

Editorial

Hay mucho que investigar en las raíces y tubérculos andinos

Los cultivos andinos y ancestrales tuvieron gran aceptación en las comunidades precolombinas, debido a su adaptación a condiciones ambientales desfavorables. Esta condición permitió una amplia distribución de estos cultivos por los Andes, con lo que adquirieron muchos nombres nativos que de manera paulatina tomaron gran importancia en la alimentación (1).

Colombia, al igual que los otros países de la región andina, tiene en su acervo natural y cultural una serie de especies vegetales de la biodiversidad, cuya utilización ha venido a menos en las últimas décadas. Sin embargo, desde diversos ángulos de la academia se está gestando una importante labor de rescate y búsqueda de alternativas para su preservación y valor agregado en su transformación poscosecha.

Haciendo eco de la intencionalidad de la línea de investigación en Biodiversidad de nuestra universidad, en los programas de Administración de Agronegocios e Ingeniería de Alimentos, desde hace una década se han venido realizando esfuerzos investigativos con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VRIT), desde lo productivo hasta lo agroindustrial (en campo y laboratorio), con excelentes resultados en el comportamiento agronómico y valor agregado en especies vege-

tales andinas como el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), el cubio o mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y, últimamente, la ibia u oca (*Oxalis tuberosa*).

¿POR QUÉ Y PARA QUÉ INVESTIGAR EN RAÍCES Y TUBÉRCULOS ANDINOS?

En Colombia se está despertando un gran interés por el redescubrimiento y aprovechamiento comercial de las especies vegetales de la biodiversidad andina. Es hora de que se incremente sustancialmente el número de especies cultivadas para la alimentación, la salud y otras necesidades, no solo en humanos, sino también en animales. Es ilógico que teniendo tanta riqueza como segundo país megadiverso se continúe con el paradigma universal de que alrededor del 90% de los alimentos de procedencia vegetal sean de casi una decena de especies cultivadas.

Las raíces y tuberosas andinas, debido a sus características bioquímicas, son poseedoras de una serie de potenciales beneficios para la salud humana y animal y se constituyen en excelentes alternativas de producción para la alta montaña, toda vez que los actuales y tradicionales sistemas productivos están afectando seriamente la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Con el yacón se realizó una investigación de campo en torno a su comportamiento agronómico y manejo poscosecha, que aunado a una sistematización de diversas experiencias locales ha permitido la edición de un libro relacionado con el tema. Así mismo, otra especie en estudio es el cubio, denominado *mashua* en el Perú, a la cual se le hizo una caracterización agronómica, fisicoquímica, nutricional y el procesamiento para aprovechar sus beneficios alimentarios, insecticidas y microbicidas. Últimamente se viene desarrollando un proyecto de investigación a punto de culminar en torno a las ibias, especie conocida como *oca* en Ecuador y Perú.

En este aporte se pretende hacer una exposición de los logros obtenidos, así como generar un espacio de discusión en torno a la promoción y gestión de nuevos agrogocios a partir del aprovechamiento sustentable de la rica biodiversidad andina, tal como lo vienen haciendo países vecinos con gran éxito para sus agroexportaciones. Un gran número de estudiantes de las facultades de Ciencias Agropecuarias e Ingeniería de Alimentos y del posgrado en Agrociencias han realizado acercamientos de tipo investigativo y didáctico respecto a esta temática sobre la biodiversidad andina.

CONOCIENDO AL YACÓN Y SU COMPORTAMIENTO

La necesidad de dar alternativas de producción agrícola sustentable, con valor agregado para pequeños agricultores en la región centro-andina colombiana, llevó a investigar hace pocos años sobre una especie vegetal promisoría de la flora andina, rica en inulina y fructooligosacáridos (FOS), compuestos excelentes para dietas hipocalóricas y para diabéticos.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar las respuestas ecofisiológicas que manifiestan dos biotipos de yacón denominados *rojo* y *blanco* procedentes de la región centro-andina colombiana, mediante producción orgánica, referidas a fenología, producción y caracterización físicoquímica, en relación con las con-

diciones climáticas a campo abierto e invernadero en la sabana de Bogotá (2.600 m s. n. m.).

Se realizaron prácticas agronómicas sencillas como mínimo laboreo del suelo, riego por aspersión, fertilización orgánica, aporque y deshierbos manuales. Sobre una población de 400 plantas (300 a campo abierto y 100 en invernadero) se efectuaron evaluaciones de porcentaje de brotamiento, altura de planta, peso de propágulos y raíces reservantes. En producto cosechado se caracterizó: raíces en tamaño, peso y coloración de piel y pulpa, grados brix, entre otros parámetros (figuras 1 y 2).

Los resultados obtenidos indican un comportamiento tolerante del yacón frente a bajas temperaturas, y también a la ausencia y abundancia de lluvias. No se presentaron enfermedades foliares y radiculares y el ataque de insectos fue mínimo. En campo abierto, la producción de propágulos (semilla vegetativa) fue mayor que en invernadero; sin embargo, en ese ambiente cerrado, la producción de raíces reservantes fue más alta. En ambos ambientes los índices de calidad de producto cosechado muestran similitud con lo encontrado por diversos investigadores del área andina.

Un punto interesante como alternativa de producción para pequeños productores es el referente al manejo del suelo, pues no requiere tanto laboreo de este como cuando se trata del cultivo de papa. Por otro lado, es sustancial la reducción de los costos de producción por la no aplicación de productos agroquímicos para control de plagas y enfermedades, debido a la gran tolerancia de esta planta a los insectos y patógenos, producto de su adaptación de cientos de años. Así mismo, se ha demostrado que con tecnologías sencillas de manejo poscosecha se asegura la conservación del producto cosechado, con el fin de evitar la degradación de los fructooligosacáridos, componentes claves para el uso directo y la transformación.

La introducción agroindustrial de esta especie significa estar frente a una innovación agrícola de bajo costo, de fácil manejo en campo y con una amplia variedad de alternativas para su utilización: consumo en fresco y pro-

Figura 1. Plantas de yacón en pleno crecimiento en campus, sede norte Unisalle



Figura 2. Plantas de yacón en pleno crecimiento en campus, sede norte Unisalle



ductos derivados de una primera transformación (mieles, jarabes, hojuelas, polvo, etc.) dirigidos al mercado local y la agroexportación, tal como se hace en otros países de la región. Pero lo interesante del agronegocio con esta especie de nuestra biodiversidad es no quedar en la simple producción de los derivados mencionados, sino más bien escalar a través de la investigación hacia la obtención de productos interesantes como la inulina y otros muchos fitoquímicos que tienen una amplia demanda en el mercado internacional.

Se deben orientar investigaciones hacia los mercados locales y globales con derivados del yacón utilizados en la formulación de productos dietéticos y naturales (alimentos funcionales), que cada vez cobran más importancia en el contexto mundial por su amplia demanda, principalmente de los países desarrollados.

El yacón se puede considerar como una especie alternativa de bajo costo con un gran potencial de uso en la alimentación animal. Solo pensar que una hectárea de este cultivo puede producir fácilmente, bajo condiciones normales de fertilización y riego, alrededor de 80 tm de raíces y más de 30 tm de follaje, permite establecer que estamos frente a una especie que supera con facilidad la producción de biomasa de cualquier especie forrajera de clima

frío. Se espera también investigar su uso en la obtención de ensilaje, en mezcla con otras especies y también su deshidratación para mezcla en alimentos concentrados.

Uno de los productos de esta investigación fue el libro *Yacón: producción, transformación y beneficios* (2), en el que se expone la investigación realizada con esta especie en sus fases de campo y transformación (figura 3).

Figura 3. Carátula de libro *Yacón: producción, transformación y beneficios*



Fuente: Ediciones Unisalle

DESCUBRIENDO EL VALOR AGREGADO DE LOS CUBIOS

Pese a la amplia distribución de este cultivo y las variedades a lo largo de los Andes, este tubérculo presenta una disminución parcial en su consumo a escala poblacional en muchas regiones de Suramérica. Según Ramos (3), el cubio es un cultivo que se encuentra en la actualidad en estado de erosión genética, que requiere atención por parte de investigadores y de entidades responsables para su conservación.

El proyecto de investigación avalado por la VRIT: “Caracterización agronómica, fisicoquímica, nutricional y procesamiento de una variedad colombiana de cubio para aprovechar sus beneficios alimentario, insecticida y microbicida” fue desarrollado en su fase productiva en el campus de la sede norte de la Universidad de La Salle.

Durante el crecimiento de las plantas, se realizaron diversas labores agronómicas, observaciones fenológicas

y pruebas antimicrobianas y bioinsecticidas que demostraron su fácil adaptación, su baja o nula incidencia de problemas fitosanitarios y otros comportamientos que manifiestan su no afectación a los frágiles ecosistemas de la región andina (figuras 4 y 5).

Después de las evaluaciones a la cosecha de los tubérculos, estos fueron llevados a la planta piloto de procesamiento de frutas y hortalizas de la misma universidad, para realizar las caracterizaciones respectivas y diversas pruebas relacionadas con su manejo poscosecha y transformación agroindustrial, tras lo cual se encontraron resultados importantes en su valor agregado (figuras 6 y 7).

Se espera que este trabajo genere diversas expectativas para seguir investigando sobre la búsqueda de alternativas de transformación primaria y secundaria de esta valiosa especie de los recursos fitogenéticos, y que a futuro puede ser parte de un proceso de reconversión productiva agroindustrial para los agroecosistemas de alta montaña andina.

Figuras 4. Campo experimental de cubio en la sede norte de Unisalle



Figura 5. Planta de cubio en pleno crecimiento



Figuras 6. Tubérculos de cubio variedad blanco ojo morado



Figura 7. Derivados de panificación obtenidos de harina de cubio



ALA CONQUISTA DE LA IBIA

La ibia es una especie tuberosa poco conocida y explotada, que se consume principalmente en fresco en mercados locales en el altiplano cundiboyacense. Su cultivo se maneja en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicional, pero es importante para el sustento de algu-

nas poblaciones rurales (4). El proyecto auspiciado por la VRIT: “Caracterización agronómica, fisicoquímica y procesamiento de una variedad colombiana de ibia (*Oxalis tuberosa* Molina) para aprovechar sus beneficios alimentario y antimicrobiano” viene desarrollándose en su fase final (figuras 8 y 9).

Figura 8. Cultivo de ibia en el campus, sede norte Unisalle



Figura 9. Planta mostrando sus tubérculos al momento de cosecha



De los resultados obtenidos hasta la fecha se puede concluir sobre su excelente comportamiento agronómico en campo, toda vez que no necesitó el empleo de plaguicidas, lo cual reduce sustancialmente los costos de producción. Así mismo, la investigación poscosecha mostró una gran acción microbicida y prometedoras aplicaciones de la harina extraída de los tubérculos.

LOS ESTUDIANTES CONOCEN Y APRECIAN NUESTRA BIODIVERSIDAD ANDINA

Las prácticas de campo y de laboratorio a través de pequeños cultivos de especies de la biodiversidad andina forman parte del esquema didáctico-pedagógico de los cursos del área de producción agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Agroecología, Agroecosistemas, Sistemas de Producción Agrícola, Fundamentos de producción). En estos espacios, el contacto directo de los estudiantes con estas especies fortalece el trabajo teórico, facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje (aprender haciendo y enseñar demostrando) y motiva al futuro profesional a encontrar alternativas de agronegocios en la amplia gama de especies de la biodiversidad andina (figuras 10 y 11).

Así mismo, se generan procesos de investigación formativa y oportunidades de trabajo de grado, puesto que, mediante la actividad de campo, los estudiantes conocen las metodologías de estudio, la evaluación de las etapas de crecimiento hasta la cosecha (estudiantes de Agronegocios, Zootecnia, Medicina Veterinaria y Biología). Posteriormente, en las etapas de poscosecha y procesamiento, casi una decena de estudiantes de Ingeniería de Alimentos han realizado sus trabajos de grado en torno a esta temática.

Finalmente, es importante la construcción de un jardín didáctico para estas especies, el cual se puede ir enri-

queciendo con el aporte de estudiantes y profesores con base en la inmensa variedad genética que ellas abarcan. Se dan los créditos a los profesores investigadores que han venido trabajando con las raíces y tubérculos andinos: Santiago Sáenz (Agronegocios); María Patricia Chaparro, Lena Prieto Contreras, Alfredo López Molinello y Germán Castro (Ingeniería de Alimentos) y Laila Bernal Bechara (Zootecnia).

Figura 10. Estudiantes después de una cosecha de yacón



Figura 11. Estudiantes realizando labores en el futuro jardín didáctico de especies de la biodiversidad en la sede norte



PARA CONCLUIR

- El estudio de las especies vegetales de la biodiversidad colombiana toma especial importancia para aportar a la reconversión sustentable de la alta montaña andina.
- La Universidad de La Salle, por sus cuadros investigativos multidisciplinares, está en capacidad de investigar las especies promisorias mediante su adaptación y transformación agroindustrial, con perspectivas de agronegocio de exportación.
- Se ha podido demostrar que las raíces y tubérculos andinos van más allá de su simple consumo en fresco, por sus grandes posibilidades de industrialización.
- Las investigaciones realizadas permiten demostrar las sinergias de la articulación entre investigadores, conformando verdaderos equipos de trabajo en forma holística y con visión de cadena agroindustrial.
- Esta es una gran oportunidad para que los estudiantes de diversas carreras conozcan y aprecien las especies vegetales de la biodiversidad andina.
- Esta es una forma especial de visibilizar la Facultad de Ciencias Agropecuarias en el contexto de desarrollo rural del país, y en especial de la zona andina.

REFERENCIAS

1. Clavijo N, Barón MT, Combariza JA, coordinadoras. Tubérculos andinos: conservación y uso desde una perspectiva agroecológica. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana; 2014.
2. Sáenz S, Chaparro P, Bernal L. Yacón: producción, transformación y beneficios. Bogotá: Ediciones Unisalle; 2016.
3. Ramos MA. El rol de los cultivos marginales en la seguridad alimentaria. La Paz, Bolivia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 2002.
4. Clavijo N, Pérez M. Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. Cuad Desarro Rural. 2014;11(74):149-66. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.taca>

Santiago Sáenz, PhD

Profesor asociado

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Universidad de La Salle

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2341-6688>

ssaenz@unisalle.edu.co