

2019-09-12

El cubio como una alternativa productiva sostenible en condiciones de agricultura urbana de Bogotá

Santiago Sáenz-Torres
Universidad de La Salle, Bogotá, ssaenz@unisalle.edu.co

Alfredo López-Molinello
Universidad de La Salle, Bogotá, alopez@unisalle.edu.co

Lena Prieto-Contreras
prietocontreras@gmail.com

Tulio Rodríguez
tuliodariorodriguez@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/eq>

Citación recomendada

Sáenz-Torres, S., A.López-Molinello, L.Prieto-Contreras, y T.Rodríguez (2019). El cubio como una alternativa productiva sostenible en condiciones de agricultura urbana de Bogotá. *Equidad y Desarrollo*, (34), 121-142. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss34.6>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Equidad y Desarrollo* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

El cubio como una alternativa productiva sostenible en condiciones de agricultura urbana de Bogotá*

Santiago Sáenz-Torres**

Lena Prieto-Contreras****

Alfredo López-Molinello***

Tulio Rodríguez*****

Palabras clave

Colombia, cubio, *Tropaeolum tuberosum*, cultivos andinos, tubérculos y raíces andinas

Clasificación JEL

O13, Q15, Q18, Q01

Resumen

El cubio (*Tropaeolum tuberosum*) es una especie vegetal nativa que representa posibilidades de valor agregado como alternativa de reconversión productiva agroindustrial para pequeños productores en los frágiles ecosistemas de la alta montaña colombiana y de los habitantes urbanos de Bogotá. Como las otras especies de raíces y tubérculos andinos, el cubio es poseedor de una gran riqueza nutricional superior a los productos agrícolas tradicionales. Los resultados indican un buen comportamiento de la especie en condiciones edafoclimáticas adversas, la tolerancia al ataque de plagas y enfermedades y una excelente calidad y productividad

Cómo citar este artículo: Sáenz-Torres, S., López-Molinello, A., Prieto-Contreras, L. y Rodríguez, T. (2019). El cubio como una alternativa productiva sostenible en condiciones de agricultura urbana de Bogotá. *Equidad y Desarrollo*, (34), 121-142. <https://doi.org/10.19052/eq.voll.iss34.6>

Recibido: 30 de enero de 2019. **Aceptado:** 15 de mayo de 2019.

Versión Online First: 11 de septiembre de 2019. **Publicación final:** 15 de octubre de 2019

* Este artículo es producto del proyecto de investigación: “Caracterización agronómica, fisicoquímica, nutricional y procesamiento de una variedad colombiana de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) para aprovechar sus beneficios alimentario, insecticida y microbicida” realizado bajo el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia de la Universidad de La Salle. Como tal recibió apoyo económico para su desarrollo.

** Ingeniero agrónomo. M. Sc., Ph. D. Profesor asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle Colombia, Bogotá. ✉ ssaenz@unisalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2341-6688>

*** Microbiólogo. M. Sc., Profesor asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle Colombia, Bogotá. ✉ alopez@unisalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4270-9790>

**** Ingeniera química. M. Sc., ✉ prietocontreras@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9696-8440>

***** Ingeniero agrónomo. Ingeniero de alimentos. ✉ tuliodariorodriguez@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-1858>



del producto cosechado. Fue mayor la producción con la fertilización orgánica, a diferencia de los tratamientos con fertilizantes químicos convencionales que solo aportan los tres elementos esenciales: nitrógeno, fósforo y potasio. De lo estudiado, se plantean amplias posibilidades de esta especie para ser incluida como alternativa productiva sustentable de bajo costo y amigable con el ambiente.

Mashua (*cubio*) as a Sustainable Production Alternative in Urban Agriculture Settings in Bogotá

Abstract

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) is a native plant species that offers possibilities of added value as an alternative for agroindustrial production reconversion for small producers in the fragile ecosystems of the high Colombian mountain, as well as for the urban inhabitants of Bogotá. Like other Andean roots and tubers, mashua has a great nutritional richness superior to traditional agricultural products. The results indicate good performance of the species in adverse edaphoclimatic conditions, tolerance to attacks by pests and diseases, as well as excellent quality and productivity of the harvested product. Production was greater using organic fertilization, different from conventional chemical fertilizer treatments that only provide three essential elements: nitrogen, phosphorus, and potassium. This study demonstrates the wide possibilities of this species to be included as a sustainable production alternative that is low cost and friendly to the environment.

Keywords

Colombia, mashua (*cubio*), Andean products, Andean tubers and roots

Cubio como alternativa produtiva sustentável em condições de agricultura urbana em Bogotá

Resumo

O *cubio* (*Tropaeolum tuberosum*) é uma espécie vegetal nativa que representa possibilidades de valor agregado como alternativa de reconversão produtiva agroindustrial para pequenos produtores nos frágeis ecossistemas da alta montanha colombiana e dos habitantes urbanos de Bogotá. Como as outras espécies de raízes e tubérculos andinos, o cubio é possuidor de grande riqueza nutricional superior aos produtos agrícolas tradicionais.

Palabras clave

Colômbia, cubios, culturas andinas, tubérculos e raíces andinas

Os resultados indicam bom comportamento da espécie em condições edafo-climáticas adversas, tolerância ao ataque de pragas e doenças e excelente qualidade e produtividade do produto colhido. A produção com a fertilização orgânica foi maior, a diferença dos tratamentos com fertilizantes químicos convencionais que fornecem apenas os três elementos essenciais: nitrogênio, fósforo e potássio. Pelo que foi estudado, existem amplas possibilidades dessa espécie ser incluída como uma alternativa produtiva sustentável, de baixo custo e amiga do meio ambiente.

Introducción

Los agroecosistemas de la región centroandina colombiana denotan cada vez más síntomas de insustentabilidad, sobre todo en la zona de alta montaña. Una agricultura y una ganadería convencionales basadas en el monocultivo y la monocrianza, aunadas a prácticas que dañan el ecosistema, han sido y siguen siendo los factores que motivan este gran desastre. El sector rural del departamento de Cundinamarca se caracteriza por la presencia de pequeños y medianos productores con bajos ingresos familiares y bajo nivel tecnológico y educativo, hecho que muestra una economía típicamente campesina.

En las áreas rurales se realizan diferentes actividades agropecuarias. El paisaje tiene pequeñas parcelas y grandes fincas ganaderas. Papa, arveja y haba, además de carne y leche, son los productos típicos de la región. Estas labores han derivado en la transformación de la flora y la fauna nativas. La desaparición de bosques en favor de cultivos y potreros no es total, pues subsisten parches, manchas dentro del paisaje, que sobreviven en buenas condiciones, conservando gran parte de la biodiversidad original del bosque alto andino y el páramo (Osorio, Uribe y Molina, 2006).

Por otro lado, por diversas causas socioeconómicas, se ha acentuado en los últimos años la migración de pequeños productores y trabajadores campesinos a la ciudad capital, y una vez allí habitan barrios marginales y de estratos inferiores. Muchos son de la tercera edad, pero están dispuestos a realizar algunas actividades para ganarse el sustento diario. La gran mayoría tiene gran conocimiento del campo y en especial del manejo de cultivos. Algunos, con sus costumbres y apego por el campo, tienen pequeños espacios en sus casas para cultivar productos, generalmente hortalizas. Otros, debido al respaldo de entidades locales de desarrollo como

el Distrito Capital, el Jardín Botánico de Bogotá y algunas oenegés, se han asociado y aprovechan los espacios feriales de fin de semana para ofrecer sus productos.

En Colombia, varios tubérculos y raíces andinas como el cubio, la ibia, las rubas y el yacón, entre otras, que han sido fuente de alimentación de los pueblos antepasados, están en peligro de ser extirpadas del territorio a través de la erosión genética. De esta forma se desconoce su inmenso valor en la nutrición humana y animal, aparte de que sus procesos productivos pueden ser realizados a costos muy inferiores a los de los productos tradicionales (papa, maíz y diversos granos y hortalizas), a los cuales las plagas y las enfermedades obligan a un enorme gasto en plaguicidas químicos por parte de los productores y la consecuente contaminación del agroecosistema (suelos, aguas y biodiversidad), incluidos los mismos productores y consumidores.

Una forma especial de aportar a la equidad de las comunidades de bajos recursos de la capital de la república puede ser mediante el empoderamiento técnico en el manejo y la producción de estas especies, que pueden ser consumidas en fresco, con gran valor nutritivo, pero que también pueden transformarse en harinas y otros derivados (mermeladas, dulces, néctares y otros), con sencillos y no costosos procesos de transformación. Solo se requiere voluntad de los decisores políticos para fomentar el consumo y la transformación de estas especies, que a la larga pueden contribuir al desarrollo humano y al mejoramiento de la calidad de vida de una gran masa de habitantes de bajos recursos de la gran ciudad.

Las especies andinas desempeñan un papel importante en la conservación del recurso edáfico, al no necesitar gran movimiento de suelo como los cultivos transitorios tradicionales, causantes de la pérdida cada vez más acentuada del suelo por erosión hídrica. En Colombia, no son muchos los trabajos de investigación realizados con especies de la biodiversidad vegetal andina. Investigadores de solo algunas universidades (Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de Nariño, entre otras pocas) han venido realizando trabajos de este tipo, referidos a caracterización, producción y algunos comportamientos en poscosecha vista al valor agregado por industrialización.

En la Universidad de La Salle se estuvo trabajando desde 2009 con el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y ahora con los cubios (*Tropaeolum tuberosum*) y las ibias (*Oxalis tuberosa*); la primera especie corresponde a una raíz tuberosa o reservante y los segundos son tubérculos. En todas las experiencias investigativas se ha tratado de escalar de lo productivo a la transformación agroindustrial, pues estas

especies tienen un gran potencial para crear valor agregado, principalmente como alimentos funcionales, cuando se dirige la mirada a la agroexportación.

El presente trabajo realizado en el campus norte de la Universidad por el grupo de investigación Agronegocios y Sustentabilidad¹, está relacionado con el aprovechamiento del cubio, tubérculo de gran valor nutricional y de gran consumo en la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia. En la labor de campo se trabajó en monocultivo con la variedad de cubio “blanco ojo morado”, con ocho tratamientos, en los que se incluyeron dos tamaños de semilla, con fertilización convencional y orgánica aplicada a dosis variadas y momentos de aplicación.

Desde el inicio del cultivo y hasta la cosecha se realizó una serie de observaciones fenológicas, así como la detección de posibles plagas y enfermedades a lo largo del ciclo productivo. Así mismo, hubo evaluaciones de cosecha referidas a peso, número de tubérculos por planta y calidad de estos.

De lo observado, se puede concluir que esta especie puede manejarse fácilmente en procesos de agricultura urbana (AU), por no ser exigente en insumos químicos al suelo y la planta, por la reducida remoción del suelo y por su resistencia a condiciones adversas de clima. Es una planta que produce a muy bajo costo y tiene un gran valor nutricional, especialmente para los habitantes de bajos recursos de la ciudad capital.

Marco teórico

Los cultivos andinos revisten enorme importancia para la producción de alimentos de alta calidad nutritiva, obtención de sabores, aromas, perfumes, fármacos, drogas y colorantes vegetales, con potencial de mercadeo y capacidad de proporcionar seguridad alimentaria regional y mundial. Aquí se incluyen sustancias propias de los cultivos andinos y que son de gran potencial. Esto permitirá obtener mayores dividendos que se traducirán en mejora de la salud y de los niveles de vida, contribuyendo al alivio de la pobreza y la seguridad alimentaria en la zona andina (Mujica et al., 2000).

1 Proyecto de investigación avalado por la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia de la Universidad de La Salle, denominado: “Caracterización agronómica, fisicoquímica, nutricional y procesamiento de una variedad colombiana de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) para aprovechar sus beneficios alimentario, insecticida y microbicida”.

Rivera (1995) recomienda para los cultivos andinos desarrollar investigaciones mediante el enfoque de ecosistemas andinos, que incorporen como variables el clima, los suelos, el manejo del agua, etc., y que permitan mejorar el manejo agronómico. También sugiere realizar estudios detallados sobre la comercialización y la búsqueda de mercados. Del mismo modo, recomienda la creación y el desarrollo de redes de información para estos cultivos a escalas nacional y subregional. Entre los tubérculos nativos encontrados en el país, se encuentra el cubio, cuyo cultivo tiene amplia variedad genética y diversidad de nombres en América Latina. En la tabla 1 se observan algunos de sus nombres nativos.

Tabla 1. Nombres comúnmente usados en Suramérica

País	Nombre común
Colombia	Cubio, nabo, hubios, hubias, pane, puel
Perú	Mashwa, miswha, añu
Ecuador	Mashwa
Bolivia	Apilla, isau, isaña, isaño, kayacha, miswha, apiña mama

Fuente: King y Cadima (citados por Clavijo, 2014)

El producto comestible de *Tropaelum tuberosum* es su tubérculo, cuyo nombre común en la meseta cundiboyacense es *cubio*. Se consume principalmente en fresco y se encuentra en mercados locales como ingrediente del plato *cocido boyacense*. El tubérculo de *Tropaelum tuberosum* contiene minerales como hierro, zinc, manganeso y otros; además, cuenta con proteínas, fibra, carbohidratos y alto contenido de vitamina C (Urresta, 2010). Debido a sus características nutricionales y de bajo costo de producción, es una especie con grandes capacidades para transformarse en un producto potencial, con grandes perspectivas de agroexportación, tanto como deshidratado del tubérculo (con igual forma, con colores y sabores similares al producto fresco) o como subproductos industriales (harinas y otros derivados), e incluso como metabolitos secundarios descubiertos a través de la bioprospección.

Si se logra la obtención de uno o varios productos que tengan aceptación y con buena demanda, se puede activar el interés de los productores locales, cuyos ingresos y calidad de vida se han visto mermados con los actuales sistemas productivos agropecuarios de alto costo de producción, la reducida demanda de mercado

y la alta incidencia sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas de montaña, debido a la erosión hídrica facilitada por las prácticas de cultivo y por el uso desmedido de agroquímicos en el suelo y en la zona foliar.

En la actualidad, su cultivo se realiza en Colombia en pequeñas áreas mediante sistemas de producción tradicional, pero es importante para el sustento de algunas poblaciones rurales (Clavijo y Pérez, 2014), como parte de la ingesta de su dieta alimenticia. No obstante, el cubio es un alimento potencial para la disminución de la inseguridad alimentaria por su contenido de vitamina C, hierro, potasio y zinc (Agencia de Noticias UN, 2014). Adicionalmente, este tubérculo tiene un poder antibiótico que no se ha explotado, lo que podría ampliar sus usos o aplicaciones.

El cubio, como cultivo promisorio andino, demanda el rescate de su conocimiento en cuanto a consumo, usos y beneficios para las nuevas generaciones urbanas y rurales en Colombia, puesto que a medida que transcurre el tiempo se han abandonado algunas prácticas tradicionales sobre este cultivo. Este tubérculo ofrece carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, que se convierten en una forma excelente de aporte a la nutrición humana y, por qué no, a la nutrición animal.

El cubio es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada entre los seis y ocho meses de su siembra. Crece en suelos pobres y no requiere el uso de fertilizantes ni pesticidas. Es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos o plagas. Por tanto, su cultura agronómica es fácil para su producción en diferentes ambientes de latitud y de temperatura, obviamente en zonas altoandinas.

“El cubio, como cultivo promisorio andino, demanda el rescate de su conocimiento en cuanto a consumo, usos y beneficios para las nuevas generaciones urbanas y rurales en Colombia, [...] ofrece carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, [...] es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada entre los seis y ocho meses de su siembra. Crece en suelos pobres y no requiere el uso de fertilizantes ni pesticidas. Es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos o plagas”.

Diversos investigadores han realizado comparativos de variedades de esta especie. Figueroa (1997), en la zona altoandina peruana, encontró rendimientos preliminares de 74,48 t/ha a 24,45 t/ha. Con esto se demuestra que en la interpretación conjunta de las características morfológicas asociadas al rendimiento, se ha evidenciado la gran distribución de las semillas de mashua (cubio), no solo en lo local sino también a escala nacional. Suquilanda (2008), por su parte, afirma que desde el punto de vista agronómico la mashua (cubio) es muy rústica porque se cultiva en suelos pobres, sin uso de fertilizantes y pesticidas químico-sintéticos, y aun en estas condiciones su rendimiento puede duplicar el de la papa. La asociación con melloco, oca y papas nativas se explicaría por los principios de control nematocida e insecticida que posee la planta.

Valle (2017), trabajando con una serie de variedades de cubio, encontró que la variedad que presentó la mayor precocidad fue la *amarilla* (169 días), en tanto que la *poza rondador* resultó ser la tardía (282 días). El resto de las accesiones presentaron valores intermedios que variaron entre 203, 222, 238 y 261 días en las accesiones *blanca*, *morada*, *milicia roja* y *verde-amarilla*, respectivamente.

Manrique et al. (2013), con base en el análisis de los datos de caracterización morfológica de 107 accesiones de mashua, pudieron distinguir 91 agrupamientos morfológicos (morfotipos). De los 91 morfotipos, 77 están representados por una sola accesión, mientras que los 14 morfotipos restantes están representados únicamente por dos o tres accesiones. Sin embargo, a partir de los datos de caracterización molecular se sugiere una alta diversidad dentro del cultivo.

Por otra parte, frente a los problemas de alimentación y de nutrición de la población colombiana, diferentes instancias estatales han ocupado su atención en la agenda pública para potenciar la relación entre nutrición y salud, según las directrices de la política de seguridad alimentaria y nutricional en la nación. Por consiguiente, la formulación de los lineamientos sobre esta política se ha propuesto integrar acciones dirigidas a la población específica que procuren la inocuidad, la suficiencia, la accesibilidad a los alimentos y la disminución de la vulnerabilidad alimentaria de la población, con el fin de superar problemáticas nutricionales (Conpes Social 113, 2008).

En el contexto anterior, con esta especie promisoría y con tanto potencial de sus componentes, se procura la recuperación de su aprovechamiento alimentario y nutricional para que la población colombiana, y en especial la de bajos recursos de la gran capital, tenga otra alternativa de alimentación, como aporte a la polí-

tica nacional de seguridad alimentaria y nutricional. Por tanto, es importante la caracterización agronómica del cubio desde su cultivo hasta su transformación en productos de poscosecha.

Pese a la amplia distribución de este cultivo en sus diversas 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 (2002), el cubio es un cultivo que se encuentra en la actualidad en estado de erosión genética, por lo que requiere atención por parte de investigadores y de entidades responsables para su conservación.

Datos y cifras sobre el cubio son escasos por varias razones. 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, el poco a nulo acceso a crédito y la reducida intervención estatal con programas de investigación o transferencia de tecnología. A lo anterior se suma la pérdida del hábito de consumo en las ciudades, por lo que se acentúa la tendencia a estrechar el banco de germoplasma, lo que determina el riesgo de pérdida de las especies (Global Environmental Facility [GEF] et al., 2013).

En Colombia son cuatro los departamentos donde se reconoce la producción de tubérculos andinos, incluido los cubios: Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño (Parra, citado por Clavijo, 2014). En estas zonas son inciertos los datos que avalan el área de los rendimientos reales en cuanto a la producción de cubio; sin embargo, se estima que estos no alcanzan las 17 t/ha. Esto se debe a que la producción suele ser itinerante y estar generalmente en asocio con otras especies de importancia comercial, o en pequeñas superficies de suelo que permitan la producción destinada principalmente al autoconsumo y sus excedentes a la comercialización.

En el centro del país, en el altiplano cundiboyacense, y en específico en los municipios de Samacá, Duitama, Cómbita, Umbita, Ramiriquí, Nuevo Colón, Ventaquemada, Villapinzón, Zipaquirá, Usme, Ciénaga, Toca, Turmequé y Chontá, se encuentra uno de los centros de producción más sobresalientes, que abastece de estos productos a los mercados de Bogotá, Tunja e, incluso, de algunas zonas de la costa atlántica (Clavijo, citado por Clavijo, 2014). En los mercados y tiendas tipo *fruver* se consigue el producto que se vende al menudeo por libras o en empacado en bolsas de una libra (figura 1).

Figura 1. Tubérculos de cubio dispuestos para su venta a granel

130



Fuente: elaboración propia

La misma autora refiere que en Colombia el consumo de cubios se limita a zonas preestablecidas. Como tal, el consumo de este tubérculo se realiza de manera directa, en preparaciones básicamente saladas, con un guiso de tomate y cebolla. En algunas ocasiones, le agregan leche, suero, queso o cuajada. También es frecuente su uso como ingrediente básico de sopas espesas o mazamoras. Para el cultivo del cubio no existen recomendaciones tecnológicas específicas, y a pesar de sus componentes y características terapéuticas, no se le ha aprovechado industrialmente (Rodríguez, 1999).

Según García (1994), el cultivo de cubio requiere un número alto de horas luz por día (12 h/d). Pese a esto, se ha adaptado muy bien a condiciones de menor intensidad lumínica. Además, su crecimiento se favorece con una precipitación promedio anual de 700 a 1600 mm y alta humedad relativa, en una altitud entre los 2400 y los 4300 m s. n. m., y a temperaturas que varían entre 4 y 20 °C.

La asociación del cultivo de cubio con otros cultivos como melloco, oca y papas nativas, se realiza debido a los principios de control nematocida e insecticida que posee la planta. Teniendo en cuenta las posibilidades de integrar esta especie a la dieta nutreica de los habitantes de bajos recursos de Bogotá, es conveniente revisar algunas experiencias investigativas en torno a la AU, que pueden dar pistas para el

planteamiento de estrategias para la difusión del cultivo con esta especie vegetal en pequeños espacios de la gran ciudad.

Para Lara (2008), los procesos de AU que se vienen dando en Bogotá, en su gran mayoría, surgen como iniciativas de familia, porque no se puede hablar exclusivamente de huertas comunitarias, dado que existen diversidad de experiencias familiares que no necesariamente existen en función de las dinámicas de la comunidad, y que pueden permitir la conformación de organizaciones comunitarias que, a su vez, constituyen agrupaciones o redes en las que comparten sus experiencias.

Moreno (2015) refiere que la AU se ha venido integrando a las prácticas de producción de alimentos alrededor del mundo, y Bogotá no ha sido ajena a esta tendencia, ya que es considerada dentro del plan de desarrollo de la ciudad. La AU se ve como una solución a la deficiencia alimentaria vivida en varios países, pero tiene componentes socioeconómicos muy importantes, puesto que para su implementación se necesita una alta interacción social de los miembros de la comunidad, para generar reparación del tejido social, convertirse en una actividad para ocupar el tiempo libre de jóvenes y personas de la tercera edad y contribuir a la recuperación de espacios desperdiciados o mal utilizados.

Barriga y Leal (2011) refieren en su estudio de AU en Bogotá que la mayoría de los productores ciudadanos participantes pertenecen a la tercera edad, y que formar parte del proceso ha significado una razón más de vida y una motivación por la cual luchar. Así lo expresó el 57 % de todo el grupo de agricultores estudiados al preguntarles el significado de su participación en el proyecto. Además, a un grupo importante les permite un reencuentro con su pasado agrícola.

En tal sentido, resulta viable el empleo de sistemas alternativos de producción agrícola como son los cultivos andinos, en tanto son portadores de valor agregado para la alimentación integral de las comunidades de bajos recursos, la reducción de costos de producción por baja utilización de insumos y la recuperación de las raíces culturales de gran cantidad de migrantes de las zonas altoandinas de Cundinamarca y Boyacá.

Metodología

La investigación tuvo como objetivo observar el comportamiento agronómico de una variedad colombiana de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) en condiciones de agricultura urbana en la sabana norte de Bogotá; para ello se evaluó el compor-

tamiento agronómico de la variedad de cubio desde la siembra hasta la cosecha del tubérculo; la respuesta del cubio a la fertilización orgánica, en comparación con la fertilización química convencional, y la producción y calidad del producto cosechado.

El estudio de campo fue realizado en el campus de la Universidad de La Salle, sede norte. Para la siembra fue necesario la obtención de semilla de buena calidad del biotipo blanco. Fue necesario colocar los tubérculos semilla en cajas plásticas con algo de humedad y en lugar oscuro para facilitar su proceso de prebrotamiento antes de su siembra. Posteriormente, los tubérculos fueron sembrados en surcos en el terreno previamente preparado. Para esta actividad se adecuó un lote de terreno de 8×13 m (figura 2).

Figura 2. Terreno asignado a la siembra de cubio



Fuente: elaboración propia

El diseño experimental consideró cuatro tratamientos según el tipo de fertilización utilizada, sembrando dos tipos de semilla (tubérculos) por tamaño: mediano y pequeño. En la tabla 2 se consignan los tratamientos por cinco repeticiones en el terreno asignado, así como algunas indicaciones referidas a la fertilización.

Los tratamientos asignados buscaron su influencia en el uso de cuatro tipos de fertilización y dos tamaños de semilla utilizados. Cada parcela: 4 m de largo por

Tabla 2. Descripción del ensayo pre cosecha de cubio, distribución de tratamientos

Tratamientos	Tamaños de tubérculo semilla	Tipo de fertilizaciones	Observaciones
1.1	Mediano	Sin fertilización	No se le adicionó ningún tipo de fertilización (tratamiento testigo)
1.2	Pequeño		
2.1	Mediano	Con fertilización convencional	Adición de fertilización convencional, según análisis de suelo
2.2	Pequeño		
3.1	Mediano	Fertilización convencional + orgánica	Fraccionamiento de la fertilización según requerimiento del cultivo de manera mixta
3.2	Pequeño		
4.1	Mediano	Fertilización orgánica	Completamente orgánica (compost)
	Pequeño		

Fuente: elaboración propia

2,9 m de ancho, con una distribución de 3 caballones por parcela a una distancia entre plantas de 0,5 m y entre surcos de 1,08 m (figura 3). Para la labor de siembra, la distancia entre plantas (dp) de 0,50 m y la distancia entre surcos (ds) de 0,83 m y espaciamento entre estos fue 0,25 m. La anterior distribución presentó un total de 3 surcos por cada unidad experimental (UE), con un total de 24 tubérculos semillas. Se requirió un total de 192 tubérculos semilla en el área sembrada, el cual se dividió en partes iguales en tamaño mediano y pequeño.

El tamaño de las semillas de cubio se determinó por su peso después de su prebrotamiento, tras lo cual se encontraron los siguientes rangos de peso:

- Semilla pequeña entre 15 y 30 g.
- Semilla mediana entre 30 y 45 g.

Para la fertilización se estableció un programa que se presenta en la tabla 3, en el cual, de acuerdo con los tratamientos fijados, se aplicaron:

- Fertilizante convencional 15-15-15.
- Urea agrícola 45 % N.
- Abono compostado o preparado en la zona destinada para ese fin en la sede norte de la Universidad de La Salle.

Figura 3. Terreno adecuado para la siembra



Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Programa de fertilización para el cultivo de cubio

Número de fertilización	Fecha tentativa	fuente	kg/parcela							
			1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2
1	22/02/2016	15-15-15	0	0	1	1	0,5	0,5	0	0
	22/02/2016	compost	0	0			6	6	11	11
2	29/04/2016	15-15-15	0	0	1	1	0,5	0,5	0	0
	29/04/2016	compost	0	0			6	6	11	11
3	03/06/2016	15-15-15	0	0	1	1	0,5	0,5	0	0
	03/06/2016	compost	0	0			6	6	11	11
	03/06/2016	urea orgánica	0	0			300 cc/m ²	300 cc/m ²	500 cc/m ²	500 cc/m ²

Fuente: elaboración propia

Para los dos tratamientos de fertilización, se marcó un cierto número de plantas para hacer el seguimiento fenológico. Desde la emergencia de las primeras plántulas se fue registrando altura y número de hojas de forma periódica. Así mismo, apariencia visual, signos de plagas y enfermedades, emisión de ramas secundarias, floración y desarrollo de tubérculos, hasta cosecha. Se evaluaron, además, rendimientos unitarios. Se contó con la colaboración de estudiantes tesistas del programa de Ingeniería de Alimentos (figura 4).

En la fase de senescencia (que es un indicador para la realización de la labor de cosecha) se retiró la parte aérea de la planta de cubio de manera manual, y se procedió a remover el suelo entre caballones con el uso de un azadón, manualmente, para desenterrar la planta y así poder obtener los tubérculos sin afectarlos por el uso de la herramienta.

Se procedió a clasificarlos en canastas de plástico y numerarlos de acuerdo con el tratamiento asignado. Se contó el número de tubérculos por cada repetición demarcada dentro del tratamiento y su peso por planta, se empacó en fibras o sacos de plástico y se llevó a la planta de procesamiento de frutas y hortalizas de la Universidad de La Salle, haciendo uso de carros transportadores. Estos fueron depositados en canastillas plásticas y después adecuados para su traslado a la planta piloto de frutas y hortalizas de Ingeniería de Alimentos (sede norte), para su manejo y procesamiento poscosecha (segunda parte del proyecto).

Figura 4. Trabajo de campo con apoyo de estudiantes tesistas



Fuente: elaboración propia

Resultados

136

La ubicación del trabajo de campo sobre esta especie andina, prácticamente dentro del corazón de la zona norte de Bogotá, con un buen desempeño agronómico, excelente producción y reducido costo de producción, demuestra su potencial de desarrollo para introducirlo en sistemas de AU de la gran capital. De las observaciones registradas se pudo determinar que las plantas de cultivo de cubio no manifestaron síntomas de enfermedades foliares y tampoco ataque por insectos. Solo algunos ejemplares de “chizas” o larvas de coleópteros fueron encontrados causando algún daño en el suelo en la primera fase de crecimiento.

Durante todo el periodo vegetativo del cultivo se realizó monitoreo constante, mediante inspección visual. Con esto se encontró reducida presencia de las especies de insectos: *Agrotis* sp. (gusano negro trozador), *Copitarsia turbata* (gusano trozador) y *Cyclocephala* sp. (chiza o gallina ciega). Las primeras no sobrepasaron el umbral económico de afectación, a excepción de la chiza, ya que este coleóptero es una plaga endémica de la zona; para el control de esta se realizó un volteo profundo del suelo durante la preparación de terreno, y una vez establecido el cultivo se hizo uso de hojas de tabaco remojadas en solución de *Bacillus thuringiensis* y colocadas alrededor de la plántula durante las primeras fases vegetativas. No hubo necesidad de aplicar insecticidas químicos de síntesis.

Con respecto a los factores climáticos, las observaciones registradas indican una gran resistencia del aparato foliar a eventuales granizadas y lluvias intensas, así como la tolerancia al estrés hídrico por escasez de lluvia/riego en diversas fases del cultivo. En la figura 5 puede apreciarse la lozanía de las hojas y su vigoroso crecimiento. Esto contrastó significativamente con los otros cultivos del campus como papa, maíz, arveja y avena forrajera, en los que se manifestaron síntomas de diversas enfermedades y ataque de insectos comedores de hoja y picadores-chupadores.

Con respecto a las labores culturales, el cubio por su alta capacidad de tuberización requirió dos aporques, llevando suelo desde las calles hacia encima de los caballones, alrededor de las plantas, apretando bien el suelo para que este no se afectara por efecto del riego o lluvia mientras aumentaba la biomasa de las plantas. De manera simultánea se realizaba control permanente de arvenses, en especial de especies de hoja ancha, como malva (*Malva* sp.) y bledo (*Amaranthus* sp.), que competían por espacio y luz durante las primeras fases de crecimiento (periodo crítico de competencia).

Figura 5. Planta de cubio en pleno crecimiento



137

Fuente: elaboración propia

Un punto importante por resaltar de este cultivo se relaciona con la cobertura del suelo, ya que por su porte semirrastrero cubre rápidamente espacios de suelo desnudos, protegiendo contra la acción erosiva del agua lluvia. Tampoco requiere gran movimiento de suelo como lo que se hace con el cultivo de papa al realizar el aporque.

En la fase final del cultivo (senescencia), manifestada por amarillamiento y necrosis de hojas, se procedió a retirar la masa foliar de las plantas de manera manual, para luego obtener los tubérculos mediante la remoción cuidadosa del suelo para no causar heridas con la herramienta. Se procedió a clasificarlos en canastas de plástico y numerarlos según el tratamiento evaluado. Se contó el número de tubérculos por cada repetición demarcada dentro del tratamiento y su peso por planta; se empacó

“Los mejores resultados en producción se dieron cuando el cultivo de cubios recibió fertilización orgánica completa, a diferencia de los tratamientos con fertilizantes químicos que solo aportan uno y hasta tres elementos minerales”.

en fibras o sacos de plástico y se llevó a la planta procesamiento de frutas y hortalizas de la Universidad de La Salle.

138

Los mejores resultados en producción se dieron cuando el cultivo de cubios recibió fertilización orgánica completa, a diferencia de los tratamientos con fertilizantes químicos que solo aportan uno y hasta tres elementos minerales. Así mismo, el mayor porcentaje de tubérculos fueron de primera calidad. No se apreció daño significativo de larvas de insectos (chizas y otros) ni pudriciones de estos. Sí fue notoria la presencia de tubérculos “verdeados”, los cuales se formaron en el cuello de la planta y estuvieron expuestos a la luz del sol, por eso la presencia de cloroplastos en sus tejidos superficiales (figuras 6 y 7).

Adicionalmente al estudio de campo realizado, se hizo socialización de la experiencia con habitantes de la zona y estudiantes de la Universidad, con la intención de mostrar la importancia del manejo y la conservación de la biodiversidad andina y en especial de esta especie, que puede ser una buena alternativa para su producción en condiciones de agricultura urbana y periurbana (figura 8).

Figura 6. Bandeja con tubérculos recién cosechados



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Manojos de tubérculos de una planta recién extraída



139

Fuente: elaboración propia

Figura 8. Socialización de la experiencia con estudiantes y habitantes del sector



Fuente: elaboración propia

Conclusiones y recomendaciones

140

Se evidencia en el cubio una alternativa que puede contribuir a la sustentabilidad agroecológica de los agroecosistemas: la cobertura del suelo con su aparato foliar; el mínimo laboreo del suelo en la preparación y conducción del cultivo y el no requerimiento de plaguicidas químicos durante el cultivo.

Su fácil adaptación al sistema de producción de agricultura urbana y periurbana, sin el riesgo de contaminación por la no utilización de agroquímicos, la sencillez de las labores agronómicas utilizando un simple azadón, la resiliencia frente a las variabilidades climáticas y el reducido costo de producción, hacen de este cultivo una buena alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria de los habitantes de escasos recursos de la gran capital e, incluso, aportar al enriquecimiento de la gastronomía bogotana.

El cubio es una planta no tan exigente en nutrientes como la papa, y responde muy bien a la aplicación de abonos orgánicos en un programa de fertilización. Estos abonos son muy fáciles de obtener, mediante el proceso de compostaje de gran variedad de desechos orgánicos vegetales de los hogares.

Por su contenido de carbohidratos, proteínas y minerales, aunado a su facilidad de cultivo, puede ser una alternativa para la alimentación del poblador rural y obviamente en las grandes ciudades como Bogotá, puede ser integrado con facilidad a los acelerados procesos de AU que se vienen dando, siempre y cuando se acompañe de políticas públicas para incentivar el consumo fresco para las dietas nutritivas y el aporte de la agroindustria, para lograr su transformación por valor agregado, tanto en productos primarios como mermeladas, mieles, harinas, panes, galletas y tortas como también en la posibilidad de extracción de importantes metabolitos a través de un exhaustivo trabajo de bioprospección.

Una segunda etapa viene a continuación de este trabajo, dirigida a investigar la posible utilización de extractos de hojas de cubio para el control de insectos dañinos en algunos cultivos, y como uso microbicida en las plantas de elaboración de alimentos y, por qué no, en los miles de hogares de la capital.

Una recomendación especial va en el sentido de realizar investigación para ubicar posibles nichos de mercado en el exterior para el posicionamiento de derivados agroindustriales de esta especie, no solo en el ámbito nutricional de los alimentos funcionales, sino también en productos industriales que se podrían elaborar con la materia prima: desinfectantes, plaguicidas orgánicos, licores, empaques industriales, etc.

Así mismo, sería recomendable que la industria de alimentos balanceados para animales pueda abordar la investigación para utilización de la materia prima de esta planta en las dietas alimenticias de una gran variedad de especies animales.

Referencias

- Agencia de Noticias UN. (2014). Cubio, ibia y ruba, tubérculos marginados en lista de la FAO. Recuperado de <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/ndetalle/pag/2/article/cubio-ibia-y-ruba-tuberculos-marginados-en-lista-de-la-fao.html>
- Barriga, L. y Leal, D. (2011). *Agricultura urbana en Bogotá. Una evaluación externa participativa*. Bogotá: Universidad del Rosario. Recuperado de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2880/53067834-2012.pdf?sequence=1>
- Clavijo, N. (Ed.) (2014). *Tubérculos andinos: conservación y uso desde una perspectiva agroecológica*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Clavijo, N. y Pérez, M. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 149-166. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.taca>
- Conpes Social 113. (2008). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN)*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/POL%C3%8DTICA%20NACIONAL%20DE%20SEGURIDAD%20ALIMENTARIA%20Y%20NUTRICIONAL.pdf>
- Figueroa, C. (1997). *Caracterización morfológica y evaluación agronómica preliminar de 37 de entradas de mashua (Tropaeolum tuberosum R. & P.) del banco de germoplasma de la UNALM y una especie silvestre* (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1787?show=full>
- García, J. (1994). *Respuesta a la fertilización completa de dos variedades de nabo (Tropaeolum tuberosum) en el municipio de arcabuco Boyacá* (tesis de grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja, Colombia.
- Global Environmental Facility, Banco de Desarrollo de América Latina, Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, Fondo Biocomercio y Corporación PBA. (2013). *Análisis sectorial: arracacha y tubérculos andinos en Colombia 2012-2013*. Recuperado de <http://biocomercioandino.org/wp-content/uploads/2014/10/2.ANALISIS-SECTORIAL-ARRACACHA.pdf>
- Lara, A. (2008). *Agricultura urbana en Bogotá: implicaciones en la construcción de una ciudad sustentable* (tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Recuperado de: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/politica/tesis125.pdf>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O. et al. (2013). *Tropaeolum tuberosum Ruíz & Pav.: colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Moreno, D. (2015). *Diseño de un modelo agroempresarial para el programa de agricul-*

tura urbana en la localidad de Engativá en la ciudad de Bogotá (tesis de maestría). Universidad de La Salle, Bogotá.

Mujica, S., Jacobsen, S., Izquierdo, J. y Roca, W. (2000). *Potencialidades de los cultivos andinos menos estudiados para su adecuado aprovechamiento mediante la biotecnología*. Recuperado de <http://infoagro.net/shared/docs/a5/cproandinos2.PDF>

Osorio, J., Uribe E. y Molina, L. (2006). *Cerros, humedales y áreas rurales*. Recuperado de <http://www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/cerros/areas.htm>

Ramos, M. (2002). *El rol de los cultivos marginales en la seguridad alimentaria*. La Paz, Bolivia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Rivera, R. (1995). *Cultivos andinos en el Perú: investigaciones y perspectivas de su desarrollo*. Lima: Minerva.

Rodríguez, G. (1999). *Identificación de posibilidades de acondicionamiento y transformación de raíces y tubérculos autóctonos: arracacha (Arracacia xanthorrhiza), ñame*

(Discorea Sp.), ulluco (Ullucus tuberosus), ibia (Oxalis tuberosa) y cubio (Tropaeolum tuberosum). Recuperado de http://digitool.gsl.com.mx:1801/view/action/singleViewer.do?dvs=1453820595046~47&locale=es_ES&-VIEWER_URL=/view/action/singleViewer.do?&DELIVERY_RULE_ID=10&frameId=1&usePid1=true&usePid2=true

Suquilanda, M. (2008). *Producción orgánica de cultivos andinos. Manual técnico*. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

Urresta, B. (2010). *Evaluación del valor nutricional de la harina de mashua (Tropaeolum tuberosum) en dietas para pollos de engorde*. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2062/1/CD-2866.pdf>

Valle, M. (2017). *Caracterización morfológica y fenología en variedades de Tropaeolum tuberosum (mashua) de interés medicinal* (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26125/1/Tesis-164%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20495.pdf>