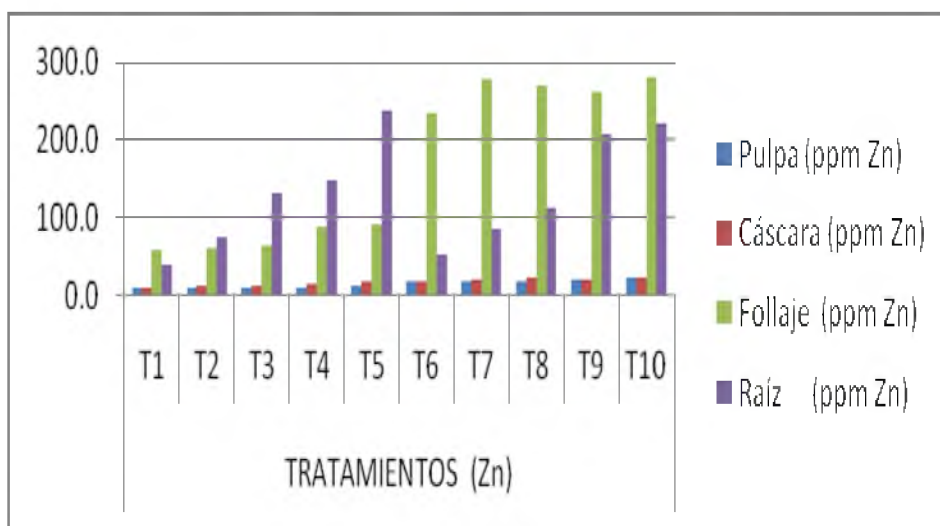


Figura 5. Efecto de la fertilización foliar y edáfica con zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa en la variedad INIAP-Natividad. Pichincha, 2013.

Efecto de la fertilización de zinc y hierro sobre la concentración en los tubérculos de cinco variedades nativas y mejoradas de papa



Se estableció un ensayo en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, parroquia Cutuglagua, cantón Mejía, latitud 0° 22' 12" S y longitud 78° 32' 20" W, a 3050 msnm para evaluar aplicaciones de Zn y Fe al suelo y follaje sobre la concentración en los tubérculos de papa en cinco cultivares de papa (Chaucha roja, Chaucha amarilla, Coneja negra, I-Natividad e I-Puca shungo)

El mayor incremento del contenido de Zn en pulpa y cáscara estuvo asociado con la aplicación al suelo de 20 y 40 kg/ha de Zn y Fe, respectivamente; seguido por la aplicación de solo Zn al suelo y de solo Zn foliar. La diferencia en concentración de Zn entre la pulpa y cáscara fue significativa, siendo mayor en cáscara. Estos resultados nos indicarían que el consumo de la papa con cáscara es una opción para mejorar la calidad nutritiva de la alimentación. La menor concentración de Zn en pulpa estuvo asociada con I-Puca shungo y en cáscara con Natividad; mientras la mayor concentración en pulpa y cáscara se observó en Chaucha roja (Figuras 6 y 7).

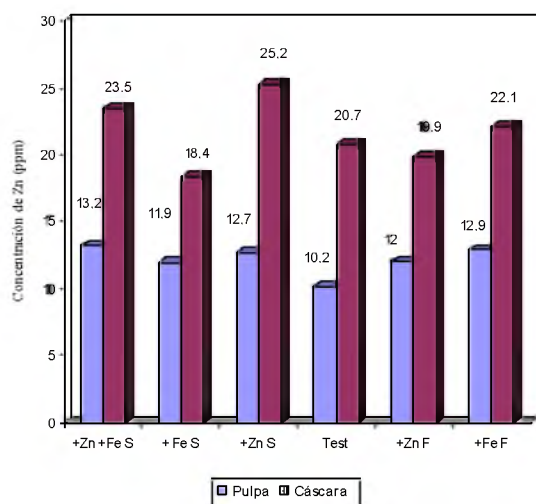


Figura 6. Efecto de la fertilización foliar y al suelo en la concentración de Zn. EESC, 2012.

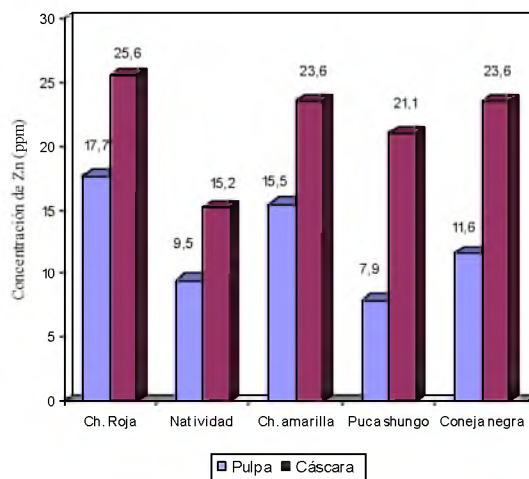


Figura 7. Concentración de Zn en las variedades de papa en estudio. EESC, 2012.

La menor concentración de Fe en pulpa y cáscara presentó Natividad; la mayor concentración de Fe en pulpa presentó Coneja Negra y en cáscara I-Puca shungo (Figuras 8 y 9). La baja respuesta a la aplicación de 40 kg de Fe/ha al suelo, puede ser atribuida a la alta concentración inicial de Fe en el suelo (290 ppm).

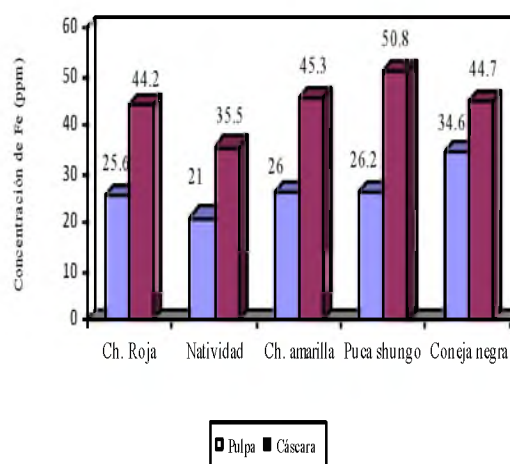
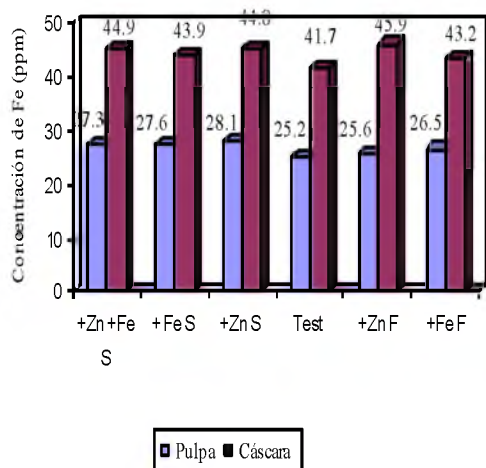


Figura 8. Efecto de la fertilización foliar y al suelo sobre la concentración de Fe. EESC, 2013.

Figura 9. Concentración de Fe en las variedades de papa en estudio. EESC, 2013.

Los mayores rendimientos promedios fueron para I-Natividad, I-Puca shungo y Coneja negra, mientras que las Chauchas amarilla y roja presentaron los rendimientos promedios más bajos.

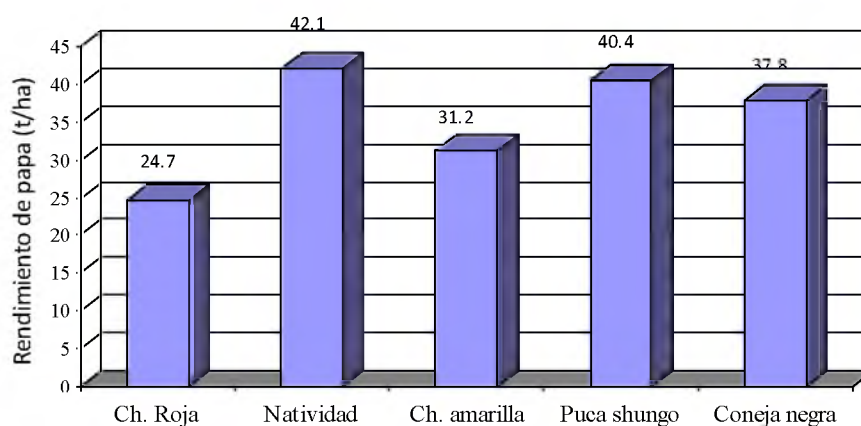


Figura 10. Rendimiento promedio de las variedades de papa. EESC, 2013.

Biofortificación agronómica de la papa (*solanum tuberosum* L.) mediante la aplicación de zinc (Zn) al suelo y follaje en dos localidades de la provincia de Chimborazo

Para evaluar el efecto de la fertilización con zinc aplicado al follaje y suelo, sobre la Biofortificación agronómica de los tubérculos de papa en la variedad I-Natividad, se sembró dos ensayos en dos localidades de la provincia Chimborazo, en la comunidad Pusniag, parroquia Ilapo (3502 msnm) y en la comunidad Cortijo bajo, parroquia Quimiag (3149 msnm).

Se evaluaron cinco niveles de quelato líquido (Kelik Zn) al follaje (0.0 Kg/ha; 1,25 kg/ha; 2.5 kg/ha; 5.0 kg/ha; 10.0 kg/ha), y cinco niveles de quelato sólido (Trazex de Zn) aplicados al suelo al momento de la siembra (0.0 Kg/ha; 10 kg/ha; 20 kg/ha; 30 kg/ha; 40 kg/ha).

Cuadro 5. Niveles de zinc aplicados al follaje para la biofortificación agronómica de papa (*Solanum tuberosum* L.). Chimborazo, Ecuador. 2014.

Código	Niveles de Zn aplicados al follaje de Zn kg/ha	Niveles de Zn aplicados al suelo de Zn kg/ha	
T1f	0.0	T1s	0.00
T2f	1.25	T2s	10.00
T3f	2.5	T3s	20.00
T4f	5.0	T4s	30.00
T5f	10.0	T5s	40.00

Ensayo 1: Fertilización foliar

La localidad Quimiag, presentó el mayor rendimiento con un promedio de 71.44 t/ha y el menor rendimiento Pusniag, con un promedio de 18.64 t/ha. En la localidad de Pusniag (Cuadro 6), detectó dos rangos de significancia, ocupando el primer rango con la mejor respuesta la dosis T5f (10 kg/ha) con un promedio de 20.0 t/ha y en el último rango con la menor respuesta está la dosis T1f (0 kg/ha) con un promedio de 16.7 t/ha, con un incremento de 3.3 t/ha.

Cuadro 6. Tukey al 5% y promedios para rendimiento de papa, mediante la fertilización foliar con zinc, en dos localidades. Chimborazo, Ecuador. 2014.

Tratamientos	Tukey al 5%	Promedio
	(t/ha) Pusniag	(t/ha) Quimiag
T1f	16.7 b	74.9
T2f	19.9 a	67.4
T3f	18.1 ab	69.1
T4f	18.2 ab	73.3
T5f	20.0 a	72.2
Promedio (t/ha)	18.64	71.44

En la Figura 11, se observa que el tratamiento T2f, es más eficiente con 6%, en relación a los demás tratamientos foliares y para Quimiag de igual forma el T2f, es más eficiente con 5.8%, en relación a los demás tratamientos foliares.

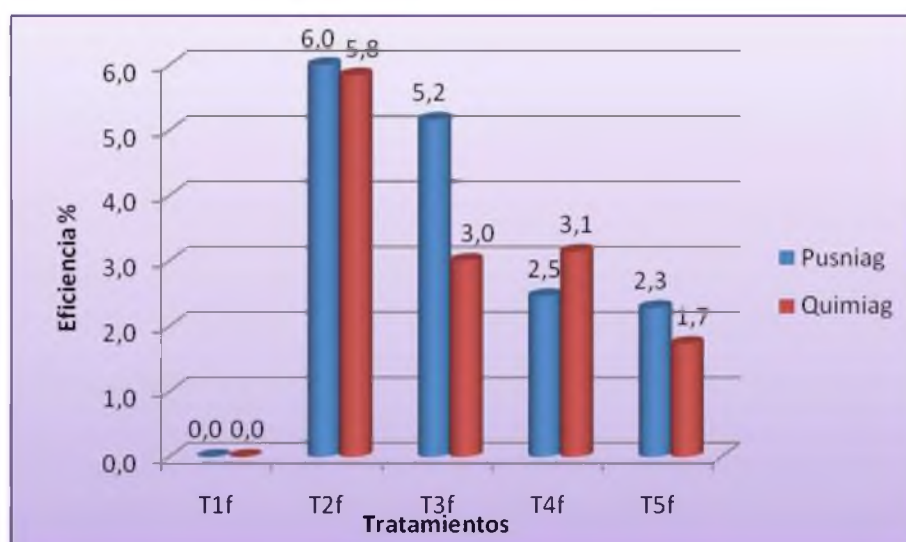


Figura 11. Eficiencia del fertilizante con Zn, aplicado al follaje en el cultivo de papa, en dos localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador. 2014.

Ensayo 2: Fertilización edáfica

La fertilización edáfica con zinc no influye en el rendimiento del cultivo de papa en la variedad INIAP-Natividad. El rendimiento promedio en Quimiag fue de 70.6 t/ha y en Pusniag con 20.6 t/ha .

En el cuadro 7. En las localidades de Pusniag y Quimiag que los mayores contenidos de zinc , presentó con la dosis T5s (40 kg Zn/ha) y en el último rango con el menor contenido de Zn con la dosis T1s (0 kgZn/ha).

Cuadro 7. Tukey al 5% para el contenido de zinc de cada órgano de la planta, mediante la fertilización edáfica con zinc. Chimborazo, Ecuador. 2014.

Promedios (ppm)				
Quimiag				
Tratamientos	Pulpa	Cáscara	Follaje	Raíz
T1s	4.4 e	10.7 b	48.4 c	60.5 b
T2s	5.5 d	11.6 b	57.6 bc	79.4 b
T3s	6.1 c	13.2 ab	62.3 b	87.5 ab
T4s	6.6 b	14.2 ab	66.4 ab	92.1 ab
T5s	7.5 a	16.9 a	76.1 a	117.8 a
Promedios	6.0	13.3	62.1	87.5

Promedios (ppm)				
Pusniag				
Tratamientos	Pulpa	Cáscara	Follaje	Raíz
T1s	9.2 c	19.8 c	85.0 c	70.4 d
T2s	12.9 bc	25.2 bc	140.2 bc	230.6 c
T3s	15.1 ab	26.7 bc	177.1 ab	417.3 b
T4s	16.4 ab	29.9 b	195.9 ab	458.4 b
T5s	17.6 a	38.6 a	242.5 a	664.0 a
Promedios	14.2	28.0	168.1	368.1

En la Figura 12, se observó que en Pusniag el tratamiento T3s, es más eficiente con 2.3% en relación a los demás tratamientos edáficos; en Quimiag el T3s obtuvo una eficiencia de 0.5%; en este caso la mejor eficiencia en todos los tratamientos se ve en la localidad de Pusniag.

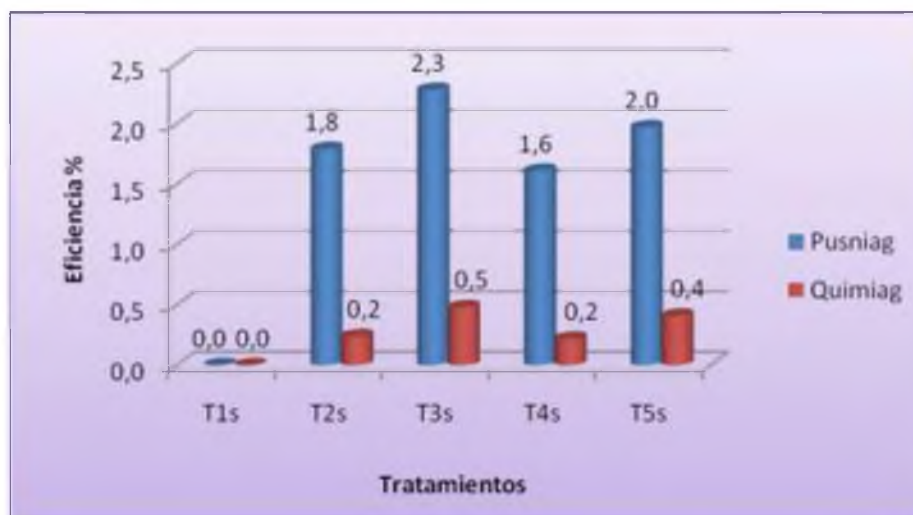


Figura 12. Eficiencia del fertilizante con Zn, aplicado al suelo en papa, en dos localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador. 2014.

Evaluar y seleccionar clones con alto contenido de hierro (fe) y zinc (zn) de papa utilizando permoplasma nativo y mejorado a través de mejoramiento tradicional.

La biofortificación genética está dentro del plan de investigación del Programa Nacional de Raíces y tubérculos rubro Papa del INIAP. Se tiene como propósito la generación de clones y/o variedades biofortificadas, para contribuir a la disminución de la desnutrición y seguridad alimentaria de nuestro país, por lo que en este estudio se pretende Evaluar y seleccionar clones y/o variedades con altos contenidos de hierro (Fe) y zinc (Zn).

Se establecieron tres ensayos con el objetivo de desarrollar clones promisorios con altos contenidos de Fe y Zn. En la Estación Experimental Santa Catalina, se evaluaron 91 clones de la población 2012 para contenidos de Fe y Zn y se identificaron al menos 12 clones con buenos contenidos de Fe (>110 ppm) y 22 clones con buenos contenidos de Zn (>50 ppm)(Figuras 12 y 13).

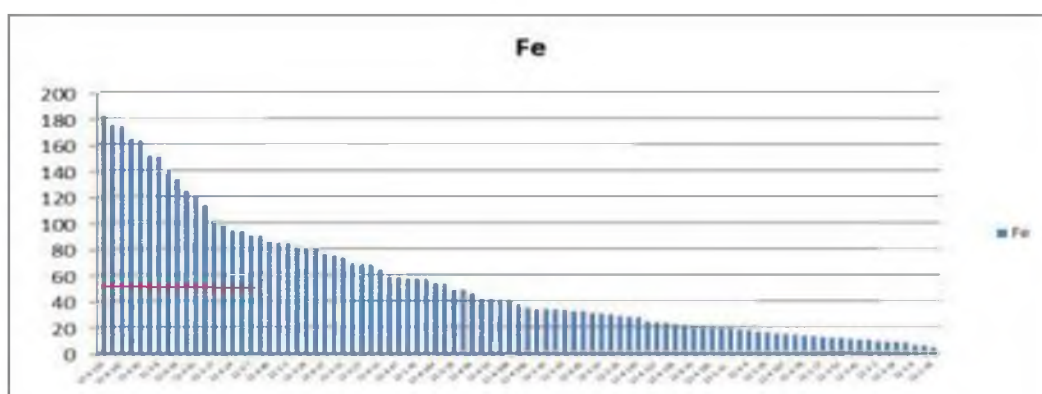


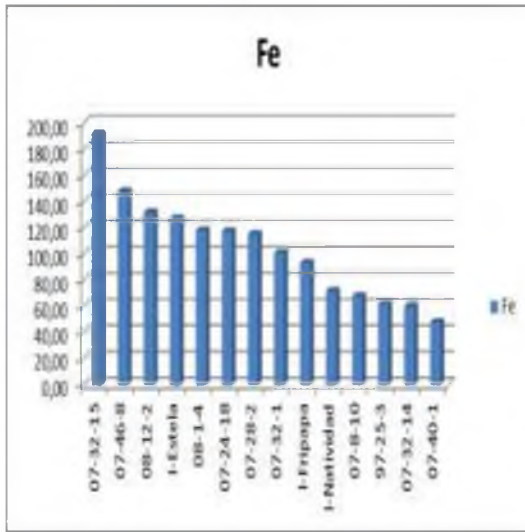
Figura 12. Contenido de hierro (Fe) en clones de la población 2012 en la EESC, 2013.



Figura 13. Contenido de Zinc (Zn) en clones de la población 2012 en la EESC, 2013.

Se estableció dos ensayos con 12 clones de las poblaciones 97, 07 y 08 en Chimborazo (Shobol) y Carchi (San Juan). La mayor variación observada fue debido al efecto del genotipo, se encontró una alta heredabilidad en sentido amplio para contenido de Fe (0.96) y media para Zn (0.69). Los altos valores de heredabilidad para Fe y Zn, determinan que a través de la selección de progenitores con altos contenidos para su uso en mejoramiento se puede generar variedades con altos niveles de estos minerales. Por lo cual el mejoramiento genético es una alternativa para generar variedades con altos contenidos de Fe y Zn.

En Chimborazo (Shobol), los clones que presentaron altos contenidos tanto de Fe y como de Zn fueron 07-46-8, 07-24-18 y la variedad INIAP-Estela (Figuras 14 y 15).



En Carchi (San Juan) se identificó 3 clones para hierro (07-32-15, 07-40-1, 07-32-1) y 2 clones para zinc (08-12-2 y 07-32-1) por sus altos contenidos de Fe (>80) y Zn (>50). El clon que presento altos contenidos tanto de Fe como de Zn fue 07-32-1 (Figuras 16 y 17).

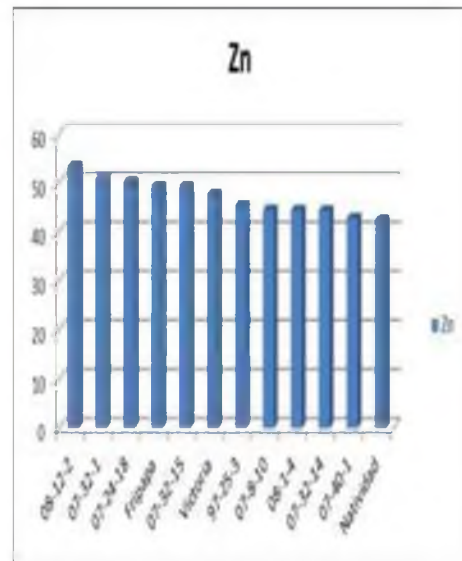
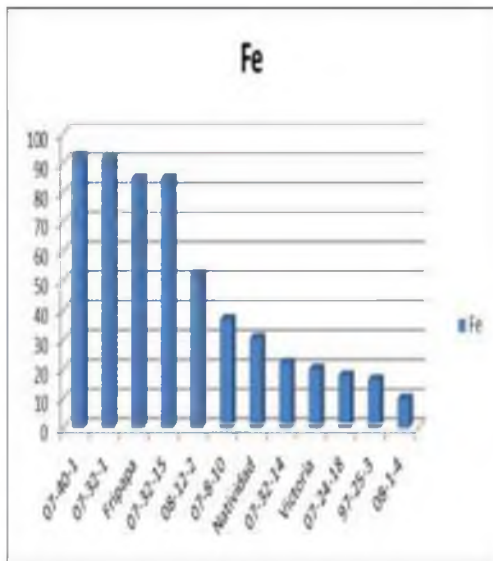


Figura 16. Contenido de Fe. Carchi 2013.

Figura 17. Contenido de Zn. Carchi. 2013.

COMPONENTE 2 Mejoras en los sistemas de producción basados en papa

Evaluación de tres sistemas de producción de semilla (sistema aeropónico, hidropónico y agricultor).

Ecuador el uso de semilla certificada es de apenas 8% La baja disponibilidad y mala calidad de tubérculos semilla es una limitante a la producción de papa en Ecuador. Es necesario implementar programas de investigación y capacitación con actores locales para mejorar la producción de semilla tanto en la cantidad como la calidad de semilla de papa.



Aeroponía, es una técnica utilizada para producción de semilla pre básica de papa donde las raíces crecen suspendidas en un medio nutriente nebulizado, esto promueve un mejor crecimiento radicular y de estolones, facilitando la absorción de nutrientes y contribuyendo a un aumento en el número de tubérculos por planta, la desventaja de esta técnica es el costo de implementación y la demanda mano de obra calificada, para el monitoreo constante del sistema un pequeño descuido en el manejo puede ser devastador. Se obtiene entre 5 y 10 veces más minitubérculos por planta, en comparación a los sistemas convencionales con sustrato sólido utilizados en producción de semilla de papa.

La semilla obtenida en aeroponía tiene alta calidad sanitaria pero hay un alto porcentaje de semilla muy pequeña (5 a 10 cm), esta semilla tiene problemas en adaptarse a condiciones de campo, por lo que se estableció un ensayo en Cutuglahua (3058 msnm) y Pilahuín (3489 msnm) para evaluar tres sistemas de producción (Cuadro 8) en tres variedades (I-Victoria, I-Yana Shungo, I- Puca Shungo).

Cuadro 8. Características de orígenes de semilla

ORIGENES SEMILLA	PROCEDENCIA	TAMANO (mm)
Aeroponía	Producidas en invernadero del CIP	5-20
Hidroponía	Producidas en invernadero del Programa de papa (INIAP)	5-20
Agricultor	Producidas por el agricultor del CONPAPA, 2do ciclo de selección positiva)	10-33

La localidad de Cutuglahua fue la que mayor promedio obtuvo con 9.46 kg/pn (21 500 kg/ha), mientras que el menor promedio lo obtuvo la localidad de Pilahuín con 4.03 kg/pn (9159 kg/ha), dicha diferencia se produjo ya que en la segunda localidad el cultivo sufrió un fuerte ataque de gusano blanco. La variedad con el mayor promedio fue INIAP-Puca-Shungo con 7.20 kg/pn (16 364 kg/ha), en tanto que la variedad INIAP-Victoria obtuvo el menor promedio con 6.18 kg/pn (14 046 kg/ha). Para orígenes se observó que el tratamiento que obtuvo el mayor promedio, fue Aeroponía con 7.20 kg/pn (16 364 kg/ha) mientras que, el menor promedio lo obtuvo el tratamiento con semilla proveniente del Agricultor con 6.50 kg/pn (14 773 kg/ha).

Cuadro 9. Rendimiento Kg/ 4.40 m² de tres orígenes de sistemas de producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos localidades de la Sierra ecuatoriana. 2013

	pequeña (39-10 g)	mediana (79-40 g)	grande (>80 -120g)
LOCALIDADES			
Cutuglahua	2.15 a	3.07 a	4.24 a
Pilahuín	0.58 b	1.55 b	1.90 b
VARIEDADES			
I- Victoria	1.83 a	2.51	1.84 c
I-Puca shungo	1.35 b	2.14	3.71 a
I-Yana shungo	0.90 c	2.29	3.65 b
ORIGENES			
Hidroponía	1.61	2.23	2.69 b
Aerponía	1.32	2.27	3.61 a
Agricultor	1.16	2.43	2.91 b

Validar la técnica de Selección Positiva para producir semilla de categoría común.



En los países andinos los sistemas artesanales abastecen más del 95 % de las necesidades de semilla mientras que en los países no andinos, estos sistemas han desarrollado esquemas de control de calidad propios del sector formal, pero más flexibles y adaptados a las condiciones de agricultores de pequeña escala. Un ejemplo claro y exitoso de este sistema es el CONPAPA-Tungurahua con el apoyo del INIAP y CIP donde los productores, aplican selección y control interno de calidad (CIC) para obtener semilla de buena calidad.

El 26 de Octubre de 2012 fue emitido el Acuerdo Ministerial # 494 en el cual se determina un nuevo reglamento de aplicación a la Ley de Semillas, se incorpora el concepto de “semilla común” entendida como semilla de especies o variedades mejoradas o nativas registradas por la autoridad competente del MAGAP, que cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta nueva normativa. Esto abre la posibilidad de descentralizar la producción de semilla de calidad en variedades nativas (ej. Uvilla) y mejoradas (ej. INIAP-Gabriela), de las que no se tiene semilla certificada, lo cual a su vez permitirá incrementar la calidad y el rendimiento de cultivos comerciales. Se implantó un ensayo para validar el método de selección positiva utilizando la variedad Uvilla para producción de semilla común en tres Localidades: Cotopaxi (comunidad Quilacpamba), Tungurahua (parroquia San Juan) y Chimborazo (comunidad Gualipite Jatumpamba).

Multiplicación de semilla con pequeños agricultores del Proyecto IssAndes

Con el objetivo de desarrollar un esquema de multiplicación, manejo y uso de semilla común para variedades nativas y mejoradas con altos contenidos de hierro y Zinc, el INIAP implementó (1) Programa de multiplicación de semillas categoría común y (2) Un programa de capacitación en “Selección Positiva” a técnicos y promotores de los socios de IssAndes, utilizando parcelas de selección positiva y la metodología de Escuelas de Campo para Agricultores. La selección positiva es una técnica sencilla, que se basa en el uso de las mejores plantas y tubérculos para producir semilla de calidad en los campos de agricultores y así no depender cada año de semilla de fuera de la finca. Esto permite que los pequeños agricultores tengan acceso a semilla de mejor calidad.



El PNRT-Papa-INIAP, multiplicó, entregó a los socios de IssAndes 1458,50 qq de semilla de variedades ricas en hierro y zinc (Cuadro 10), a los técnicos facilitadores del proyecto IssAndes para establecer parcelas de multiplicación de semillas y huertos familiares.

Las parcelas fueron manejadas por los agricultores de forma semi-tecnificada, con el empleo de fertilización química y orgánica y recomendaciones de MIPE. El propósito de estas parcelas fue: i) diseminar las variedades ricas en hierro, zinc y antioxidantes e incorporar estas a los huertos de los productores; ii) multiplicar semilla para entrega a nuevos beneficiarios; iii) servir de sitios en los que los agricultores puedan capacitarse en manejo integrado del cultivo (MIC) y selección positiva; iv) evaluar y seleccionar de forma participativa las variedades; y v) autoconsumo para los mismos agricultores. En las parcelas implementadas con los técnicos facilitadores de IssAndes, a la floración se procedió a marcar las mejores plantas atendiendo a los siguientes criterios: robustez de la planta, sanidad, número de tallos, grosor de los tallos. A la cosecha de las plantas seleccionadas se aplicó el protocolo de CIC propuesto a los tubérculos semillas correspondientes a “Semilla Común”. De la producción generada, alrededor del 50% se destinó al autoconsumo, 30% a semilla y 20% a comercialización



Al momento de la entrega de la semilla a los agricultores, se realizó una capacitación sobre manejo de semilla a 92 agricultoras/es provenientes de las comunidades beneficiarias de IssAndes y 8 agricultores/as del Programa Mundial de Alimentos. El curso se implementó durante un ciclo de cultivo y se utilizó el enfoque de “aprender haciendo”. Los temas dictados fueron: principales factores que deterioran la calidad de la semilla de papa, selección positiva, cosecha y almacenamiento de la papa y control interno de calidad de semilla de papa (CIC). Por pedido de Visión Mundial y en colaboración con los productores de Guano, Pasa y Cebadas, también se capacitó a los productores en el método de multiplicación de semilla mediante brotes. Este consiste en la propagación de papa mediante brotes enraizados en invernaderos pequeños y es útil para producir un elevado número de plantas cuando se dispone de poca cantidad de semilla inicial.

Cuadro 10. Cantidad de semilla común entregada por parte del PNRT-Papa a los beneficiarios del Proyecto IssAndes

Variedad	Volumen entregado por INIAP (qq)					
	Fecha	abr-/2012	sep-12	dic-12	Mar y sept 2013	feb-14
I-Natividad		108	141.5	10	440	
Libertad		39	4.5			
I-Puca Shungo		20	14.5			
Chaucha roja		44		10		
Puña		0	16.5			
I-Yana Shungo		0	6			
Uvilla		0	14			80
Leona Negra		0	12.5			
Coneja Negra		0	3			
Chaucha amarilla		0	1			
I-Victoria		0	54		440	
Subtotal		211	267,5	20	880	80
Total				1458,50		

Seleccionar variedades con alto contenido de Fe y Zn para huertos familiares con la participación de agricultores de IssAandes.

Se establecieron once ensayos en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua. Trece ensayos (uno por provincia) fueron manejados por los técnicos del INIAP-IssAandes y 8 ensayos fueron manejados por los agricultores (4 comunidades en Chimborazo, 2 en Cotopaxi y 2 en Tungurahua). Se realizaron evaluaciones estándar de rendimiento (número y peso de tubérculos por planta, rendimiento total y categorías, materia seca) y evaluaciones participativas, utilizando criterios locales para la selección de variedades. En este proceso intervinieron el INIAP, EAN, Visión Mundial



En el proceso de selección de variedades participaron 167 productores/as (41 varones y 126 mujeres). Se identificaron y priorizaron los criterios de selección locales que los productores utilizan para seleccionar una variedad de papa (Cuadro 11). En base a los criterios priorizados, los agricultores/as

realizaron la selección de las variedades que más les agradó. En la degustación de las papas cocidas se tomó en cuenta que la pulpa sea amarilla y arenosa, que tenga buen sabor y que no sea amarga.

Cuadro 11. Ranking de los principales criterios locales de selección de variedades.


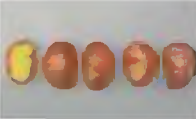





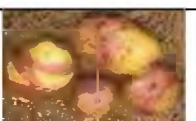



Criterios identificados	Mujeres	Varones
Buen rendimiento (mayor a 10 qq cosechados por 1 qq sembrado)	2	2
Comida amarilla	1	3
Tubérculos grandes (mayor a 70% de la producción total)	3	1
Que se cocine rápido	2	
Maduración precoz (menor a 140 días)	4	4
Que no se verdee	5	
Que no tenga ojos profundos	6	5

En base a los criterios locales (rendimiento, apariencia del tubérculo y sabor), y de los datos de los ensayos técnicos (evaluación estándar de rendimiento y apariencia de tubérculos) las variedades fueron seleccionadas de forma distinta dependiendo de la provincia (Cuadro 12), en Chimborazo las variedades Chaucha roja, Puña, I-Victoria, I-Natividad, I-Yana Shungo. En Tungurahua se seleccionó las variedades: I-Victoria, Libertad, I-Puca Shungo, I-Yana Shungo Chaucha roja, Uvilla. En Cotopaxi se seleccionó las variedades: Libertad, Coneja negra, Leona negra, I-Victoria, I-Natividad, I-Puca Shungo



El uso de las variedades seleccionadas fue difundido a otros territorios y agricultores a través del apoyo y participación de otras instituciones que se integraron al proyecto (Programa “Hombro a Hombro” del MAGAP, Consejos Provinciales y Juntas Parroquiales).

Cuadro 12. Promedios de rendimiento de 11 variedades nativas y mejoradas seleccionadas de forma participativa.

	Variedades		Rendimiento (kg/pl)		Variedades seleccionadas por Provincia
			Ensayos manejados por agricultores	Ensayos manejados por técnicos	
Variedades Nativas	Chaucha Amarilla		0.15	1.00	
	Chaucha Roja		0.66	0.98	Chimborazo, Tungurahua
	Coneja Negra		0.60	0.86	Cotopaxi
	Leona Negra		0.69	1.12	Cotopaxi
	Puña		0.80	1.33	Chimborazo
	Uvilla		0.56	1.17	Tungurahua
Variedades Mejoradas	Libertad		0.89	1.21	Tungurahua, Cotopaxi
	I-Natividad		1.34	1.62	Chimborazo, Cotopaxi
	I- Puca Shungo		1.51	1.84	Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi
	I-Victoria		1.05	1.35	Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi
	I-Yana Shungo		1.41	1.62	Chimborazo, Tungurahua

Eventos de capacitación para fortalecer las capacidades a promotores campesinos y técnicos socios de IssAndes.

(1) Feria de Oferta de Tecnologías, Rubro Papa

Evento realizado en el Centro de Convenciones de la Cámara de Comercio del Tungurahua, localizado en Picaihua, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, el día 20 de abril de 2012. En esta feria se presentaron 16 tecnologías generadas por el INIAP. Asistieron 500 personas, 450 agricultores y facilitadores técnicos de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo y aproximadamente 50 técnicos, tanto de INIAP, CIP, como de otras entidades socias del proyecto.



(2) Curso práctico de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades:

Se realizó un curso de Capacitación teórico práctico en “tres módulos”, como herramienta para la capacitación, se implementó tres parcelas de aprendizaje en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi.

Modulo 1: Se presentó los temas: 1) Muestreo de suelos, Fertilización y Abonadura, 2) Calidad de semillas y 3) Barreras plásticas para el control del gusano blanco de la papa.

Modulo 2 Se presentó los temas: 1) Plagas y enfermedades del follaje 2) Manejo de la lancha, 3) Variedades mejoradas y nativas niveles de resistencia.

Modulo 3 Se presentó los temas: 1) Patógenos del suelo, 2) Manejo de pesticidas, 3) Cosecha y poscosecha de papa 4) Control de calidad, 5) Análisis de costos y Mercado de la papa nativa



El módulo 1, se realizó el 30 de mayo del 2012, en la Parcela de aprendizaje de Chucutisig, Pujilí, Cotopaxi. Se capacitó a 45 agricultores y facilitadores técnicos de las organizaciones socias del proyecto ISSAndes,

El módulo 2, se realizó el 15 de agosto del 2012 y el módulo 3 el 20 de noviembre del 2012. Los módulos 2 y 3 se realizaron en la parcela de aprendizaje de la Comunidad Marcos Espinel de la parroquia Emilio Terán, cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua. Se

capacitó a 55 agricultores y facilitadores técnicos de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo y otros de la zona.

(3) Gira de Observación a la Estación Experimental Santa Catalina, EESC

Este evento se realizó el 5, 9 y 19 de octubre de 2012. Los promotores campesinos y técnicos de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, visitaron la EESC-INIAP, a fin de realizar una Gira de Observación de los Programas y Departamentos de la Estación (PNRT-rubro papa, Departamentos de Suelos y Aguas, Protección Vegetal, Nutrición y Calidad).

Asistieron 20 agricultores de Tungurahua (Quero, Pillaro y Ambato), 40 agricultores de Chimborazo (Guamote y Alausí) y 20 agricultores de Cotopaxi, (Pujilí y Sigchos).



(4) Encuentro de intercambio de experiencias entre productores, investigadores y otros actores del desarrollo agrario, en el rubro papa.

Este evento se desarrolló en el Coliseo de la Escuela de Educación Básica “Pedro Vicente Maldonado”. Pujilí, Cotopaxi, el viernes, 30 de noviembre de 2012, asistieron 450 agricultores de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Se presentaron (10 stands) con los avances de las investigaciones del proyecto IssAndes del INIAP, CONPAPA y Visión Mundial.



(5) Capacitación en producción de semilla de categorías iniciales en el sistema aeropónico.

Se realizó un curso de Capacitación teórico práctico de siete sesiones de capacitación (1 a 2 días por sección de capacitación). Para la capacitación se implementó módulos de Aeroponía. El objetivo del curso fue capacitar a 20 técnicos de instituciones y empresas interesadas en incursionar en el negocio de producción de semilla de papa de categorías iniciales. Participaron técnicos de universidades (Escuela Politécnica de Chimborazo, Universidad Central del Ecuador, Universidad Técnica del Norte), de empresas privadas (Ecuaquímica, Agripac), técnicos del MAGAP y del INIAP.

El curso se inició en mayo del 2012 y terminó en febrero del 2013, se realizaron en siete sesiones de capacitación (1 a 2 días por sección). Se tiene una memoria del curso de capacitación en aeroponía.

SESION 1. Introducción e Infraestructura

SESIÓN 2.- Transplante, manejo plantas invitro, soluciones nutritivas, principios de sanidad para el manejo de invernaderos

SESIÓN 3.- Aporque, Tutorio, Medida de pH, conductividad eléctrica, temperatura, Renovación de la solución nutritiva, evaluación y controles de plagas y enfermedades

SESIÓN 4.- Poda sanitaria, Tutorio, (segundo nivel), preparación y cambio de la solución nutritiva final, muestreo de follaje para análisis de Elisa

SESIÓN 5.- Cosechas intermedias, desinfestación, clasificación, endurecimiento y verdeamiento de los mini tubérculos, Fisiología de la planta y tubérculo de papa

SESIÓN 6.- Cosecha final, clasificación, endurecimiento y verdeamiento, almacenamiento y ruptura de dormancia, Control Interno de calidad

SESION 7.- Aspectos económicos y evaluación, costos de producción de Minitubérculos de papa, mercado de la semilla de papa, Oferta, demanda, precio, formación de los contratos a futuro.

Fortalecimiento del Consorcio de pequeños agricultores de papa de la Sierra Central (CONPAPA-Tungurahua).

Para fortalecer al CONPAPA-Tungurahua. Se realizaron 4 actividades:

(1) Diagnóstico de la Situación actual del CONPAPA-Tungurahua :

Para realizar esta investigación se utilizó como información secundaria documentos generados por CONPAPA-T, como la base legal, estatutos y el plan estratégico; para obtener información primaria se realizaron encuestas, entrevistas y reuniones con los socios de la organización. Las encuestas se realizaron a los socios activos en el presente y a los agricultores que han desertado de la organización

De las encuestas realizadas se llegó a determinar los siguientes problemas:

Débil liderazgo de los directivos: Para la mayoría de socios de la organización el rol de directivo es nuevo, desconocido o difícil de asumir, por lo que se quejan de la falta de destrezas de los directivos para cumplir a plenitud el liderazgo de la organización, lo que ha causado cierto desconcierto.

Oportunismo de ciertos productores: Varios socios optaron por retirarse, cuando se terminó el subsidio de la cooperación internacional, y el CONPAPA-T para funcionar con autonomía financiera y administrativa tuvo que indexados al giro del negocio los gastos fijos (pago de arriendo de oficina y bodega, luz, agua, teléfono, internet).

Los servicios ofrecidos no resuelven los principales problemas y persisten limitantes socioeconómicas de sus asociados: Entre los años 2003 a 2005, periodo en que se conformó el CONPAPA-T, por demanda del organismo financiador de aumentar el número de beneficiarios del proyecto, se incluyó a un gran número de agricultores de subsistencia que no, necesariamente, vivían de la producción y comercialización de papa, (minifundistas cuyo ingreso principal dependía de otras actividades: albañiles, choferes, etc); este tipo de socios tienen serias limitaciones en extensión de tierra (predios menores a 3 hectáreas, parcelas de producción de papa menores a 2.500 m²) y además están ubicados sobre los 3200 m.n.m (sobre esta altitud la calidad el tubérculo de la papa, acumulan azúcares reductores cuando están expuestos a temperaturas bajas). Estos socios no pueden responder con la frecuencia, volumen y calidad exigidos por las cadenas de valor “ Papa fresca para la industria, restaurantes y pollerías”

Precios inestables de la papa: CONPAPA-T ha establecido compromisos de compra venta de papa fresca de calidad para nichos de mercado (restaurantes, pollerías, supermercados) sin embargo tales compromisos no se han establecido por escrito, por lo que, muchas veces no se cumplen con los precios establecidos, existen grandes fluctuaciones del precio.

Se presentan desequilibrios de oferta y demanda y fuertes fluctuaciones de precios; sin embargo, también se puede observar que los precios pagados por el CONPAPA-T a sus socios son significativamente mejores en relación a los precios pagados por los comerciantes en el mercado mayorista de Ambato

(2) Implementar el servicio de “Fondo de insumos y semilla”.

Fondo “Insumos”: Se creó el del “Fondo de insumos” con una inversión total de 3600 dólares. Se elaboró un instructivo para uso del fondo, mismo que fue consensuado al interior del CONPAPA. Este fondo sirvió para proveer el servicio de agro-insumos agrícolas.

Fondo de semilla: El INIAP multiplicó semilla pre-básica de diferentes variedades a nivel de la EESC y entregó al CONPAPA para que multiplique con agricultores semilleros del CONPAPA y servirá para alimentar el fondo semilla. Durante el 2012 se entregó al CONPAPA 20 qq de semilla variedad INIAP-Cecilia, 3000 mini-tubérculos de INIAP-Yana Shungo y 1073 mini-tubérculos de INIAP-Puca Shungo además, se entregó 1250 plántulas de INIAP-Victoria y 1250 plántulas de INIAP-Natividad.

(3) Capacitación a productores del Frente Sur Occidental de Tungurahua

Este evento se desarrolló con miras a que algunos productores se incorporen como socios del CONPAPA. Los agricultores seleccionados para la capacitación fueron agricultores de los cantones de Quero, Mocha, Cevallos y Tisaleo, que siembren al menos 15 qq de semilla en el año pero repartidos en tres épocas diferentes. Como herramienta para la capacitación. Se realizó un curso de Capacitación teórico práctico de 200 horas (diez llamadas), con prácticas en las parcelas demostrativas, los temas de capacitación fueron manejo integrado de plagas y enfermedades, selección positiva, control interno de calidad de la semilla, procesamiento. Se capacitó a 30 productores del Frente Sur Occidental de Quero, Cevallos Mocha y Tisaleo. A la clausura del curso se realizó un día de campo que la que los capacitados presentaron 4 stands de (1) Biología y manejo de Polilla, (2) Biología y manejo de Gusano Blanco (3) Identificación y manejo de tizón tardío (4) Industrialización de papas con pulpa de colores (I-Puca shungo, I-Yanasungo). Se han incorporado 8 agricultores como nuevos proveedores de papa y 4 agricultores como nuevos socios del CONPAPA-Tungurahua.

(4) Evaluación del comportamiento agronómico y calidad agroindustrial de ocho genotipos de papa con pulpa de colores en tres localidades de la sierra ecuatoriana con la participación de agricultores del CONPAPA.

Actualmente los agricultores y la industria de hojuelas cuentan con 2 variedades mejoradas con pulpa de colores: INIAP-Puca Shungo (proveniente de una autofecundación de la variedad nativa Chaucha camote) e INIAP-Yana Shungo (proveniente de una autofecundación de la variedad nativa Chaucha); la principal desventaja de la variedad I-Yana Shungo es el bajo contenido de materia seca (menor 20%) lo que afecta al rendimiento efectivo en hojuelas de hojuelas fritas y el corto tiempo de dormancia (menor a 15 días), por lo que debe ser consumida o procesada rápidamente para evitar la pérdida de valor comercial

El INIAP, ha seleccionado a nivel de Estación Experimental Santa Catalina cinco genotipos con pulpa de colores, sin embargo es necesario evaluar estos genotipos en ambientes contrastantes, por lo que se planteó como objetivo “Evaluar el comportamiento agronómico y de calidad agroindustrial de 8 genotipos de papa en 3 localidades de la sierra Ecuatoriana”.

La investigación se realizó en tres localidades (L1) Estación Experimental Santa Catalina (EESC) a 3058 msnm, (L2) Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA1) a 2748 msnm (L3) Comunidad “El Vallecito” a 3307 msnm. Como resultado de esta investigación, se ha seleccionado al genotipo 07-29-06 porque presentó las mejores características para el procesamiento, podría reemplazar a la variedad I-Yana Shungo que es la variedad con la que cuentan los agricultores y la industria de hojuelas fritas de colores. Se está multiplicado el clon seleccionado con el CONPAPA y se espera hacer pruebas a nivel de planta en la empresa INALPROCES.

COMPONENTE 3: Publicaciones y Participación en Congresos Nacionales e Internacionales

TESIS
Arias Verónica Alexandra, 2013. “Evaluación del contenido de compuestos funcionales y la capacidad antioxidante en 11 cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) de tres localidades de la sierra ecuatoriana”. Tesis de grado para optar por el título profesional de químico de alimentos. Universidad Central del Ecuador.
Bolaños Méndez, A. F. 2015. Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis xx. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. <i>En proceso de redacción.</i>
Chávez Barreto, D. C. 2013. Evaluación agronómica y nutricional de ocho variedades nativas y tres mejoradas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) Pichincha, Tungurahua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 139 pp.
Espín Dueñas, E. P. 2015. Efecto del procesamiento sobre la biodisponibilidad de cinco micronutrientes presentes en diferentes cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>). Tesis Ingeniera de Alimentos. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería en Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 112 pp.
Guerrero Aguayza, G. E. 2013. Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en once cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>). Tesis Ingeniero en Alimentos. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
Nieto Ruiz, P. S. 2013. Evaluación del comportamiento agronómico y calidad agroindustrial de ocho genotipos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en tres localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis Ingeniero Agropecuario. Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Escuela Politécnica del Ejército (IASA), Sangolquí, Ecuador. 200 pp.
Pantoja Vásquez, S. D. 2015. Evaluación agronómica, nutricional y post cosecha de seis variedades nativas y seis variedades mejoradas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. <i>En proceso de redacción.</i>
Poveda, María. 2013. Determinación de compuestos antinutricionales en 11 cultivares de papa cruda y cocida. Tesis pre-grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos. Universidad técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 150 p.
Vélez Navarrete, A. R. 2013. Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) bajo invernadero, Cutuglahua, Pichincha. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 132 pp.
PARTICIPACION EN CONGRESOS
Chávez, D., Montesdeoca F. 2103. Evaluación agronómica y nutricional de ocho cultivares nativos y tres variedades mejoradas de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades de la Sierra ecuatoriana. UCE e INIAP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Guerrero, E., Villacrés, E. 2013. Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en 11 cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>). UTA-INIAP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Martínez, Y, H. Juárez, R. Raymundo, S. Alvarado, F. Valverde, J. Andrade, P. Kromann, M. Ordinola, R. Quiroz y A. Devaux. 2013. Mapeo de zinc y hierro en suelos ecuatorianos para la focalización de áreas potenciales para la biofortificación agronómica del cultivo de la papa. CIP-

INIAP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Montesdeoca, F., Benítez, J., Kromann, P., Arias, D., Cayambe, J., Potosí, B., Andrade-Piedra, J. 2013a. Producción de mini-tubérculos de semilla de papa en el sistema aeropónico en Ecuador. INIAP – CIP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Montesdeoca, F., Montesdeoca, L., Pumisacho, M., Monteros, C. 2013b. Diagnóstico y propuesta de fortalecimiento del Consorcio de Productores de Papa CONPAPA-Tungurahua. INIAP, CONPAPA. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Pumisacho, M., Kromann, P. 2013. Capacitación en aeroponía para producción de minitubérculos de semilla de papa, basada en el enfoque “Gestión de Conocimientos”. INIAP – CIP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Rivadeneira, J., Cuesta, X., Monteros, C. 2013. Evaluación de clones y variedades de papa con altos contenidos de Fe y Zn en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) en la provincia de Pichincha. INIAP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Tanquina, I., Villacrés, E., Ramos, M. 2013. Retención de compuestos y actividad antioxidante en variedades de papa sometidas a diferentes condiciones de procesamiento en Ecuador. UTA-INIAP. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Valverde F., R. Vélez, S. Alvarado y P. Kromann. 2013. Efecto de la fertilización con zinc y hierro sobre la concentración en los tubérculos de cultivares nativos y mejorados de papa. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Vélez R. y F. Valverde. 2013. Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) bajo condiciones de Invernadero. Cutuglagua, Pichincha. Memorias del V Congreso Ecuatoriano de la Papa. INIAP-CIP. Riobamba. Ecuador.
Villacrés, E., Monteros, C., Reinoso, I., Andrade-Piedra, J., 2014. Nutrient bioavailability of 11 Ecuadorian potato varieties: Preliminary results. Annual Meeting, CIP, November 2014, Lima, Peru.
Villacrés, E.; Guerrero, E.; Poveda, MJ.; Quelal, MB.; Alvarez, J. 2014 “Influencia del pelado y el tratamiento térmico en el contenido de compuestos no nutritivos de 11 cultivares de papa”. Memorias del XXVI Congreso de la asociación Latinoamericana de la papa. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Septiembre 28-Octubre 2, 2014. ISBN: 978-987-45615-0-3
Publicación Miscelánea
Villacreces E. 2014. Inventario tecnológico: “Nutrición, Procesamiento y Gastronomía de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador”. INIA-IssAndes. Quito, Ecuador