

ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA EN LA REGIÓN ANDINA CENTRAL COLOMBIANA

Paola Guerrero¹ 

Alejandro Hurtado-Salazar² 

Nelson Ceballos-Aguirre^{2, 3} 

Recibido el 18 de octubre de 2016, aceptado el 29 de abril de 2017, actualizado el 21 de diciembre de 2017

DOI: 10.17151/luaz.2018.46.10

RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) al ser un cultivo de rápido retorno económico, con altos valores nutritivos y apetecido comercialmente, viene despertando el interés de los productores, pero todavía falta información sobre los costos de producción y su rentabilidad en los mercados nacionales, impidiendo una expansión del cultivo. El objetivo de este estudio fue estimar los costos de producción y rentabilidad de cuatro variedades de quinua en la región del eje cafetero, para el mercado agroindustrial, con el fin de dar un respaldo técnico en la toma de decisiones. El estudio se llevó a cabo en la Granja Tesorito, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada en el municipio de Manizales (Colombia). Las cuatro variedades fueron: Dorada de Bolivia, Amarilla de Marangani, Blanca dulce Soracá y Aurora dulce Nariño. El diseño experimental fue en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Fue evaluado el rendimiento (t ha⁻¹), estimados los costos de producción y calculados los indicadores económicos: relación beneficio costo (RB/C) y un análisis de sensibilidad. Por el modelo de análisis adoptado se puede inferir que las variedades Amarilla de Marangani, Blanca dulce Soracá y Dorada de Bolivia presentaron una alta relación beneficio costo con 1,99, 1,59 y 2,34 respectivamente; así, el cultivo de quinua es una actividad rentable, siendo considerada una buena alternativa para cultivo en la región.

PALABRAS CLAVE: Rentabilidad, productividad, *Chenopodium quinoa* Willd.

TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY OF FOUR VARIETIES OF QUINUA IN THE COLOMBIAN CENTRAL ANDEAN REGION

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), being a fast economic turnaround crop with high nutritional values and which is commercially desired, has been attracting the interest of producers, but information on production costs and profitability in national markets is still lacking, preventing the expansion of the cultivation. The aim of this study was to estimate the costs of production and profitability of four varieties of quinoa in the coffee triangle region for the agribusiness market in order to give technical support in decision-making. The study was conducted in the Tesorito Farm, owned

by Universidad de Caldas, located in the municipality of Manizales (Colombia). The four varieties of quinoa selected were: golden quinoa from Bolivia, yellow quinoa crop Marangani, white sweet quinoa from Soracá and sweet Aurora quinoa from Nariño. The experimental design was completely randomized (BCA) with four replications. The yield (t ha⁻¹), estimated production costs were evaluated and the economic indicator cost benefit (RB/C) were calculated, and a sensitivity analysis was carried out. Based on the analysis model adopted, it can be inferred that the yellow quinoa crop Marangani, the white sweet quinoa from Soracá and the golden quinoa from Bolivia had a high cost-benefit relationship with 1.99, 1.59 and 2.34 respectively; thus, the cultivation of quinoa is a profitable activity, being considered a good alternative for the region.

KEY WORDS: Profitability, productivity, *Chenopodium quinoa* Willd.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un excelente ejemplo de "alimento funcional", por el aporte de minerales, vitaminas (calcio, fósforo, hierro y vitamina C), ácidos grasos (linoleato con 55-66%) y antioxidantes (α - y γ -tocopherol) que pueden hacer una gran contribución a la nutrición humana (Kumpun et al., 2011). Igualmente contiene fitohormonas, que ofrecen una ventaja sobre otros alimentos vegetales para la nutrición humana (Vega-Gálvez et al., 2010). Actualmente es considerada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2010), como uno de los cultivos promisorios de la humanidad tanto por sus propiedades benéficas como múltiples usos, constituyéndose en uno de los principales alimentos del hombre andino (Montoya et al., 2005). Sumado a esto, la planta tiene la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones climáticas, alta resistencia a factores abióticos y diversidad genética, siendo muy apetecida en los mercados internacionales (Zurita-Silva et al., 2014). El principal productor mundial de quinua es Bolivia con el 46%, seguido por Perú con 42% y EE.UU. con 6,3% (Medrano y Torrico, 2009). Colombia no figura entre los principales países productores, sin embargo, presenta un gran potencial de cultivo en el que se reportan algunas zonas de producción, principalmente Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño (Montoya et al., 2005).

A pesar de su claro potencial para nutrir el mundo, ha sido poco estudiada, considerándose un cultivo descuidado por el poco apoyo de sectores públicos y privados (Ruiz et al., 2014). De acuerdo con Rosero et al. (2010), tradicionalmente la agricultura colombiana es una industria básica del país, que no garantiza una producción sostenible, especialmente en la población de la región andina. La razón de esto es la dependencia de la importación de cereales. La quinua tiene un gran potencial para la producción y seguridad alimentaria (Bhargava et al., 2006). Su estatus como un cultivo indígena lo caracteriza como fácil de producir en la región andina, por su adaptabilidad a diferentes ambientes agro-climáticos, lo cual es una ventaja agronómica sobre cualquier cultivo introducido (Del Castillo et al., 2007). El objetivo de este estudio fue estimar los costos de producción y rentabilidad del cultivo de quinua en la región del eje cafetero colombiano, para el mercado

agroindustrial con el fin de dar un respaldo técnico en la toma de decisiones para los interesados en promover este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja Tesorito, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada en el municipio de Manizales, departamento de Caldas (Colombia), localizada a una altura de 2340 msnm, con una temperatura media anual de 17,5°C, humedad relativa del 78%, precipitación anual de 2000 mm, brillo solar al año de 1473 horas (Anuario meteorológico cafetero 2012, 2013) y suelos andisoles, derivados de cenizas volcánicas y textura franco-arenosa, rico en materia orgánica.

Se evaluaron cuatro variedades en 2014, repitiendo dos veces el cultivo en el mismo año agrícola como alternativa de rotación de cultivos: Dorada de Bolivia-DB, Amarilla de Marangani-AM, Blanca dulce Soracá-BS y Aurora dulce Nariño-AN, todas provenientes del departamento de Boyacá (Colombia). El lote experimental para el estudio fue de 20 m x 21,6 m para un total de 432 m² efectivos, en el que se dispuso un diseño de bloques completos al azar (BCA), con cuatro bloques (repeticiones) de 108 m² cada uno, incluyendo el efecto de bordes. En cada bloque se establecieron las cuatro variedades a evaluar a una distancia de 0,6 m entre surcos y 17 plantas por metro lineal. La unidad experimental efectiva fue de 24 m².

La nutrición del cultivo se llevó a cabo con los resultados del análisis de suelo y extracción del cultivo, de la siguiente forma: primera fertilización fue a la siembra con la fuente 10-20-20 a razón de 100 kg ha⁻¹ y a los 30 días después de la siembra se incorporó nitrógeno a partir de una fuente 46-0-0 a razón de 100 kg ha⁻¹. Posterior a la siembra se realizó una inoculación con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* razón de 8g l⁻¹ (P.C). Se realizaron dos desyerbas manuales con un intervalo de 45 días cada una durante el ciclo del cultivo. Para el manejo integrado del cultivo se siguieron las recomendaciones técnicas de Flores et al. (2010).

Para cada una de las labores agronómicas fueron registradas y evaluadas su eficiencia. Igualmente se tomó el valor del arrendamiento del terreno para el ciclo productivo, así mismo se tuvo en cuenta el valor del almacenamiento, secado de grano y trilla. Todos los valores en el cálculo del costo de producción se cotizaron en Manizales, en el cuarto trimestre de 2014. El precio de venta del producto se basa en la cantidad promedio que se pagó por kilogramo en las industrias de la región durante 2012, 2013 y 2014.

Para la definición de los costos de producción, se trabajó con el concepto de costo operacional (Hoffmann et al., 1987), que incluye todos los costos de producción, sin tener en cuenta los intereses del capital invertido. Así, fue posible conseguir los costos de producción y los flujos de efectivo y así estimar la rentabilidad del cultivo con el objetivo del mercado industrial local.

Caracterización de los costos de producción

Se llevaron registros en una hoja de cálculo de costos similar al modelo adoptado por la Corporación Colombia Internacional - CCI (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuarios-SIPSA, 2014), según lo publicado para los principales cultivos colombianos. Se calcularon todos los valores en dólares americanos por hectárea (USD\$ ha⁻¹), tomando como referencia la región del eje cafetero.

En las estimaciones de los costos de producción, el mismo nivel tecnológico se consideró, manteniendo la proporcionalidad de horas pasadas con el trabajo manual y la cantidad de insumos. Los coeficientes técnicos (horas hombre-día y la cantidad de insumos) se basaron con las eficiencias de los trabajadores de la Granja Tesorito. Los costos se dividen en tres partes de la siguiente manera:

Operaciones manuales: se consideró el valor promedio de USD\$ 11,68 por día de servicio (hombre-día), equivalente a la remuneración pagada a los trabajadores rurales en la región, sin incluir las contribuciones a la seguridad social, ya que, en general, la actividad es realizada por mano de obra familiar o contratada en temporadas específicas.

Insumos: se adoptó el precio medio entre los principales distribuidores en la región.

Costos administrativos: fueron estimados los gastos de viaje hasta la industria para la comercialización, asistencia técnica (2% de los ingresos brutos) y teléfono, entre otros. Para calcular el costo de oportunidad de la tierra, se consideró el valor del alquiler de la tierra en la región, que es de aproximadamente de USD\$ 528,08 ha año⁻¹. No fueron computados los costos del flete una vez que este costo es variable y puede ser negociado con las industrias locales.

Flujo de caja de la inversión

Después de ser definidos los costos de producción (Tabla 1), se elaboraron flujos de caja, considerando una inversión de seis meses. Los valores se expresan en dólares americanos por hectárea en el tiempo de la inversión.

Para analizar la rentabilidad del cultivo, se calcularon los siguientes indicadores financieros: relación beneficio/costo y un análisis de sensibilidad.

Se evaluó el rendimiento toneladas por hectárea (t ha⁻¹). Los datos obtenidos fueron evaluados mediante análisis de varianza usando el programa estadístico SAS (SAS Inst. Inc. Cary, NC), adicionalmente se realizaron pruebas de promedios comparativos por medio del test de Duncan a nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimativa de los costos de producción

Los costos de producción para una hectárea para cada una de las variedades evaluadas son analizados a continuación. El mayor peso en los costos de producción en las cuatro variedades es la mano de obra oscilando entre 77,56% y 78,26% del 100% de los costos totales. De la mano de obra, las labores culturales son las que tienen mayor participación debido a las condiciones de pendiente del terreno ($\geq 5\%$) presente en la zona (Obando et al., 2006), haciendo que cada una de las labores se realicen de forma manual como lo es el desyerbe, aporque, camellones, fertilización después de la siembra, aplicación de defensivos.

Variedad	Concepto	Unidad	Cantidad	V/R Unitario (Dólar USD\$)	V/R Total (Dólar USD\$)	% Participación
Amarilla de Insumos						
Marangani-AM	Semilla (material y servicios)	Kilogramos	1	\$77,39	\$77,39	1,1%
	Fertilizante (10-20-20), herbicida, fungicida	Varios	3	\$307,30	\$921,91	13,12%
	Arrendamiento y asistencia técnica	Hectárea	1	\$528,08	\$528,08	7,52%
Mano de obra						
	Preparación del terreno	Jornales	82,9	\$11,68	\$968,36	13,78%
	Siembra y fertilización	Jornales	107,0	\$11,68	\$1.249,87	17,79%
	Labores culturales	Jornales	162,8	\$11,68	\$1.901,67	27,07%
	Cosecha y trilla	Jornales	57,8	\$11,68	\$675,16	9,61%
	Procesamiento y almacenamiento	Jornales	60,2	\$11,68	\$703,20	10,01%
TOTAL					\$7025,64	100%

Dorada de		Insumos					
Bolivia-DB	Semilla (material y servicios)	Kilogramos	1	\$77,39	\$77,39	1,09%	
	Fertilizante herbicida, fungicida (10-20-20),	Varios	3	\$326,77	\$980,32	13,87%	
	Arrendamiento asistencia técnica	Hectárea	1	\$528,08	\$528,08	7,47%	
Mano de obra							
	Preparación del terreno	Jornales	82,9	\$11,68	\$968,36	13,7%	
	Siembra y fertilización	Jornales	107,1	\$11,68	\$1.251,04	17,7%	
	Labores culturales	Jornales	162,8	\$11,68	\$1.901,67	26,91%	
	Cosecha y trilla	Jornales	53,7	\$11,68	\$627,27	8,88%	
	Procesamiento y almacenamiento	Jornales	62,8	\$11,68	\$733,57	10,38%	
TOTAL					\$7067,69	100%	
Blanca dulce		Insumos					
Soracá-BS	Semilla (material y servicios)	Kilogramos	1	\$77,39	\$77,39	1,09%	
	Fertilizante herbicida, fungicida (10-20-20),	Varios	3	\$323,53	\$970,58	13,73%	
	Arrendamiento asistencia técnica	Hectárea	1	\$528,08	\$528,08	7,47%	
Mano de obra							
	Preparación del terreno	Jornales	82,9	\$11,68	\$968,36	13,7%	
	Siembra y fertilización	Jornales	107,1	\$11,68	\$1.251,04	17,69%	

para algunas zonas marginales de la región andina, que tiene un sistema de tierras basado en pequeñas explotaciones, con el apoyo de los familiares.

El tercer componente con mayor peso en los costos de producción son los insumos como los fertilizantes, fungicidas, insecticidas y herbicidas oscilando entre 12,32% y 13,87% de los costos totales para cada una de las variedades evaluadas. En general, los insumos están participando entre 21,74% y 26,46% del 100% de los costos de producción (Tabla 1).

Por último, el costo de menor peso en el proceso de producción son los costos administrativos como arrendamiento, asistencia técnica, con participación entre 7,08% y 7,52% de los costos totales.

Viabilidad económica de la inversión

El flujo de caja para la inversión en una hectárea fue calculado con valores en dólares americanos (USD\$) durante el ciclo productivo que fue de seis meses. El rendimiento de las variedades Dorada de Bolivia-DB, Amarilla de Marangani-AM, Blanca dulce Soracá-BS están por encima de lo reportado por Garrido *et al.* (2013), donde evaluó el rendimiento de nueve genotipos de quinua de diferentes procedencias en cuatro condiciones de disponibilidad hídrica, en media con 1400 kg ha⁻¹, con los cuales se recuperan la inversión (Tabla 2).

En un estudio de Zurita-Silva *et al.* (2014), a partir de variedades mejoradas como la Blanca y Amarilla de Marangani obtuvieron entre 2,5 y 3 toneladas por hectárea. En un programa de mejoramiento en Marruecos trabajaron con las 20 mejores selecciones de quinua cultivadas bajo las condiciones de Rabat. El rendimiento varió desde 1,2 t ha⁻¹ en el cultivar de tierras bajas 'BAER II' de Chile a 3,2 t ha⁻¹ en la variedad del altiplano 'ILLPA-INIA' de Puno Perú. El rendimiento promedio fue de 2,346 t ha⁻¹, que fue marcadamente superior al rendimiento promedio de 1,4 t ha⁻¹ medido anteriormente en el sitio de Khénifra (Benhabib *et al.*, 2014). En estudios realizados en Nariño (Colombia) por Delgado *et al.* (2009), los rendimientos variaron de 1,8 a 2,4 t ha⁻¹. Posiblemente esa variación en los rendimientos esté estrechamente relacionada con la fertilidad de los suelos, uso de fertilizantes de síntesis química, épocas de siembra, variedades, manejo integrado de plagas, presencia de heladas y granizadas.

Variedad	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Amarilla de Marangani-AM	3,20ab
Blanca dulce Soracá-BS	2,56b
Dorada de Bolivia-DB	3,78a
Aurora dulce Nariño-AN	0,795c

Tabla 2. Rendimiento en toneladas por hectárea de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en Manizales, Caldas.

La madurez fisiológica de las cuatro variedades se obtuvo a los 120 días y la cosecha varió desde los 120 y 150 días, presentándose un escalonamiento en la producción del grano posiblemente a una alta humedad ambiental (78%). De acuerdo con Delgado *et al.* (2009), se clasifican como

materiales precoces (<130 d), semiprecoces (130 – 150 d), semitardíos (150-180 d) y tardíos (>180), por lo tanto, las cuatro variedades tuvieron un comportamiento de materiales precoces. El ciclo productivo del cultivo de la quinua en la zona de estudio se acortó a lo reportado en otras regiones de Colombia obteniéndose la primera y última cosecha a los cuatro y seis meses respectivamente. Puede tenerse escalonamiento en la producción, ya que su panoja no madura uniformemente en cada una de las cuatro variedades.

El costo de producción estimado de un kilo para las variedades Dorada de Bolivia-DB, Amarilla de Marangani-AM, Blanca dulce Soracá-BS y Aurora dulce Nariño-AN fueron de USD\$1,87; USD\$2,20; USD\$2,76 y USD\$9,38, respectivamente (Tabla 4). La variedad Aurora dulce Nariño presenta un alto valor por kilogramo debido al mal almacenamiento de panojas en procesos poscosecha, lo que genera mayor costo y bajos ingresos debido a la pérdida de granos (Tabla 2). Con el precio medio pagado por la industria de USD\$4,38 el negocio es rentable para tres de las cuatro variedades evaluadas. Sin embargo, cuanto mayor sea el área, mayor es la optimización de los recursos, como lo es la optimización de los costos administrativos y la posibilidad de la reducción en el precio de los insumos, lo que resulta en un menor costo de producción. Según Montoya *et al.* (2005), quienes producen, transforman y comercializan la quinua obtienen una baja ganancia económica por la ausencia de una cadena productiva que les permita coordinar sus actividades y disminuir costos. Una de las posibles estrategias para mejorar la competitividad de este renglón sería la vinculación de la quinua dentro del programa de cadenas productivas, que permite reducir los costos y así mejorar la rentabilidad.

Las saponinas son los principales compuestos anti-nutricionales de la quinua y cuando están presentes en los tegumentos de aquenios maduros, confieren amargura pudiendo variar de 0,2 g kg⁻¹ en genotipos dulces a 11,3 g kg⁻¹ en los genotipos amargos (Zurita *et al.*, 2014). Ya comercialmente en la región es más aceptado por los mercados los granos de quinua con bajo contenido de saponinas, como es el caso de la variedad Blanca dulce de Soracá-BS, que obtuvo un rendimiento aceptable (2,56 t ha⁻¹), siendo de las tres variedades la que menor número de granos produce, generando menos ingresos.

De acuerdo con la relación beneficio costo arrojada por el análisis adoptado (Tabla 3), la variedad de mayor rentabilidad es la Dorada de Bolivia, seguida de la variedad Amarilla de Marangani, destacando que estas dos variedades tienen como característica un sabor levemente amargo, necesiándose un lavado previo al consumo.

	Variedad			
	Blanca dulce Soracá-BS (Dólar USDS)	Amarilla de Marangani-AM (Dólar USDS)	Dorada de Bolivia-DB (Dólar USDS)	Aurora dulce Nariño-AN (Dólar USDS)
Costos fijos	\$5494,76	\$5499,43	\$5481,91	\$5486,54
Costos variables	\$1576,05	\$1527,38	\$1585,78	\$1972,32
Rendimiento (k)	2560	3200	3780	795
Precio de venta (USDS/k)	\$4,38	\$4,38	\$4,38	\$4,38
Costo de producción	\$7070,80	\$7026,81	\$7067,69	\$7458,86
Ingreso bruto	\$11213,79	\$14017,24	\$16557,86	\$3482,41
Relación beneficio/costo	1,59	1,99	2,34	0,47
Ingreso neto	\$4142,98	\$6990,43	\$9490,17	-\$3976,45

Tabla 3. Análisis económico por hectárea de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en Manizales, Caldas.

En Colombia, en un estudio realizado por Rosero *et al.* (2010), la rentabilidad de la quinua mostró ser positiva a escala comercial, sin embargo, los pequeños agricultores no pudieron establecer el cultivo de quinua como cultivo principal, por lo tanto, su producción es baja. La baja producción se debe al hecho de que se ha asociado con otros cultivos que se utilizan generalmente para el autoconsumo. Así, una mayor proporción de los agricultores no venden la quinua, porque es el cultivo de subsistencia y la tendencia de la utilización de cereales para el consumo familiar refleja la falta de información sobre los precios del mercado de la quinua. Las bajas cantidades vendidas se distribuyen a la población local y una cantidad muy pequeña se exporta desde Colombia a Ecuador y Perú, pero no están registrados.

El análisis de sensibilidad tiene como objetivo evaluar el impacto generado por el cambio del precio y los rendimientos del cultivo, pudiéndose determinar cuál es la variedad de quinua más rentable frente a la fluctuación del precio de venta y cantidad de grano cosechado (Tabla 4). La variedad Dorada de Bolivia presentó un comportamiento adecuado frente a la fluctuación de los precios y caída en la producción en comparación con las otras variedades.

Análisis de sensibilidad	Blanca dulce Soracá-BS		Dorada de Bolivia-DB		de Amarilla de Marangani-AM		de Aurora dulce Nariño-AN	
	USDS2,76/k		USDS1,87/k		USDS2,20/k		USDS9,38/k	
	R	Precio	R	Precio	R	Precio	R	Precio
	B/C	USDS/k	B/C	USDS/k	B/C	USDS/k	B/C	USDS/k
Si el precio de venta baja 15%	1,34	3,30	1,99	3,30	1,69	3,30	0,39	3,30
Si los costos de producción aumentan 15%	1,37	2,81	2,03	1,90	1,7	2,24	0,4	9,57
Si el volumen de producción baja 15%	1,34	2,88	1,99	1,95	1,69	2,29	0,39	9,79

Tabla 4. Análisis de sensibilidad de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en Manizales, Caldas.

El área de cultivo se ha incrementado en Nariño y Caldas (Corredor, 2005) y sus objetivos fueron mejorar las condiciones nutricionales de los productores (MADR, 2010). El Departamento Nacional de Planeación (DPN, 2007) determinó algunas características como ventajas: tierras adecuadas, diferentes pisos térmicos y cuando más del 50% de la población vive en la zona rural que tiene como su principal actividad económica la agricultura. Sin embargo, es necesario que la producción de quinua tenga un enfoque comercial. Hay dos características que son esenciales para una correcta comprensión de su identidad: (1) el modelo de negocio de las agremiaciones de productores en los países en vía de desarrollo, (2) el modelo de desarrollo para ayudar a pequeños productores a fortalecer su posición en los mercados nacionales (Ton & Bijman, 2006; FAO, 2010). Por lo tanto, los avances en la investigación y una aceptación gradual del mercado permiten una selección de estos cultivos andinos que presentan una oportunidad de ser salvados para uso alimentario regional y mundial. Las condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de quinua y la zona de influencia del estudio son predominantemente productoras de hortalizas. Destacándose como uno de los principales cultivos el tomate, en pequeños y medianos productores entre 3 a 10 ha, respectivamente. De acuerdo con Herrera *et al.* (2015), el cultivo de tomate presenta una rentabilidad variable dependiente del tipo de sistema productivo, si es en invernadero o libre exposición, variando de 1,61 a 0,41. La quinua presentó una relación beneficio costo atractiva, siendo así, una excelente opción para la rotación de cultivos en sus sistemas productivos.

CONCLUSIONES

Por el modelo de análisis adoptado se puede inferir que las variedades Amarilla de Marangani, Blanca dulce Soracá y Dorada de Bolivia presentaron una alta relación beneficio costo con 1,99, 1,59 y 2,34 respectivamente, así el cultivo de quinua es una actividad rentable, siendo considerada una buena alternativa para cultivo en la región.

REFERENCIAS

- Benlhabib, O.; Jacobsen, S. E.; Jellen, R.; Maughan, J.; Choukrallah, R. & Oussible, M. (2014). El estado de la producción e investigación de la quinua en Marruecos. Capítulo número 6.15. En: Bazile, D., Bertero, D. y Nieto, C. (Eds). **Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013**, (pp. 574-591), FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia).
- Bhargava, A.; Shukla, S. & Ohri D. (2006). **Chenopodium quinoa** – an Indian perspective. **Industrial Crops and Products**, 23: 73–87.
- Corredor, G. (2005). **Alianza “CADENA AGROALIMENTARIA DE LA QUINUA”**. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Proyecto Apoyo a Alianzas Productivas.
- Del Castillo, C.; Winkel, T.; Mahy G. & Bizoux J.P. (2007). Genetic structure of quinoa (**Chenopodium quinoa** Willd.) from the Bolivian altiplano 4 as revealed by RAPD marker. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 54(4): 897–905.
- Delgado, A. I.; Palacios, J. H. & Betancourt, C. (2009). Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (**Chenopodium quinoa** willd) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). **Agronomía Colombiana**, 27 (2): 159-167.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2014). **Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario-SIPSA**. Recuperado de [Link](#). Consultado: 01/Nov/2014.
- DPN. 2007. Departamento Nacional de Planeación. **Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad: Clúster agroalimentario – cadena de la quinua**. Documento regional, Boyacá, Bogotá.
- FAO. 2010. **Investing in food security. The agriculture and consumer protection department**.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2013). **Anuario meteorológico Cafetero 2012**. Centro Nacional de Investigaciones en Café. CENICAFE, Chinchiná (Colombia). 576 p.
- Flores, J. V. *et al.* (2010). **Programa modular para el manejo técnico del cultivo de quinua**. SOLID Organización privada de desarrollo, Ayacucho, Perú, 74 p.
- Garrido, M. *et al.* (2013). Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (**Chenopodium quinoa** Willd.) bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo. **IDESIA (Chile)**, 31(2): 69-76.
- Herrera, J.; Hurtado-Salazar, A. & Ceballos-Aguirre, N. (2015). Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza elite (**Solanum lycopersicum** L. var. **Cerasiforme**) bajo condiciones semicontroladas. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, 9(2): 290-300.

- Hoffmann, R.; Serrano, O.; Neves, E.M.; Thame, A.C.M. & Engler, J.J. (1987). **Administração da empresa agrícola**. 5. ed. São Paulo: Pioneira Estudos Agrícolas, 325 p.
- Kumpun, S. *et al.* (2011). Ecdysteroids from **Chenopodium quinoa** Willd, an ancient Andean crop of high nutritional value. **Food Chemistry**, 125: 1226–1234.
- Medrano, A. M. & Torrico, J. C. (2009). Consecuencias del incremento de la producción de quinua (**Chenopodium quinoa** Willd) en el altiplano sur de Bolivia. **Jornal de Ciencia y Tecnología Agraria**, 1(4): 117-123.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR. (2010). **Programa oportunidades rurales**. MADR. Bogotá, Colombia.
- Montoya, L. A.; Martínez, L. & Peralta, J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia.
- **INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales**, 15(25): 103-119.
- Obando, F. H.; Villegas, A. M.; Betancur, J. H. & Echeverry, L. (2006). Variabilidad espacial de propiedades químicas y físicas en un **Typic Udivitrands**, arenoso de la región andina central colombiana. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, 59(1): 3217-3235.
- Rosero, O. L.; Rosero, D. A. & Lukešová, D. (2010). Determination of the capacities of farmers to adopt quinoa grain (**Chenopodium quinoa** willd) as potential feedstuff. **Agricultura tropica et subtropica**, 43(4): 308-315.
- Ruiz, K. B. *et al.* (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 34: 349-359.
- Ton, G. & Bijman, J. (2006). **The role of producer organisations in the process of developing an integrated supply chain; experiences from Quinoa chain development in Bolivia**. Paper presented at the 7th International Conference on Management in AgriFood Chains and Networks, Ede, The Netherlands, 31 May–2 June.
- Vega-Gálvez, A. *et al.* (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (**Chenopodium quinoa** willd.), an ancient Andean grain: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 90: 2541-2547.
- Zurita-Silva, A.; Fuentes, F.; Zamora, P.; Jacobsen, S. E. & Schwember, A. R. (2014). Breeding quinoa (**Chenopodium quinoa** Willd.): Potential and perspectives. **Molecular Breeding**, 34: 13-30.

1. Ingeniera Agrónoma. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica, Manizales – Caldas, Colombia.
2. Ingenieros Agrónomos M.Sc, Ph.D, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Calle 65 N° 26 -10, Apartado aéreo 275, Manizales – Caldas, Colombia.
3. Autor para correspondencia. nelson.ceballos@ucaldas.edu.co

Para citar este artículo: Guerrero, P., Hurtado-Salazar, A. y Ceballos-Aguirre, N. (2017). Estudio técnico y económico de cuatro variedades de quinua en la región andina central colombiana. *Revista Luna Azul*, 46, 167-180. Recuperado de <http://200.21.104.25/lunazul/index.php/component/content/article?id=278>. DOI: **10.17151/luaz.2018.46.10**

Este obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](#)

