

Sistema de producción de tubérculos andinos en Boyacá, Colombia*

Cómo citar este artículo: Aguirre-Forero, S. E., Piraneque-Gambasica, N. V., y Pérez, Mojica, I. (2012). Sistema de producción de tubérculos andinos en Boyacá, Colombia. Cuadernos de desarrollo rural, 9 (69), 257-273.

Sonia Esperanza Aguirre Forero**, Nelson Virgilio Piraneque Gambasica***

& Iván Pérez Mojica****

Recibido: 2011-11-30 Aceptado: 2011-12-04 Evaluado: 2012-05-25 Publicado: 2012-12-30

Código SICI: 2012-1450(201212)9:69<257:SPTABC>2.0.TX;2-2

Resumen

Se caracterizó el sistema productivo de *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus* y *Tropaeolum tuberosum* en la provincia Sugamuxi, Boyacá. Mediante muestreo aleatorio, encuestas, entrevistas y diagnóstico rural se estableció que las zonas productoras presentan limitaciones para la agricultura, 84,4% de la producción se destina para el autoconsumo, 46,8% de los productores son adultos mayores mientras que los jóvenes no se interesan por el cultivo; 72% de los encuestados en centros de consumo no identificaron los tubérculos y, a pesar del arraigo cultural y social (tradición) por parte de los adultos mayores, se evidenció riesgo de pérdida de estas especies. Contrario a esta tendencia, en la República de Nueva Zelanda se incrementa la demanda y se fomenta el mejoramiento genético.

Palabras clave:

Tubérculos andinos, *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*, Boyacá, Colombia.

Palabras clave descriptores:

Tubérculos -- Boyacá, aspectos sociales, explotación agrícola en pequeña escala, Boyacá, Colombia

* Este artículo es producto del trabajo de investigación: "Estado del arte del cultivo de tubérculos andinos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*) en la provincia Sugamuxi", desarrollado por el tercer autor para obtener el título de Ingeniero Agroforestal de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el año 2010.

** Magíster en Ciencias Agrarias, tutora Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Directora del Grupo Interinstitucional de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Forestales y Agroindustriales del Trópico Colombiano (Gicafat). Correo electrónico: sonia.aguirre@unad.edu.co

*** Doctor en Ciencias Agropecuarias, Docente Universidad del Magdalena, Santa Marta. Director del Grupo de Investigación Suelo Ambiente y Sociedad (GISAS). Correo electrónico: npiraneque@unimagdalena.edu.co

**** Ingeniero agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Correo electrónico: ivanboyaca@gmail.com

Andean Tuber Production System in Boyacá, Colombia

Abstract

This paper describes the production system of *Oxalis tuberosa*, *Ullucus Tuberosus* and *Tropaeolum tuberosum* in the province of Sugamuxi, Boyacá. Using random sampling, polling, interviews and rural diagnosis it was established that production areas present limitations for agriculture. 84.4% of production is destined for personal consumption. 46.8% of producers are senior adults whereas young adults are less interested in agriculture. 72% of people interviewed in establishments selling food could not identify the different tubers and despite the deep roots of tradition in older people, there is a risk these species will be lost. Contrary to this tendency, the Republic of New Zealand, where demand for tubers is increasing, is encouraging their genetic enhancement.

Keywords author:

Andean Tubers, *Oxalis Tuberosa*, *Ullucus Tuberosus*, *Tropaeolum Tuberosum*, Boyacá, Colombia.

Keywords plus:

Agriculture, social aspects, tubers, small farms, Boyacá (Colombia).

Système de production de tubercules andins dans le département de Boyaca, Colombie

Résumé

Le système productif d'*Oxalis tuberosa*, d'*Ullucus tuberosus* et de *Tropaeolum tuberosum* à la province de Sugamuxi, Boyaca a été caractérisé. À travers des échantillons aléatoires, des enquêtes et du diagnostic rural, il a été établi que les zones productrices présentent des limitations pour l'agriculture, 84.4% de la production est destinée à l'autoconsommation, 46.8% des producteurs sont des personnes âgées pendant que les jeunes ne sont pas intéressés à la culture, 72% des enquêtés aux centres d'approvisionnement n'ont pas identifié les tubercules et, malgré l'ancrage culturel et social (la tradition) de la part des personnes âgées, il se met en évidence le risque de perte de ces espèces. Contrairement à cette tendance, à la République de la Nouvelle Zélande, la demande augmente et l'amélioration génétique est fomentée.

Mots-clés auteur:

Tubercules andins, *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*, Boyaca, Colombie.

Mots-clés descripteur:

Agriculture, aspects sociaux, tubercules, agriculture à petite échelle, Boyacá (Colombia).

Introducción

A nivel mundial existe inmensa riqueza en agrobiodiversidad; solo 30 especies se usan para el consumo y suministran 95% de las calorías y proteínas, y tres (maíz, arroz y trigo) proveen más de la mitad de la energía derivada de las plantas (FAO, 1996a). En el informe “Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo”, preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos realizada en Leipzig, Alemania, en 1996, se indica que “en los países andinos se está registrando erosión a gran escala de variedades locales de cultivos autóctonos y de plantas silvestres” (Espinosa *et al.*, 1997). A su vez, Jaramillo (1999) sostiene que en los países andinos es precario el nivel de investigación en cuanto a la caracterización agronómica y el mejoramiento genético de cultivares autóctonos.

Los tubérculos andinos son parte de la identidad cultural de los campesinos de las altas montañas suramericanas (Barrera *et al.*, 2004; Jacobsen *et al.*, 2003; Mena y Medina, 2001). Existe evidencia de que *T. tuberosum* se incluía en la dieta de los primeros homínidos aportando nutrientes para evolucionar (Langebaek, 1987); su uso se ha extendido desde épocas prehispanicas, hasta mediados de los años setenta del siglo pasado, donde se encuentran reportes productivos asociados a cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*) y haba (*Vicia faba*) (Parra, 2001). En los Andes colombianos (departamentos de Nariño, Cauca, Cundinamarca y Boyacá), el cultivo es herencia de antiguos pobladores como paeces, muisca y laches, entre otros (Londoño, 1998; Rodríguez, 1999). En la provincia Sugamuxi, asiento de la civilización muisca (Langebaek, 1994), el cultivo de *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* fue implementado e incluido en la dieta de la época siendo especies resguardadas en algunas etnias para la seguridad alimentaria y uso medicinal (Langebaek, 1994; Cárdate, 1987; Cárdenas, 1993; 1996; Clavijo, 2009).

Con la creciente presión que ejerce la población sobre los recursos naturales, se esperaría un incremento en el número de especies para la alimentación, pero en realidad sucede lo contrario, la diversidad y el número de especies potenciales disminuye (Jannick, 2001; Scheldeman *et al.*, 2001). A pesar de los avances en ciencia y tecnología en Colombia, no se han desarrollado suficientes metodologías para aprovechar los recursos autóctonos con el fin de proporcionar valor agregado. La economía campesina y su sostenibilidad no solo se fundamentan en la

productividad, sino también en la biodiversidad de las especies (Aguilar, 2007; Forero, 2003); la reducción de especies agrícolas en el territorio constituye una amenaza directa para la supervivencia humana. Hoy, gracias a la globalización y la influencia de insumos externos y bienes *comodities*, especies autóctonas han desaparecido de la canasta familiar.

La carencia de alimento y el aumento de la pobreza como consecuencia de la degradación de suelos y de la pérdida de biodiversidad es cada vez mayor (FAO, 1996b), lo que evidencia la necesidad de explorar o retomar alternativas de fácil adaptabilidad que incrementen la producción. Esta investigación, como parte del proyecto “Cadenas productivas hortícolas” de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) 2009-2010, permitió caracterizar el sistema de producción y las condiciones a las que están sometidos los tubérculos andinos, indicando que es posible adecuar y generar condiciones agrícolas que eleven la productividad, así como identificar mecanismos para aumentar su demanda y consumo.

Por tanto, es necesario aportar conocimiento local y determinar tendencias y potencialidades de los cultivos de *O. tuberosa* (Ibia), *U. tuberosus* (Ruba) y *T. tuberosum* (Cubio), recursos fitogenéticos autóctonos de los Andes, establecidos en la provincia Sugamuxi desde épocas prehispánicas para determinar su situación actual.

1. Metodología

El estudio se realizó en la provincia Sugamuxi, Boyacá, Colombia, conformada por trece municipios, temperatura media de 14 °C, altura media de 2.569 msnm. La actividad primaria es la agricultura (cebolla, papa, arveja, hortalizas y maíz), la ganadería y la explotación de bosques nativos. Su economía se apoya en el comercio interregional entre los Llanos Orientales y el centro del país, la siderúrgica y la explotación de minerales como calizas, carbón, arenas y mármol.

La descripción botánica de las especies se fundamentó en referentes bibliográficos; en campo se implementaron dos transectos en nueve municipios de la provincia: el Grupo A (1) (Pesca, Iza, Tota, Aquitania, Mongua, Tibasosa), y Grupo B (2) (Cuítiva, Sogamoso, Gámeza), donde se colectó información por medio de encuestas y entrevista semiestructurada a los productores de forma sistemática, estratificando según ubicación geográfica (figura 1).

A continuación se describe cada una de las actividades realizadas:

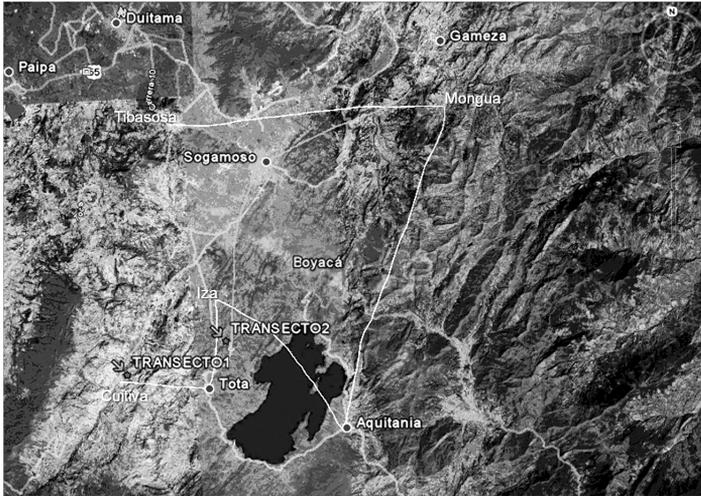


FIGURA 1. Transectos utilizados para la colección de información en la zona de estudio.

FUENTE: adaptado de Google Earth (2011).

- A. *Acopio de información.* Se recurrió a fuentes primarias y secundarias: artículos, estudios, libros encontrados en impreso y en la web, así como diálogo directo con campesinos e investigadores; se obtuvo información concerniente a descripción botánica, historia y antecedentes generales de la zona y las especies.
- B. *Descripción del sistema de producción actual.* La información existente sobre las prácticas agrícolas de estas especies en la zona es escasa, se trabajó con observación directa en campo, los datos de las encuestas y la información de la entrevista de los actuales productores.
- C. *Aplicación de encuesta.* La población objetivo fue priorizada por transecto; 112 habitantes encuestados de 9 municipios localizados en zonas agroclimáticas de 2800 a 3300 msnm. En el grupo 1: Aquitania, Iza, Mongua, Tota, Pesca y Tibasosa se aplicaron 73 encuestas; en el grupo 2: Cuítiva, Sogamoso y Gámeza 39, debido a que este transecto presentó menor densidad de población. Se encuestaron 27 comerciantes de Sogabastos que exhiben estas especies y 50 consumidores al azar.
- D. *Identificación del mercado.* En Sogabastos, principal plaza de Sogamoso –capital de la provincia– se identificaron los puestos que ofrecen el producto, su procedencia y empaque, de igual manera se visitó el supermercado más concurrido de la ciudad donde se ofertan estas especies (La Canasta).

E. *Exploración de la potencialidad de las especies en la provincia.* Teniendo en cuenta el diagnóstico rural, los resultados de las herramientas aplicadas, además de las expectativas del consumidor y algunos estudios de procesamiento de alimentos, se proponen algunas líneas de investigación.

Fue importante la colaboración de los pobladores de los municipios para ubicar las áreas productivas, realizar el recorrido y la descripción del paisaje y del agroecosistema de interés.

Como estrategia metodológica se diseñaron tres formatos de encuestas: la primera dirigida a 112 productores activos de cubios, rubas e ibias, en ella las preguntas permitieron identificar datos personales, composición familiar, características de producción, áreas de las parcelas, entre otros. La segunda, dirigida al 100% de los comerciantes de ibia, ruba y cubio (27 personas) del mercado central de la ciudad de Sogamoso, con la que se estableció procedencia, volumen del producto, facilidad de comercio, tipo de empaque y precio de venta. La tercera se aplicó a 50 compradores en el casco urbano de Sogamoso, seleccionados al azar, a quienes se indagó sobre conocimiento de especies, sitios de compra y hábitos de consumo, entre otros. Una vez colectada la información, los datos se digitaron y se analizaron.

Las encuestas fueron aplicadas durante los meses de julio, agosto y septiembre del año 2009. A través de la visita de campo y los datos obtenidos se describió el sistema de producción, se indagó por la historia y los sitios donde se cultivaban, y las razones por las cuales disminuyó el área de siembra. En la aplicación de los instrumentos se solicitó la colaboración voluntaria de quienes contestaron, indicándoles que la investigación tenía carácter exclusivamente académico, que se respetaría el anonimato y que los datos serían analizados en el conjunto de la muestra. El equipo de trabajo se conformó por profesionales de diferentes perfiles: agronomía, ingeniería agroforestal, alimentos y ciencias sociales artes y humanidades.

2. Resultados

Con la investigación, se determinaron los siguientes aspectos:

SOCIOECONÓMICOS. Los agricultores encuestados pertenecen a los estratos socioeconómicos 1 y 2; sus ingresos no superan dos salarios mínimos. La vivienda es generalmente en ladrillo o adobe, ventanas pequeñas de madera, el techo de teja eternit o de barro y alrededor se localiza un patio en el cual se desarrollan

diversas actividades. Los servicios públicos son precarios, el agua domiciliaria no tiene tratamiento y se transporta por manguera de pozos o fuentes cercanas a la habitación, no existe tratamiento de aguas residuales, la mayoría (70%) carece de unidad sanitaria y cuando existen son de tipo letrina.

Los bajos ingresos repercuten de forma directa en la calidad de la alimentación. Se evidenció ingesta de carbohidratos (papa y arroz) con carencia de proteína y minerales; algunos incluyen cereales y vegetales en su dieta. La ingesta de proteína (carne, huevos) es escasa, se realiza cada tres a cuatro días y en otros, si es posible, es destinada al día festivo.

EDAD. De los 112 productores encuestados, 14,6% son menores de 40 años, 38,6% se encuentran entre 41 y 55 años, 32% oscilan entre 56 y 70 y 14,8% son mayores de 70, por tanto, la actividad productiva esta soportada por población mayor de 40 años quienes aún mantienen arraigo cultural en sus labores; los jóvenes del área rural no muestran interés por el cultivo de tubérculos andinos.

EDUCACIÓN. El 28% de los productores encuestados no terminaron la primaria, 64% la finalizaron, 6,6% son bachilleres y solo uno cursa estudios universitarios. Al contrastar estos resultados con las edades, se observa correlación entre la población de menor escolaridad con el grupo que conserva la tradición del cultivo, siendo los abuelos quienes entienden el valor de estas especies para la alimentación y la medicina.

NÚCLEO FAMILIAR. El 8,9% de los productores encuestados viven solos, 22,8% convive con su pareja, 53,6% son familias constituidas por 3 a 5 personas, y 15,2% son familias con más de 6 miembros (papá, hijo, nietos, hermanas). Se detectó desplazamiento periódico de sus integrantes en búsqueda de trabajo para sobrevivir.

2.1 Características físico-bióticas de la zona de estudio

El clima del área de estudio corresponde a los pisos térmicos frío y páramo, las parcelas dedicadas a la producción de estas especies se limita a las zonas de vida subpáramo húmedo, subpáramo seco y bosque subandino montano con temperaturas medias de 7 a 12 °C, con fuertes vientos, sequías ocasionales y heladas desde diciembre hasta febrero.

Las formaciones vegetales, de acuerdo con las zonas de vida propuestas por Holdridge, corresponden a bosque húmedo montano (bh-M), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque seco montano (bs-M), y páramo subandino (p-SA),

escenario de corredores biológicos que sostiene alta diversidad de especies de flora y fauna como familias de orquídeas, rubiáceas, melastomatáceas, ericáceas y bromeliáceas. Se identificaron parcelas cultivadas de tubérculos andinos en sitios próximos a rodales de frailejón arbóreo ramificado (*Libanobanenus tamanus*), encenillo (*Weinmannia sp.*), chusque (*Chusquea tesallata*) y epifitas.

El relieve pertenece al sistema andino, cordillera, vertientes y valles interandinos con pendientes que fluctúan de 0 a 75%, suelos que constituyen mosaicos con diferentes características, moderadamente profundos a superficiales, de texturas medias a finas, permeabilidad lenta, reacción fuertemente ácida y colores oscuros.

El suelo del área de estudio se usa principalmente en la actividad agropecuaria, base económica de la zona, que fluctúa en ciclos consecutivos de papa (*S tuberosum*), a sistemas de pastoreo extensivo, con la incorporación de rotaciones con cereales como cebada (*Hordeum sp.*), trigo (*Triticum sp.*), haba (*Vicia faba*) y maíz (*Zea mays*). Su uso está condicionado principalmente por la pendiente y los periodos de lluvia y de sequía, aunque también se evidencia la actividad minera (explotación de carbón). La destrucción de bosque nativo para la implementación de labores agropecuarias ha traído como consecuencia erosión ligera a moderada en la zona.

2.2 Manejo agronómico

La siembra y cosecha de estas especies se realiza durante todo el año, acentuándose en época de lluvia (abril a septiembre); la semilla que proviene de la autoproducción o del trueque se siembra a 20 cm entre plantas y 80 cm entre hileras, el número de tubérculos por sitio depende del tamaño y frecuentemente se mezcla, asocia y rota con otros cultivos.

La preparación del terreno, el manejo fitosanitario, el aporque y la cosecha se realizan de forma manual (81,25% de los encuestados); 16% utiliza tracción animal para la preparación del terreno, 2,67% emplea simultáneamente la fuerza manual (azadón) y la tracción animal (bueyes), mientras que 4,4% utiliza tractor en la preparación principalmente en el cultivo de papa. El 66,9% de los productores no tienen acceso a riego, 13,4% gozan de riego por aspersión, 16,96% riego por gravedad y 2,68% tienen acceso a dos clases de riego en su parcela (gravedad y aspersión). El deshierbe se realiza dos meses después de la emergencia de las plántulas, en este momento algunos agricultores adicionan abono orgánico mientras que otros expresan contar con el efecto residual de la fertilización de la papa.

El 58,93% de los encuestados asocia el cultivo de *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* con otras especies como papa, haba, arveja y maíz en forma artesanal, solo 10,71% de los encuestados utiliza algún tipo de insumos químicos.

El comedor de raíz (*Agrotis sp.*) y el polvillo blanco o grisáceo (*Oidium sp.*) fueron identificados por los productores como los principales problema sanitarios presentes en los cultivos, patógenos que no se manejan y reducen la rentabilidad del cultivo.

La cosecha inicia siete u ocho meses después de la siembra, labor que demanda tiempo y se realiza en condiciones ambientales difíciles (sol, frío, agua) por lo cual esta actividad no es llamativa. El producto fresco llama la atención por sus tonalidades vistosas, pero con el transcurrir del tiempo se tornan pálidas.

2.3 Área de cultivo

Se estableció que el área de las parcelas dedicadas a la siembra de *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* se encuentra en el rango de 200 a 1000 m² (figura 2), siendo Sogamoso, Aquitania y Gámeza los municipios que reportan mayor número de parcelas dedicadas a la siembra de estos tubérculos.

Los municipios de Aquitania, Mongua, Sogamoso y Gámeza, donde su consumo es mayor, reportan parcelas de 500 a 1000 m². En Tibasosa se observa mayor número de parcelas de tamaño mediano (18,37%), gracias al programa de capacitación agrícola y biodiversidad que lidera la asociación de productores “Semillas”, mientras que Iza mostró buen número de microparcels (11,54%) e interés particular de mantener estas especies en la huerta casera.

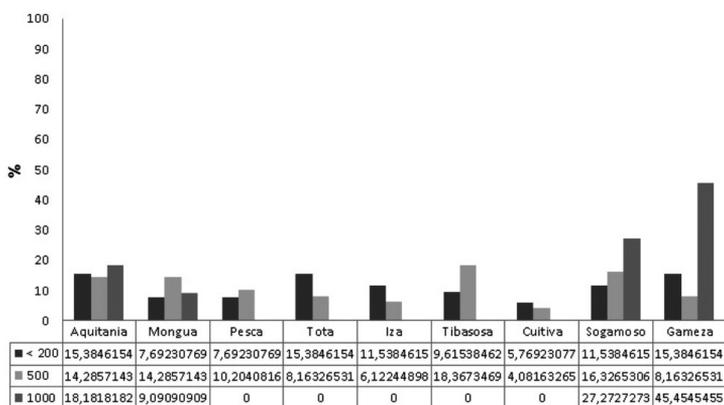


FIGURA 2. Área destinada a la producción de *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* en los municipios pertenecientes a la provincia Sugamuxi (datos expresados en porcentaje).

FUENTE: los autores.

El municipio de Gámeza reporta mayor frecuencia de consumo y áreas de producción, al mismo tiempo evidencia mayor arraigo cultural a sus tradiciones y costumbres.

2.4 Diversidad

La figura 3 evidencia que *T. tuberosum* fue la especie con mayor número de unidades productivas registradas (65; 58%), siendo la más cultivada seguida de *U. tuberosus* (40; 36%) y *O. tuberosa* (7; 6%), respectivamente.

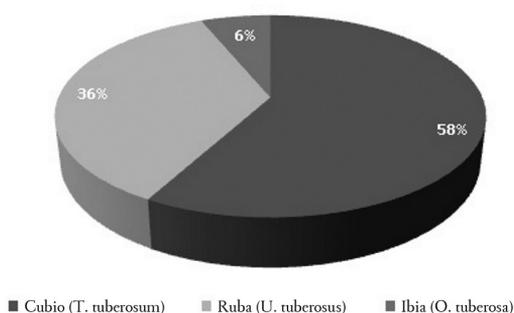


FIGURA 3. Distribución (%) de las especies *T. tuberosum*, *U. tuberosus* y *O. Tuberosa* cultivadas en la provincia Sugamuxi. Valores expresados por los 112 productores entrevistados.

FUENTE: los autores.

La producción de *T. tuberosum* se reporta en todos los municipios (figura 4), *U. tuberosus* registra la mayor área de cultivo en Sogamoso, seguido de Mongua, Iza, Pesca y Tibasosa. El municipio de Mongua se identificó como el principal productor de *O. tuberosa*, seguido de Iza, Tota y Pesca.

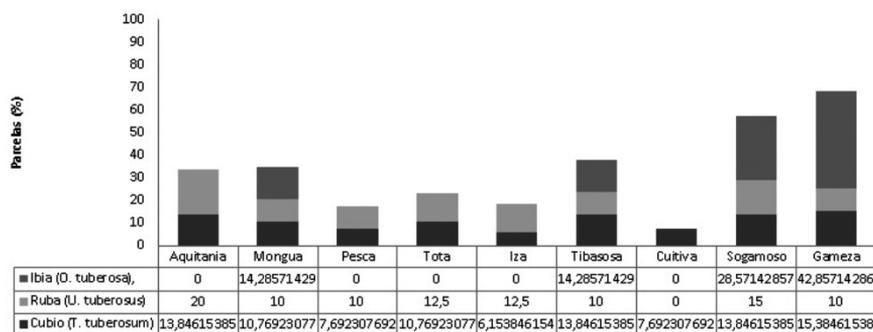


FIGURA 4. Distribución (%) de las especies *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* en los municipios pertenecientes a la provincia Sugamuxi.

FUENTE: los autores.

Los productores encuestados distinguen diferencias en las características fenológicas (colores, formas y texturas) y de palatabilidad, particularidades que atribuyen al cultivar, pero no hay reportes de estudios de variabilidad genética de estas especies en la zona. *O. tuberosa* presenta diferentes colores: amarillo de la que se reporta 44,6%, seguida de la roja (37,5%) y en menor porcentaje se encuentran tonalidades rosadas, blancas, moradas, coloradas, cochinillas, mortiña y negra (17,9%). De *U. tuberosus* se distinguen la blanca (33%), seguida del grupo que presenta tonalidades rosadas a rojas (30,36%), amarillas (22,32%), un grupo mosaico de diferentes tonalidades que pasan de verde amarillento hasta la morada y negra (12,5%), y los ciotes (1,78%), semillas de diversos colores, mezclas y tamaño. De *T. tuberosum* el blanco es el más cultivado (53,57%), seguido del morado y el amarillo (40,17%); en tercer lugar está el corruco o rayado (4,46%), que es una mezcla entre blanco y morado y el negro (1,78%).

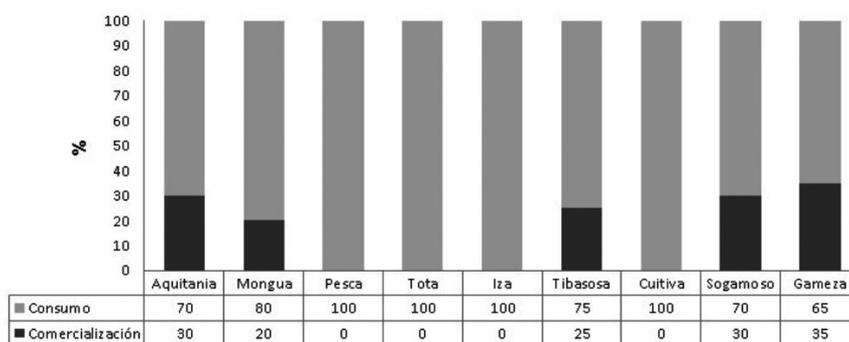


FIGURA 5. Tasa de consumo y comercialización de *O. tuberosa*, *U. tuberosus* y *T. tuberosum* en la zona de estudio.

FUENTE: los autores.

Los municipios que presentan parcelas de mayor área comercializan parte de la producción (figura 5), ejemplo de ello es Tibasosa donde subsiste el trueque en las ferias de agricultura orgánica. Por otro lado, en aquellos municipios con menores áreas (55%) predomina el autoconsumo.

2.5 Mercadeo y consumo

En Sogabastos se identificaron 27 puestos de mercado de los cuales 7 comercializan las tres especies y en los 20 restantes ofertan solo *T. tuberosum* y *U. tuberosus*.

1 El número total de puestos corresponde a 746 que comercializan frutas y verduras, y 122 de papa.

Los intermediarios adquieren el producto junto con la papa (*S. tuberosum*) por medio de los mayoristas que lo compran al agricultor. Los empaques empleados para el acopio y mercadeo son bolsas plásticas de 25 kg y costal sintético de 50 kg. El 100% de los comerciantes reportan reducción drástica de la oferta de las especies en los últimos años. La encuesta a compradores permitió establecer que 72% (36) de los encuestados no distinguen o recuerdan haberlos consumido, 16% (8) conocen al menos una de las tres especies, 8% (4) diferencian dos especies, y solamente 4% (2) de los encuestados conocen las tres especies. Cuando se indagó sobre si les gustaría consumirlos, 87% manifestó su interés por degustarlos. Al averiguar sobre los beneficios del consumo de estas especies el 98% desconocen sus características nutricionales o medicinales. Los consumidores menores de 20 años, que desconocen el producto, muestran interés por adquirirlo, principalmente por los colores y la forma. Las jóvenes amas de casa no conocen las formas de preparación y presentación, los consumidores menores de 20 años expresan carencia de información y falta de oportunidad para degustarlos.

3. Discusión

El estudio muestra que el sistema productivo de tubérculos andinos en la región reúne a 112 productores mayores de 40 años en su mayoría (85,4%), con estudios de básica primaria (92,5%), unidades productivas limitadas a las zonas de vida subpáramo húmedo, subpáramo seco y bosque subandino montano donde se encuentran condiciones edafoclimáticas extremas (bajas temperaturas, alta velocidad del viento), en parcelas no mayores a 1000 m (100%) sembradas con *T. tuberosum* (58%) *U. tuberosus* (36%) y *O. tuberosa* (6%), asociadas a cultivos de papa, cebada, trigo, haba o maíz (59%), las labores presentan bajo grado de intervención tecnológica contando con agua lluvia como única fuente de riego (70%) lo que permite la aparición de plagas y enfermedades limitantes de la producción (100%), sin estudios de variabilidad genética, predominando el autoconsumo (55%) y la rentabilidad baja (100%).

A pesar de constituir la base alimenticia de pueblos aborígenes, y actualmente de los pobladores de la región alto-andina comprendida desde Colombia hasta Chile, el estudio permite determinar, al igual que Jaramillo (1999), que los tubérculos andinos no han sido objeto de mejoramiento genético ni de

industrialización para darle valor agregado a pesar de reportes que indican que *O. tuberosa* en Ecuador y Perú tiene amplia posibilidad de transformación en harinas, obtención de oxalatos y mermeladas, entre otros, y se puede conservar mediante deshidratación y secado al sol (Kaya), de color oscuro, o lavado y secado a la sombra (Umakaya), de color claro (Rivera, 2010).

En la provincia Sugamuxi existen investigaciones en poscosecha de *U. tuberosus* y *T. tuberosum* realizadas por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y la UNAD, donde se plantea la elaboración de productos tradicionales y novedosos (harina, pan, espesantes, salsas, dulce, mermelada), con presentaciones que invitan al consumo con aceptación y tasa de rentabilidad positiva (Rodríguez, 2008).

Espinoza (1996), Chirinos *et al.* (2009; 2007), y Alcalde *et al.* (2004), reportan relación de algunos compuestos derivados de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* con propiedades saludables para los riñones, el hígado y la piel, y afirman que el consumo de este tipo de alimentos con propiedades antioxidantes puede reducir el riesgo de cáncer, arterioesclerosis, artritis y diabetes, entre otras, constituyéndose en producto de interés económico para el mercado de nutraceuticos y de alimentos funcionales, lo que concuerda con lo expresado por los productores de mayor edad quienes las utilizan con fines medicinales.

Los colorantes de algunos genotipos que son pigmentos naturales estables y vistosos, con posibilidad de ser usados en cosmetología, no se comercializan y actualmente son empleados en la alimentación y el teñido de prendas de vestir (Alcalde *et al.*, 2004). Existe potencial en el uso de los mucilagos, los cuales contiene buena cantidad de progesterona, y en la alimentación se reconocen genotipos con contenidos proteicos de 14% (Tapia y Fries, 2007). Carrasco *et al.* (1984), exploraron estas especies en la alimentación de animales encontrando que las hojas de *O. tuberosa* sirven de forraje para bovinos y el tubérculo para cerdos, mientras que *T. tuberosum*, cocido, es excelente alimento para cerdos.

Por lo anterior, es necesario consolidar un programa agrícola e industrial con alianzas estratégicas en la provincia que fortalezca la investigación fitoquímica, la producción, la agroindustria y el mercado de tubérculos en fresco (congelado o parafinado), o procesado (puré deshidratado, chips), apetecido en otras latitudes como Nueva Zelanda, donde se trabaja en el mejoramiento genético de las especies citadas (Sangketkit *et al.*, 2000). Tal vez una de las estrategias sea clasificarlos como productos exóticos, orgánicos y naturales, como incentivo de consumo.

Los resultados obtenidos evidencian que la producción y el consumo de tubérculos andinos en la provincia Sugamuxi en Boyacá muestra tendencia decreciente, lo que coincide con los estudios realizados por el CIP en su proyecto “Biodiversidad de las raíces y tubérculos andinos”, y por Jannick (2001) y Scheldeman *et al.* (2001), quienes reportan la disminución de áreas de cultivo y producción en Suramérica.

Conclusiones

La información analizada permite concluir que los predios y los agricultores son relativamente homogéneos en su forma de producir tubérculos andinos. Las pequeñas explotaciones carecen de registros, presentan bajo nivel tecnológico derivado de las condiciones biofísicas hostiles en las que desarrollan el sistema productivo (restringidas a sitios cercanos al ecosistema de páramo, ecosistemas estratégicos no aptos para la producción agrícola), la baja escolaridad, bajo a nulo acceso a crédito, y reducida intervención estatal con programas de investigación o transferencia de tecnología. Si a lo anterior se suma la pérdida del hábito de consumo en las ciudades, se acentúa la tendencia a estrechar el banco de germoplasma determinando riesgo de pérdida de las especies.

El cultivo de tubérculos andinos se mantiene por el arraigo cultural de los abuelos, pero la baja demanda y la reducida rentabilidad del cultivo ha limitado las posibilidades de comercialización, por lo que este trabajo permite mejorar la planeación de futuras investigaciones, transferencia tecnológica, capacitación en el manejo, conservación y aprovechamiento agroindustrial, y el diseño de políticas de apoyo a los productores de estas especies.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores rurales de la zona, a los estudiantes del Semillero Gicafat de la UNAD, a la doctora Gloria Cifuentes directora del Proyecto Cadenas Productivas de la UNAD, al Proyecto de Conservación de Agua y Suelo de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, y a las administraciones municipales.

Referencias

- Alcalde, C., Saavedra, G., de Pascual, S., & Rivas, J. (2004). Liquid chromatography–mass spectrometry identification of anthocyanins of isla oca (*Oxalis tuberosa*, Mol.) tubers. *Journal of Chromatography A*, 1054, 211-215.
- Aguilar, L. (2007). *Estrategia regional de la biodiversidad en la región de Cajamarca*. Perú: Gobierno de Cajamarca.
- Barrera, V., Tapia, C. y Monteros, A. (2004). *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para su conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.
- Cárdale, M. (1987). En busca de los primeros agricultores del altiplano cundiboyacense. *Revista Maguaré*, 5, 99-125.
- Cárdenas, F. (1993). Paleodieta y paleodemografía en poblaciones arqueológicas muiscas. *Revista Colombiana de Antropología*, 30, 131-148.
- Cárdenas, F. (1996). La dieta prehispánica en poblaciones arqueológicas muiscas. En Enciso, M. y Therrien (eds.), *Bioantropología de la sabana de Bogotá, siglos VIII al XVI D. C* (pp. 85-109.). Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología.
- Carrasco, E., Terrazas, F., Calderon, R. y Thiele, G. (1984). *Los tubérculos andinos: tesoro de los Andes*. La Paz: Condesan.
- Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R. y Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Tubers Separation and Purification Technology*, 55, 217-225.
- Chirinos, R., Betalleluz, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R. y Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113, 1243-1251.
- Clavijo, N. (2009). Un evento de alto Turmequé. Primera Feria de Agrobiodiversidad de Tubérculos Andinos. *Hoy en la Javeriana*, 48 (1248), 10-11.
- Espinoza, P. (1996). *Volvamos a nuestras raíces, recetario de las raíces y tubérculos andinos*. Quito: Centro Internacional de la Papa.
- Espinosa, P., Vaca, R., Abab, J. y Charles, C. (1997). *Raíces y tubérculos andinos. Cultivos marginados del Ecuador. Situación actual*. Quito: Centro Internacional de la Papa, Ediciones ABYA.

- FAO (1996a). Report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture (26 October 2010). Rome, Italy. Recuperado el 10 de diciembre de 2010 de <http://www.fao.org>
- FAO (1996b). Global plan of action for the conservation and sustainable utilisation of plant genetic resources for food and agriculture and the Leipzig declaration. Rome, Italy. Recuperado el 5 de agosto de 2010 de <http://www.fao.org>.
- Forero, J. (2003). *Economía campesina y sistema alimentario en Colombia: aportes para la discusión sobre seguridad alimentaria*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Jacobsen, S., Mujica, A. y Ortiz, R. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Revista Venezolana de Soc. y Ant.*, 13 (36), 14-24.
- Jannick, J. (2001). New Crops for the 21st Century. En Nösberger, J., Geiger, H.H. & P.C. (eds.). *Conference paper Crop science: progress and prospects* (pp. 307-327), Hamburg: Third International Crop Science Congress.
- Jaramillo, L. (1999). Módulo 1: Ciencia, tecnología, sociedad y desarrollo. En Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES (ed.), *Aprender a Investigar* (p. 145). Santa Fe de Bogotá: ARFO.
- Langebaek, C. (1994). Dieta y desarrollos prehispánicos en Colombia. *Revista Credencial Historia*, 60.
- Langebaek, C. (1987). *Mercados, poblamiento e integración étnica entre los muiscas siglo XVI*. Bogotá: Banco de la República.
- Londoño, E. (1998). *Los muiscas: una reseña etnohistórica con base en las primeras descripciones*. Bogotá: Museo del Oro.
- Mena, P. y Medina, G. (2001). La biodiversidad de los páramos en el Ecuador. En Mena, P., Medina, G. y Hofstede, R. (eds.), *Los páramos del Ecuador, particularidades, problemas y perspectivas* (pp. 27-53). Quito.
- Parra, R. (2001). Identificación de fitolitos en el cálculo dental e individuos prehispánicos de Tunja (Boyacá) y Soacha (Cundinamarca). En Rodríguez, J. V. (ed.), *Los chibchas: adaptación y diversidad en los andes orientales de Colombia* (pp. 237-250). Bogotá: Colciencias, Universidad Nacional.
- Rivera, G. (2010). *Elaboración y valoración nutricional de tres productos alternativos a base de Mashua para escolares del proyecto Runa Kawsay*. Tesis de grado, Escuela Superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rodríguez, J. (1999). *Los chibchas, pobladores antiguos de los Andes Orientales*. Bogotá: Banco de la República.

- Rodríguez, M. L. (2008). *Estudio de factibilidad para la producción de un antipasto a base de tubérculos andinos*. Trabajo de Grado Tecnología en Alimentos UNAD. Sogamoso, Boyacá, Colombia.
- Sangketkit, C., Savage, G., Martin, R., Searle, B., & Mason, S. (2000). Sensory evaluation of new lines of oca (*Oxalis tuberosa*) grown in New Zealand. *Food Quality and Preference*, 11, 189-199.
- Scheldeman, X., Libreros, D. y Jiménez, D. (2001). *Desarrollo de especies silvestres nativas en cultivos de exportación*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Regional Office for the Americas.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Lima: FAO y ANPE.