

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERÍA

Vol. 22 (2) Diciembre 2014



REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Av. Los Chasquis y Río Payamino

Campus Académico Huachi

Teléfono: +593 (3) 2400 987/989

Fax: +593 (3) 2400 998

e-mail: fcial@uta.edu.ec

Casilla: 18 01 0334

www.fcial.uta.edu.ec



Diseño de portada: Mirari Arancibia (mirariyosu1@gmail.com)



ALIMENTOS, CIENCIA E INGENIERÍA

Revista de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato (Ecuador).

Vol. 22 (2)-2014



Editorial

La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato se complace en presentar la Revista indexada ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA, Volumen 22(2) – 2014 con artículos técnicos de tesis de grado e investigaciones en los campos de los alimentos y la biotecnología ejecutados por docentes, investigadores y graduandos. En la presente edición se incluyen artículos relacionados con la fisiología poscosecha de la mandarina; la caracterización de almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del Litoral y de frutas tropicales (arazá y naranjilla) y andinas (mora, mortiño, tomate de árbol y uvilla); la elaboración de geles alimenticios con maracuyá; el contenido de compuestos cianogénicos en hojas y capuchones de uvilla y sus implicaciones en la elaboración de té; los efectos de la borraja y la ortiga como acelerantes y enriquecedores nutritivos en el proceso de compostaje; la actividad antimicrobiana y fitoquímica de extractos de plantas medicinales frente a microorganismos patógenos; la estandarización de un método químico para cuantificar el contenido de suero de quesería en leche pasteurizada; la validación de métodos analíticos para el análisis de arsénico en agua potable y la caracterización de matrices de agua clara y residual; entre otros.

Es pertinente señalar que ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA cumple 22 años de publicación impresa y consta en el Directorio de LATINDEX; no obstante, quienes estamos a cargo de la presente edición nos hemos comprometido en mejorar la calidad de la Revista con el propósito de ser parte del Catálogo de LATINDEX, esto mediante el cumplimiento de todas las características editoriales requeridas para revistas impresas y un trabajo más riguroso del Comité Editorial. En adición, la incorporación de profesores que hacen investigación articulada a la docencia, el mejoramiento de la infraestructura tecnológica y el fortalecimiento de la vinculación de la Facultad con los sectores público y empresarial permitirán generar conocimiento e innovaciones que sean útiles al país y publicarlos en nuestra Revista. Este es nuestro compromiso con nuestros estimados lectores. Hasta la próxima edición.

Milton Ramos Moya



DESCRIPCIÓN

La revista ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA (ACI) es una publicación semestral de artículos técnicos de Tesis de Grado, Trabajos Estructurados de Manera Independiente, Trabajos de Investigación realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), así como contribuciones de otras Universidades e Instituciones con las cuales la Facultad mantiene convenios de cooperación mediante el intercambio científico y cultural con el propósito de contribuir en la búsqueda de respuestas adecuadas a las necesidades teórico-prácticas en materia de investigación, creación e innovación tecnológica.

AUDIENCIA

La revista cubre una amplia temática enmarcada en los ámbitos de la Ingeniería de Alimentos y la Biotecnología especialmente en su aspecto aplicado, orientándose a una audiencia compuesta por científicos del área de la química, bioquímica, microbiología y tecnología alimentaria, así como relacionados con la nutrición.

INDEXACIÓN

Latindex

DIRECTORIO

Dr. Galo Naranjo López, Rector, Universidad Técnica de Ambato (UTA)

Dr. Franklin Medina Guerra, Vicerrector Administrativo, Universidad Técnica de Ambato (UTA)

MSc. Jorge León Mantilla, Vicerrector Académico, Universidad Técnica de Ambato (UTA)

Dr. Milton Ramos Moya, Decano Facultad Ciencia e Ingeniería en Alimentos, (UTA)

MSc. Lenin Garcés Espinoza, Subdecano Facultad Ciencia e Ingeniería en Alimentos (UTA)

COMITÉ EDITORIAL

Editor

Dr. Ignacio Angós, Investigador Prometeo (SENESCYT); Pamplona, España

Revisores internos

Dr. Milton Ramos, Universidad Técnica de Ambato (UTA); Ambato, Ecuador

Dr. Carlos Rodríguez, Universidad Técnica de Ambato (UTA); Ambato, Ecuador

Revisores externos

Dra. Pamela Jaramillo, Investigadora Prometeo (SENESCYT); Ambato, Ecuador

Dr. Borja Velásquez, Universidad Politécnica de Valencia (UPV); Valencia, España

Dr. Juan Sebastián Ramírez, Universidad del Valle (UNIVALLE); Cali, Colombia

Dra. Sandra Horvitz, Investigadora Prometeo (SENESCYT); Pamplona, España

ISSN

1390-2180

TIRAJE

500 ejemplares impresos en papel. Accesible online a través de: http://fcial.uta.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=61

CONVOCATORIA PRÓXIMO NÚMERO

Fecha límite para entrega de manuscritos: 15 Marzo 2015. Publicación: Mayo 2015

Dirección envío manuscritos: Secretaría de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Av. Los Chasquis y Río Payamino, casilla 18-01-0334, Ambato (Ecuador). Teléfono: +593 (03) 2400 987 Ext. 103. Correo electrónico: revista.fcial@uta.edu.ec

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE SEIS FRUTAS TROPICALES Y ANDINAS ECUATORIANAS

PHYSICO-CHEMISTRY AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF SIX TROPICAL AND ANDEAN ECUATORIAN FRUITS

W. Llerena^{1,2}, I. Samaniego¹, M. Ramos², B. Brito¹

(1) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento de Nutrición y Calidad, Panamericana Sur Km. 1, Mejía, Ecuador.

(2) Universidad Técnica de Ambato (UTA), Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Av. Los Chasquis y Río Payamino, Ambato, Ecuador.

Artículo recibido: 22/10/14

Artículo aceptado: 10/11/14

RESUMEN

Ecuador es un país que por su ubicación geográfica presenta una diversidad de microclimas y suelos con características favorables, que le permiten cultivar un sinnúmero de frutas tanto en clima cálido, templado y frío. El presente estudio se realizó con la finalidad de contar con un análisis completo del perfil de antioxidantes; así como las características fisicoquímicas de seis frutas exóticas ecuatorianas. El trabajo se realizó en tres fases: caracterización fisicoquímica, preparación de muestras y cuantificación de compuestos antioxidantes. Dentro de la caracterización físico-química se obtuvo un peso promedio de 0,21 g/fruto (mortiño) a 138,36 g/fruto (arazá); una longitud de 0,71 cm (mortiño) a 6,92 cm (tomate de árbol); un diámetro de 0,69 cm (mortiño) a 7,01 cm (arazá) y una firmeza de 0,69 N (mortiño) a 55,80 N (tomate de árbol). En la caracterización química se obtuvieron valores de pH entre 2,83 (arazá) y 3,75 (tomate de árbol y uvilla); acidez titulable de 0,96 % (mortiño) a 2,81% (mora); un contenido de humedad de 81,26 % (uvilla) a 95,36 % (arazá) y un contenido de sólidos solubles de 3,83 °Brix (arazá) a 13,73 °Brix (uvilla). El perfil de compuestos antioxidantes se evaluó en muestras liofilizadas, determinándose que frutas como el mortiño y mora son ricas en antocianinas con una concentración promedio de 2682,30 y 1416,68 mg de cloruro de cianidina 3-glucósido/100 g, respectivamente. Los carotenoides fueron identificados en tomate de árbol, uvilla, arazá y naranjilla (123,18; 65,21; 62,85 y 57,93 µg de β-caroteno/g, respectivamente). Los polifenoles fueron identificados en todas las muestras con valores de 7254,62; 6352,28; 3507,79; 1062,77; 897,58 y 259,93 mg de ácido gálico/100 g para mortiño, mora, arazá, tomate de árbol, naranjilla y uvilla; respectivamente. El arazá es el fruto con el mayor contenido de vitamina C (427,74 mg de ácido ascórbico/ 100 g), seguido por naranjilla, tomate de árbol, uvilla, mora y mortiño.

Palabras clave: Caracterización fisicoquímica, antioxidantes, frutas tropicales, frutas andinas.

ABSTRACT

Ecuador is a country whose geographical location presents a variety of microclimates and soils with favorable characteristics, which allows growing a number of fruits in both warm and cold temperate climates. The present study was performed in order to have a complete antioxidant profile analysis and the physicochemical characteristics of six Ecuadorian exotic fruits. The work was conducted in three phases: physicochemical characterization, sample preparation and quantification of antioxidant compounds. Within the physical characterization was found an average weight of 0.21 (blueberry) to 138.36 g (arazá); a length of 0.71 (blueberry) to 6.92 cm (tree-tomato); a diameter of 0.69 (blueberry) to 7.01 cm (arazá), and a stability of 0.69 (blueberry) to 5.69 N (tree-tomato). Within the chemical characterization of pH values between 2.83 (arazá) and 3.75 (tree-tomato and cape gooseberry) was obtained; titratable acidity from 0.96 (blueberry) to 2.81% (blackberry); a moisture content of 81.26 (cape gooseberry) to 95.36 % (arazá), and a soluble solids content of from 3.83 (arazá) to 13.73 °Brix (cape gooseberry). The profile of antioxidant compounds evaluated in lyophilized samples determined that fruits like blackberry and blueberry are rich in anthocyanins with an average concentration of 2682.30 and 1416.68 mg of chloride, cyanidin 3-glucoside/100 g, respectively. Carotenoids were identified in tree-tomato, cape gooseberry, arazá and naranjilla (123.18, 65.21, 62.85 and 57.93 g of β-carotene /g, respectively). Polyphenols were identified in all samples with values 7254.62, 6352.28, 3507.79, 1062.77, 897.58 and 259.93 mg of gallic acid/100 g for blueberry, blackberry, arazá, tree-tomato, cape gooseberry and naranjilla; respectively. Arazá is the fruit with the highest content of vitamin C (ascorbic acid 427.74 mg/100 g), followed by naranjilla, tree-tomato, cape gooseberry, blackberry and blueberry.

Keywords: Physicochemical characterization, antioxidants, tropical fruits, Andean fruits.

*Autor de correspondencia: Wilma Llerena. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
E-mail: llerena.wilma@gmail.com; Tel: +593 (0)2400987; Fax: +593(0)2400998.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que por su ubicación geográfica cuenta con un gran número de microclimas con características favorables de suelo que le permiten cultivar un sinnúmero de frutas tanto en clima cálido, templado y frío.

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) es un frutal nativo de la Amazonía perteneciente a la familia de las Mirtáceas, también es conocido como membrillo o guayaba amazónica (López et al., 2010). Se produce en toda la región amazónica del Ecuador: en la zona norte (Cáscales, Lago Agrio, Shushufindi, Sacha, Coca, Loreto), centro (Archidona, Tena, Mera, Puyo, Palora, Macas, Sucúa, Logroño, Méndez, Gualaquiza) y sur (Yantzaza, El Banguí, Nangaritza y Centinela del Cóndor). El fruto del arazá es más adecuado para el procesamiento y/o industrialización; difícilmente se lo consume en fresco por su elevada acidez. (López J. et al., 2010).

La variedad sin espinas de mora (*Rubus glaucus* Benth) INIAP Andimora 2013 (accesión MA-0100) proviene de una mutación somática natural de plantas de mora de Castilla con espinas, empleadas para la multiplicación vegetativa por acodo terminal.

El INIAP, a través del Programa Nacional de Fruticultura (PNF) y el apoyo de los Departamentos de Nutrición y Calidad, Biotecnología y Recursos Filogenéticos de la Estación Experimental Santa Catalina, a partir del 2008 inició una serie de investigaciones relacionadas con la caracterización agronómica, molecular, fisicoquímica y de calidad de una colección de moras. Luego de varios años de investigación se seleccionó una nueva variedad (colectada en Tisaleo, Tungurahua) que se caracteriza por no poseer espinas, mayor productividad, frutos de calidad y resistencia a las principales enfermedades que afectan a este cultivo. Estas plantas fueron multiplicadas y distribuidas en tres localidades de la provincia de Tungurahua, entre 2810 y 2950 msnm y temperaturas de 12 a 14°C; encontrando las primeras producciones con buenas perspectivas (Jaramillo V., 2013).

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) es un arbusto perenne, delgado y pequeño. Considerado en la actualidad como especie endémica, ha permanecido de manera silvestre en los páramos del Ecuador; al ser el páramo un ecosistema muy sensible, esta especie se

encuentra en peligro de extinción (Rodríguez H. et al., 2007).

Crece en los páramos de forma silvestre a una altitud de 1400 a 4350 msnm (Tupuna D., 2012); esta baya florece dos veces al año, pero debido a la expansión de las áreas agrícolas se ha limitado a los páramos comprendidos entre 1800 a 3800 m.s.n.m. (Andrade J., 2012; Schotsmans W. et al., 2007).

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) es una especie de la familia de las Solanáceas, originaria de las estribaciones de los Andes de Ecuador y Colombia, presentando cierta variabilidad en forma, tamaño, sabor, color de la pulpa y piel (Orozco L., 2003)

El INIAP, a través del PNF, ha generado tecnologías que permiten generar materiales resistentes y prácticas de manejo agronómico integrado en base a varios cruzamientos interespecíficos entre la variedad de jugo y especies silvestres. Los resultados presentan frutos de calidad comercial en cuanto a tamaño, color de pulpa (verde) y aroma característico. La naranjilla de jugo INIAP Quitoense 2009, proviene de una selección de la variedad Baeza (2005-2007), que se ha venido mejorando mediante la selección de plantas considerando vigor, capacidad de cuajado, productividad y calidad fisicoquímica de los frutos (Viteri P. et al., 2009).

El tomate de árbol o tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) pertenece a la familia de las Solanáceas, requiere precipitaciones pluviales de alrededor de 1200 mm; distribuidos regularmente todo el año. El fruto es una baya ovalada pequeña, carnosa, puntiaguda o redonda en el extremo, la cáscara es delgada y tersa. El color del fruto depende de la variedad: amarillo, anaranjado, rojo amarillento o rojo opaco. La pulpa es jugosa, agridulce y de color anaranjado claro. El material más cultivado es el Común, seguido por el Anaranjado Gigante y el híbrido Mora Ecuatoriano que es apreciado en la Costa. Se desconoce el origen del tomate Anaranjado Gigante que es muy cultivado en Tungurahua e Imbabura (Revelo J. et al., 2004).

Las zonas aptas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en los valles del callejón interandino (Altamirano M., 2010).

Esta planta, se caracteriza por producir su fruto envuelto en un cáliz protector; este fruto es semiácido, redondo, amarillo, dulce y pequeño (aproximadamente entre 1,25 y 2 cm de diámetro), conteniendo alrededor de 100 a 200 pequeñas semillas (Tapia M. E. y Fries A. M., 2007)

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar las características fisicoquímicas y funcionales de seis frutas tropicales y andinas ecuatorianas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal

Se trabajó con 6 genotipos de frutas tropicales y andinas en su estado de madurez comestible. Considerando 15 muestras por genotipo, se analizó un total de 90 muestras; cada muestra estuvo constituida de 5 kg de fruta. En la Tabla 1 se describe la identificación y procedencia de las variedades utilizadas dentro de este estudio.

Tabla 1. Identificación y procedencia del material vegetal seleccionado

FRUTA	NOMBRE CIENTÍFICO	IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	
			CIUDAD	PROVINCIA
Arazi	<i>Eugenia stipitata</i> Mi. Vaugh.	Clones (001 y 003)	Joya de los Sachas	Orellana
Mora	<i>Rubus glaucus</i> Benth.	Variedad INIAP Andimorca 2013	Ambato	Tungurahua
Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Material nativo	Sigchos Salinas Machachi	Cotacachi El Olivar Pichincha
Naranja	<i>Solanum quibensense</i> Lam.	Variedad INIAP Quinceño 2009	Noroccidente	Pichincha
Tomate de árbol	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Variedad Anaranjado Gigante	Faite Peklec	Tungurahua Tungurahua
Uvilla	<i>Physalis peruviana</i> L.	Variedad Golden Kenazra	Ambato	Tungurahua

2.2 Preparación de muestra

En las muestras provenientes de diferentes localidades se determinó la firmeza con la finalidad de seleccionar frutas con grado de madurez homogéneo. Las muestras seleccionadas fueron lavadas para eliminar la carga microbiana de la suciedad y materia orgánica adherida proveniente del campo. La fruta, previamente lavada, fue decorticada, licuada, tamizada y almacenada en fundas Ziploc a -18°C protegidas del oxígeno y la luz.

2.3 Preparación de muestra para análisis de antioxidantes

Las muestras previamente congeladas (-18°C) se sometieron a un proceso de secado mediante sublimación a presión reducida (liofilización), con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor, color y el aroma en los alimentos por oxidación. La liofilización se realizó con ayuda de un liofilizador Labconco modelo 1400 (tipo armario), a una temperatura de -40°C y 0,13 mbar de presión.

2.3.1 Preparación de muestra

En las muestras provenientes de diferentes localidades se determinó la firmeza con la finalidad de seleccionar frutas con grado de madurez homogéneo.

Las muestras seleccionadas fueron lavadas para eliminar la carga microbiana de la suciedad y materia orgánica adherida proveniente del campo. La fruta, previamente lavada, fue decorticada, licuada, tamizada y almacenada en fundas Ziploc a -18°C protegidas del oxígeno y la luz.

2.3.2 Preparación de muestra para análisis de antioxidantes

Las muestras previamente congeladas (-18°C) se sometieron a un proceso de secado mediante sublimación a presión reducida (liofilización), con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor, color y el aroma en los alimentos por oxidación. La liofilización se realizó con ayuda de un liofilizador Labconco modelo 1400 (tipo armario), a una temperatura de -40°C y 0,13 mbar de presión.

2.4 Caracterización física

La caracterización física de la fruta se realizó en el estado de madurez comestible. El peso de cada muestra se registró por gravimetría con ayuda de una balanza analítica Boecco (0,01-220 g). La longitud y el diámetro se determinaron utilizando un calibre Vernier o Pie de Rey digital marca Mitutoyo modelo WS5JK64, tomándose como referencia dos medidas, una horizontal y una vertical de cada muestra.

La firmeza (resistencia a la penetración) se determinó en newtons (N), con ayuda de dos penetrómetros Gullimex modelos FT011 y FT327 aplicando émbolos de diferente diámetro. Para arazá, naranja y tomate de árbol se usó el modelo FT327 con un émbolo cilíndrico de 6 mm de diámetro; en muestras de uvilla, mora y mortiño se empleó el modelo FT011 con un émbolo cilíndrico de 2 mm de diámetro.

El rendimiento se determinó tomando una muestra de peso conocido, se separó y pesó individualmente la corteza, semilla y pulpa. Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de rendimiento. Las determinaciones de peso se realizaron con una balanza UWE Checkweighes (0,1-2000 g) modelo DW-3000E.

2.5 Caracterización química

2.5.1 Acidez

La acidez se determinó tomando 30 g de muestra (pulpa) y se tituló con solución de NaOH 0,1 N. La titulación se finalizó cuando la muestra alcanzó un pH de 8,2 (momento en que ocurre el cambio de color del indicador de fenolftaleína) y el resultado se expresó como porcentaje del ácido orgánico predominante en la fruta. Los ácidos orgánicos predominantes en las frutas estudiadas son: el ácido málico (arazá y mora) y cítrico (mortiño, tomate de árbol, naranja y uvilla).

2.5.2 pH

El pH de las muestras se determinó con ayuda de un potenciómetro Hanna, modelo HI83141, por inmersión directa del bulbo del equipo en las pulpas estudiadas.

2.5.3 Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles se midieron directamente en la pulpa de cada muestra con un refractómetro digital de bolsillo marca Atago modelo PAL (0-53°Brix). Los resultados medidos se expresan como °Brix (g sacarosa/100 g de muestra).

2.5.4 Humedad

El contenido de agua en la muestra se determinó por gravimetría, siguiendo el método 930.15 de la A.O.A.C., adaptado por el Laboratorio de Servicios Analíticos e Investigación en Alimentos del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP. Para esto se pesaron 5 g de muestra y se secó con ayuda de una estufa Memmert a 105°C por 8 horas. Las ecuaciones 1 y 2, se emplearon para determinar el contenido de humedad en las muestras estudiadas.

$$MS = \left(\frac{P_2 - P_r}{P_1 - P_r} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

MS: Porcentaje de materia seca

Pr: Peso del recipiente

P1: Peso del recipiente más la muestra húmeda

P2: Peso del recipiente más la muestra seca

$$\%H = 100 - MS \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

MS: Materia seca

2.6 Cuantificación de compuestos antioxidantes

2.6.1 Determinación de Antocianinas

Las antocianinas son parte de los pigmentos presentes en las frutas; les confieren el color rojo, morado y azul. Estos compuestos bioactivos son susceptibles a los cambios de pH, de tal manera que a pH 1,0 se encuentran altamente coloreadas en su forma flavonoide (oxonio) y a pH 4,5 predominan en forma de carbinol (menos coloreado).

En base a este principio químico se aplicó el método diferencial de pH planteado por Rapisarda et al. (2000). El proceso de extracción se realizó con agitación magnética durante 60 minutos; para esto se tomaron 0,25 g de muestra liofilizada y se añadieron 10 ml de solución buffer (pH 1,0 ó 4,5). A partir del extracto ultracentrifugado (< 5000 rpm ó fuerza centrífuga relativa, FCR=979,13) del buffer pH 1,0 y pH 4,5 se tomó una alícuota de 1 ml y se prepararon soluciones 10-1 y 10-3, respectivamente. Se midió la absorbancia de las muestras frente al blanco (soluciones buffer) a 510 nm y 700 nm con ayuda de un espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu 2200. Las concentraciones calculadas por este método se reportaron en mg de cloruro de cianidina 3-glucósido (Cy-3-glu)/100 g de muestra seca.

2.6.2 Determinación del contenido de Carotenoides totales

Los carotenoides son pigmentos orgánicos que se encuentran de forma natural en las frutas. Su color varía desde amarillo pálido hasta anaranjado; esta variación se encuentra directamente relacionada con su estructura química. La determinación del contenido de carotenoides totales se realizó en ausencia de luz y oxígeno; empleando 0,6-1 g de muestra liofilizada. El proceso de extracción se realizó con 50 ml de solución extractora (50 % Hexano, 25 % Etanol, 25 % Acetona, v/v/v y 0,1% de Butilhidroxitolueno, BHT; p/v) y 5 g cloruro de calcio, el cual se añadió gradualmente. Esta mezcla se agitó por 20 minutos en un baño a 4 °C. La separación de las fases se realizó agregando 15 ml de agua destilada, continuando con la agitación magnética por 10 min. El extracto fue filtrado y llevado a un embudo de separación. La fase orgánica se recolectó en un balón de aforo y llevado a 50 ml con hexano. La concentración de carotenoides totales se determinó por espectrofotometría a 450 nm siguiendo el método publicado por Sze e Indrawati (2012). Las concentraciones calculadas por este método se reportaron en µg de β caroteno/g en base seca.

2.6.3 Determinación de polifenoles

Los polifenoles se destacan por su amplia disponibilidad en la naturaleza y su elevada capacidad antioxidante. Para la determinación del contenido de polifenoles totales en frutas, se aplicó el método publicado por Slinkard y Singleton (1977). El proceso de extracción fue realizado en una solución de acetona al 70% (v/v) en agitación magnética por 45 minutos, para lo cual se pesó 0,3 a 1 g de muestra liofilizada; la mezcla fue centrifugada por 10 min a 3500 rpm (FCR =479,77) y el sobrenadante (extracto bruto) fue recogido en viales con tapa.



La determinación de los compuestos solubles en agua (fracción A) se realizó tomando 25, 50 ó 75 µl del extracto bruto, el cual fue llevado a 500 µl con metanol puro. La cuantificación de la fracción A se realizó siguiendo el método de Folin-Ciocalteu (Slinkard K. y Singleton V. L., 1977).

Para la separación de polifenoles y compuestos solubles en agua (fracción B), se empleó cromatografía de fase sólida con ayuda de cartuchos Oasis C18 (Waters), previamente acondicionados (lavado con una vez con 3 ml de metanol + lavado dos veces con 3 ml de agua). Para esto se tomaron 500 µl del extracto bruto y se diluyeron con 3,5 ml de agua destilada; la purificación del extracto se realizó pasando una alícuota de 2 ml de la solución (extracto puro + agua) por el cartucho Oasis; el cartucho fue posteriormente lavado dos veces con 2 ml de agua. A partir de la solución obtenida (extracto puro) se tomaron 500 µl y se aplicó el método de Folin-Ciocalteu (Slinkard K. y Singleton V. L., 1977).

La cuantificación de polifenoles totales se realizó por colorimetría utilizando el método de Folin-Ciocalteu (Slinkard K. y Singleton V. L., 1977). Para esto se añadieron 2,5 ml del reactivo de Folin (diluido al 10% v/v con agua destilada) en la fracción A y B; se dejó a temperatura ambiente por dos minutos y posteriormente se agregaron 2 ml de carbonato de sodio (7,5 %; p/v). La solución se agitó e incubó a 50 °C por 15 minutos. Finalizada la incubación los tubos fueron llevados a un baño de agua a 4 °C para detener la reacción.

La absorbancia de las muestras fue leída a 760 nm con ayuda de un espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu 2200 y la concentración se determinó en base a una curva de calibración con patrones de ácido gálico. Las concentraciones calculadas por este método se reportaron en mg de ácido gálico/100 g de muestra seca.

2.6.4 Determinación de Vitamina C

Para la cuantificación del contenido de vitamina C se aplicó el método reflectométrico (Merck KGaA, 2012) basado en el principio en el cambio de color producido durante la oxidación del ácido molibdofosfórico, que pasa de color amarillo a azul en presencia de ácido ascórbico. El contenido de vitamina C en muestras liofilizadas se determinó con ayuda de un reflectómetro RQflex plus 10. Tomando en consideración que este analito es un compuesto polar se empleó agua destilada como solvente.

El proceso de extracción de vitamina C se realizó mediante agitación magnética durante 30 minutos a temperatura ambiente. Para esto se tomaron 0,1-0,8 g de muestra liofilizada y se añadieron 15 ml de agua destilada. El extracto se aforó a 25 ml con agua destilada.

La cuantificación del contenido de vitamina C se realizó introduciendo las tiras de ensayo marca Merck en cada una de las muestras y se dejó que ocurriera la reacción por 2 segundos. Después del tiempo de reacción se midió el valor de la reflectancia. Las concentraciones calculadas por este método se reportaron en mg de ácido ascórbico/100 g de muestra.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimiento y contenido de humedad

En el proceso de preparación de muestras se separó la pulpa y las semillas del fruto, y se evaluaron el porcentaje de rendimiento (Tabla 2) y la humedad de cada fruta (Tabla 3). Este parámetro es importante tanto para la industria como para el estudio realizado, porque permite establecer el porcentaje de fruta aprovechable para su consumo o procesamiento (liofilización). La fruta que presentó el mejor rendimiento fue la mora con 91,04 % seguido por uvilla, mortiño, tomate de árbol, arazá y naranjilla (87,51; 82,62; 68,33; 64,37 y 59,21 %), resultados que concuerdan con estudios realizados por diferentes autores (Medina G., 2006; Montalvo D., 2011; Torres N., 2006). De acuerdo a los resultados reportados en la Tabla 3, se determinó que el contenido de humedad es inversamente proporcional al rendimiento de la fruta. Es así, que las muestras de mora y uvilla presentaron un mayor rendimiento con respecto a las otras frutas, pero el contenido de humedad es menor que estas (< 84 %). Los resultados del contenido de humedad obtenidos fueron comparados con diferentes trabajos de investigación realizados, en los que se reporta valores de 95,12 % en arazá (Laverde J., 2011); 84,85 % en mora (Montalvo D., 2011); 84,04 % para mortiño (Montalvo D., 2011) 90,46 % en naranjilla (López A., 2011); 87,16 % en tomate de árbol (Torres N., 2006) y 81,26 % en uvilla (Medina G., 2006).

Tabla 2. Caracterización física de frutas tropicales y andinas ecuatorianas.

FRUTA	DESCRIPCIÓN DE LA FRUTA *				
	PESO (g)	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FIRMEZA (N)	RENDIMIENTO (%)
Arazá	138,36±15,23	6,84±0,39	7,01±0,73	14,42±5,00	64,37±0,10
Mora	5,25±2,65	2,20±0,22	2,02±0,17	3,22±0,49	91,04±0,07
Mortiño	0,21±0,06	0,71±0,09	0,69±0,08	0,69±0,008	82,62±0,02
Naranjilla	110,54±25,91	5,62±0,43	5,67±0,45	48,05±17,55	59,21±0,34
Tomate de árbol	90,54±6,74	6,92±0,29	5,2±0,19	55,80±16,57	68,23±0,03
Uvilla	5,42±0,15	2,00±0,11	2,12±0,16	2,65±0,39	87,51±0,03

*Los resultados son reportados promedios en base fresca ± desviación estándar de 20 repeticiones para las determinaciones de peso, longitud, diámetro, firmeza.

3.2 Caracterización física

La caracterización física de la fruta permitió identificar y reconocer los diferentes cultivares o variedades seleccionadas. En muestras de arazá se identificaron dos clones diferentes (clon 001 y 003) en función de parámetros como: peso, largo y diámetro. Trabajos realizados por Toledo (2010), reportaron un peso de 192,53 g, superior a los valores reportados en este trabajo (138,36 g); sin embargo, los valores promedio para el largo (7,51 cm) y diámetro (8,14 cm) fueron similares para los dos clones evaluados (clon 001 y clon 003).

Montalvo (2011), obtuvo valores similares a los presentados en la Tabla 2 para mora variedad INIAP Andimora; reportando un peso promedio de 5,32 g; largo de 2,17 cm y diámetro de 2,05 cm.

El mortiño es una baya silvestre y, por el momento, no cuenta con una variedad específica identificada; en este sentido la revisión bibliográfica realizada no permitió encontrar estudios sobre la caracterización física de este fruto, los únicos valores de referencia encontrados para el peso y diámetro (0,32 g y 0,65 cm) de esta fruta fueron los reportados por Montalvo (2011) y Tupuna (2012), los mismos que son similares a los presentados en la Tabla 2.

En naranjilla (Tabla 2) los valores coincidieron con lo reportado por López (2011), quien obtuvo 109,54 g para el peso y 5,57 y 5,86 cm para el largo y diámetro, respectivamente.

Lo reportado en la Tabla 2, concuerda con los resultados presentados por Torres (2006), tanto para peso, largo y diámetro de tomate de árbol Anaranjado Gigante.

Medina (2006) trabajó con uvilla de la variedad Golden Keniana, reportando valores de 5,32 g, 1,99 cm y 2,11 cm para las determinaciones de peso, largo y diámetro, respectivamente; estos valores confirman los resultados obtenidos en este estudio (Tabla 2).

3.3 Firmeza

La firmeza de la fruta se evaluó como parámetro de control del grado de madurez de las frutas, encontrándose una variación importante en todas las muestras (Tabla 2). En naranjilla se observó una mayor variabilidad con un coeficiente de variación de 35,98%, seguido por arazá, tomate de árbol, mora, mortiño y uvilla (34,69; 29,81; 16,00; 11,19 y 4,34%), lo que explica la variación en cuanto a las características físicas, químicas y antioxidantes.

3.4 Caracterización química.

Tabla 3. Caracterización química de frutas tropicales y andinas ecuatorianas

FRUTA	DESCRIPCIÓN DE LA FRUTA *			
	pH	ACIDEZ TITULABLE (%)	HUMEDAD (%)	SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)
Arazá	2,86±0,10	2,39±0,02	95,36±0,30	5,83±1,20
Mora	2,89±0,07	2,81±0,07	84,09±1,26	12,69±0,43
Mortiño	3,20±0,02	0,96±0,05	84,85±0,79	11,81±0,26
Naranjilla	2,83±0,34	2,58±0,15	90,55±0,56	9,55±0,77
Tomate de árbol	3,75±0,03	2,09±0,05	87,16±1,17	12,43±0,94
Uvilla	3,75±0,03	2,09±0,05	81,26±0,79	13,73±1,50

*Los resultados son reportados en base fresca \pm desviación estándar de 20 repeticiones para los sólidos solubles (°Brix); en el caso de pH, acidez titulable y humedad \pm desviación estándar de 10 repeticiones.

Los resultados obtenidos para los parámetros químicos evaluados se reportan en la Tabla 3 y fueron comparados bibliográficamente con investigaciones previas. Es así que en arazá, Laverde (2011) presentó valores de pH y acidez titulable de 2,79 y 4,40 °Brix de sólidos solubles para el clon 003, lo que difiere de lo obtenido en este estudio.

En mora (variedad INIAP Andimora 2013) Montalvo (2011) reportó valores de 2,93 para el pH, 2,62% para la acidez titulable y un contenido de sólidos solubles de 12,60 °Brix, confirmando los resultados presentados en la Tabla 3.

Para mortiño nativo (Tabla 3), los resultados obtenidos confirmaron los estudios realizados por Montalvo (2011): pH de 2,92, acidez titulable de 1,20 %; y Tupuna (2012): sólidos solubles 11,0 °Brix, para muestras procedentes de Cotopaxi y Pichincha, respectivamente.

En naranjilla (variedad INIAP Quitoense 2009) se encontró una variación en el contenido de sólidos solubles (9,55 °Brix) con respecto a los datos reportados por López (2011): 12,60 °Brix, probablemente debido a que las muestras seleccionadas para la investigación y las escogidas por este autor estuvieron en distintos estados de madurez. En cuanto al pH (2,93) y acidez titulable (2,62 %), los valores fueron muy similares a los reportados por dicho autor.

Para tomate de árbol variedad Anaranjado Gigante, Torres (2006) presentó valores de pH (3,76), acidez titulable (1,87 %) y sólidos solubles (12,7 °Brix), similares a los reportados en este estudio (Tabla 3). Las diferencias encontradas estuvieron influenciadas por las zonas de procedencia y el estado de madurez de las muestras en estudio.

Finalmente, Medina (2006) presentó valores similares a los de la Tabla 3: pH de 3,74; 1,26 % de acidez titulable y 12,7 °Brix, para muestras de uvilla variedad Golden Keniana.

3.5 Caracterización funcional

En la Tabla 4 se presenta el perfil de compuestos antioxidantes en las frutas tropicales y andinas en estudio.

Tabla 4. Perfil de compuestos antioxidantes en frutas tropicales y andinas ecuatorianas

FRUTA	ANTIOXIDANTES			
	Antocianinas Totales* (mg Cy-3-glu/100g)	Carotenoides Totales* (µg β-caroteno/g)	Polifenoles Totales* (mg ácido gálico/100 g)	Vitamina C* (mg ácido ascórbico/100g)
Arazá	ND	62,85±3,36	3507,79±1430,36	427,74±78,83
Mora	1416,69±158,71	ND	6352,28±633,61	100,49±11,19
Mortiño	2682,30± 602,92	ND	7254,62±1209,17	75,10± 6,68
Naranja	ND	57,93±4,28	897,58±227,77	200,62±20,50
Tomate de árbol	ND	123,18±16,61	1062,77±57,87	193,84±24,75
Uvilla	ND	65,21±8,31	259,93±42,74	159,22±23,89

*Los resultados son reportados en base seca ± desviación estándar de 15 repeticiones. ND (No detectable)

3.5.1 Antocianinas totales

Las antocianinas (Tabla 4) son parte del perfil de compuestos bioactivos presentes en mortiño y mora, encontrándose una concentración promedio de 2682,30 mg de Cy-3-glu/100 g en mortiño, similar a lo reportado por Vasco et al. (2009): 3832,95 mg de Cy-3-glu/100 g) y 1416,68 mg de Cy-3-glu/100g para mora dentro del intervalo reportado por otros autores (Garzón G. A. et al., 2009; Mertz C. et al., 2009)

3.5.2 Carotenoides totales

La fruta que presentó mayor concentración de carotenoides totales (Tabla 4) fue el tomate de árbol con 123,18 µg de β-caroteno/g, similar a lo reportado Mertz et al. (2009), al cual es atribuido al color anaranjado de la fruta.

En uvilla (Tabla 4), los valores obtenidos (65,21±8,31 µg de β-caroteno/g en base seca), son cercanos a los reportados por Ramadan (2011), quien presentó un valor de carotenoides totales de 16 µg de β-caroteno/g en muestra fresca, el cual corresponde a 85,38 µg de β-caroteno/g de muestra seca.

El valor promedio para el contenido de carotenoides totales en las 15 muestras de arazá (Tabla 4).

analizadas fue de 62,85±3,36 µg de β-caroteno/g de muestra seca. Estos resultados en muestras de arazá del clon 003 confirman los estudios realizados por Laverde (2011), quien encontró: 55,32 µg de β-caroteno/g de muestra seca.

El color de la naranja (Tabla 4) tendió hacia la tonalidad verde, lo que se reflejó en una menor concentración de carotenoides (57,93 µg de β-caroteno/g), estos valores confirmaron los estudios realizados por Acosta et al., (2009), en los que se hallaron 76,59 µg de β-caroteno/g de muestra seca en naranja de Costa Rica.

3.5.3 Polifenoles totales

El análisis de polifenoles totales en las seis frutas seleccionadas (Tabla 4) demostró que el mortiño y la mora presentan los contenidos más altos de este antioxidante. En muestras de mortiño se obtuvieron 7254,62 ± 1209,17 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca. Estos resultados son similares a los reportados por diferentes autores (Tupuna D., 2012; Vasco C., et al., 2009) para muestras de mortiño ecuatoriano (8104,52 a 9799,02 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca). En mora variedad INIAP Andimora 2013 se identificó un contenido de polifenoles totales de 6352,28 ± 633,61 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca, estos resultados fueron similares a los reportados por Mertz et al. (2009), Montalvo D. (2011) y Garzón et al., (2009), para muestras de mora de Castilla de diferentes orígenes (2340,24 a 6300 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca).

Para muestras de arazá el valor obtenido fue de 3507,79 ± 1430,36 mg de ácido gálico/100 g de muestra en base seca, superior al valor reportado por Laverde (2011) de 2477,72 mg de ácido gálico/100 g en muestra seca.

Los estudios realizados en naranja, reportaron un contenido de polifenoles de 897,58 ± 227,77 mg de ácido gálico/100 g de muestra en base seca. Estos resultados son superiores a los estudios realizados por diferentes autores como Cerón et al. (2010), Vasco et al. (2008), Contreras-Calderón et al. (2011) y Acosta et al. (2009) quienes reportaron entre 510,72 y 699,79 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca.

Para tomate de árbol Anaranjado Gigante se obtuvo un contenido de polifenoles de 1062,77 ± 57,87 mg de ácido gálico/100 g en base seca que corresponde a 136,36 ± 7,43 mg de ácido gálico/100 g en base fresca. Estos resultados fueron superiores a los reportados por Torres (2006), quien presentó un valor de polifenoles de 84 mg de ácido gálico/100 g en muestra fresca.

El contenido promedio de polifenoles totales en uvilla fue de 259,93 ± 42,74 mg de ácido gálico/100 g de muestra seca, lo que confirma lo reportado por Cerón et al. (2010), quienes presentaron un valor de polifenoles totales en uvilla colombiana de 215,60 mg de ácido gálico/100 g en muestra seca.

3.5.4 Vitamina C

Los resultados de esta investigación mostraron que la fruta que presentó el contenido promedio más alto de vitamina C fue el arazá, con 427,74 mg de ácido ascórbico/ 100 g de muestra, valores superiores a los reportados por Mejía et al., (2006) y Contreras-Calderón et al., (2011) entre 182,77 y 61,7 mg de ácido ascórbico/100 g). Le siguieron, en este orden, la naranja, el tomate de árbol, la uvilla, la mora y el mortiño.

Los valores reportados en la Tabla 4 para naranjilla fueron superiores a los reportados por Cerón et al. (2010) y Vasco et al. (2008) para naranjilla originaria de Ecuador y Costa Rica (84,59 a 133 mg ácido ascórbico/100 g). En tomate de árbol los valores obtenidos (ver Tabla 4) fueron similares a los reportados por Torres (2006) de $33,19 \pm 19$ mg de ácido ascórbico/100 g en muestra fresca. Para uvilla de la variedad Golden Keniana los valores presentados en la Tabla 4, estuvieron dentro del rango reportado por diferentes autores (Medina G., 2006; Ramadan M., 2011) para uvilla de diferentes orígenes y variedades (98,28 a 229,19 mg de ácido ascórbico/100 g).

Las frutas que presentaron un menor contenido de vitamina C fueron mora y mortiño (Tabla 4); estos valores fueron comparados con los encontrados en estudios realizados por Garzón et al., (2009) y Montalvo (2011). Los valores de vitamina C en mora hallados en el presente trabajo (100, 49 mg ac. ascórbico/100 g) resultaron dentro del intervalo reportado en la bibliografía (80,40 a 132,66 mg de ácido ascórbico/100 g). Vasco et al., (2009) reportó en mortiño nativo de Ecuador valores de 99,99 mg de ácido ascórbico/100 g, algo superiores a los 75,10 mg/100 g determinados en este trabajo.

4. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo permitió crear una base de datos de parámetros físicos (longitud, diámetro, peso, firmeza y rendimiento), químicos (acidez titulable, pH, % de humedad, sólidos solubles) y funcionales (antocianinas, carotenoides, polifenoles y vitamina C) de seis frutas exóticas ecuatorianas de diferentes variedades y procedencias.

Queda evidenciado que los frutales seleccionados contienen propiedades antioxidantes beneficiosas para el organismo humano y el contar con una información completa acerca de las características y variedades cultivadas permitirá su aprovechamiento a nivel científico, industrial y de consumo.

Los resultados obtenidos en el estudio fueron comparados bibliográficamente con frutas procedentes de otros países y localidades, estableciéndose que existe una clara influencia de la zona de producción sobre las características físicas, químicas y funcionales de las frutas evaluadas.

Es importante establecer que en el caso del arazá, la mora y la naranjilla se trabajó con material vegetal desarrollado por el INIAP. En el caso del tomate de árbol, la uvilla y el mortiño se seleccionaron muestras de autóctonas de localidades ecuatorianas.

En función del análisis del contenido de antocianinas totales se estableció que las muestras de mortiño, la especie más rica en dicho fotoquímico, que procedieron de Salinas presentaron un menor contenido de antocianinas con respecto a las muestras procedentes de Machachi y Sigchos.

Dentro del análisis de carotenoides se encontró muy poca información bibliográfica con respecto a frutas cultivadas en Ecuador como el arazá, naranjilla, tomate de árbol y uvilla; por lo cual la comparación se realizó con frutales originarios de otros países identificándose una variación entre los valores obtenidos y los bibliográficos de referencia.

En frutos como el arazá y el mortiño se observó una variación importante en el contenido de polifenoles totales. Esta variación se atribuyó a que las muestras incluyeron dos clones diferentes en arazá (clon 001 y 003) y muestras de distinta procedencia en mortiño (Sigchos, Salinas y Machachi). En arazá se observó que las muestras que corresponden al clon 001 presentaron un contenido de polifenoles superiores a las muestras del clon 003. Para mortiño nativo se determinó que las muestras procedentes de Sigchos y Machachi presentaron un mayor contenido de polifenoles.

De igual manera, en el contenido de vitamina C se identificó una influencia de la zona de producción y la variedad sobre este compuesto bioactivo; obteniéndose valores diferentes que permitieron clasificar las frutas seleccionadas de acuerdo a la variedad o clon y a la zona de producción.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el valioso aporte del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, de manera especial al Departamento de Nutrición y Calidad que, mediante el Proyecto 21005270032 del Programa de Fortalecimiento Institucional, permitió la ejecución de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

Acosta O., Pérez A. M., & Vaillant F. (2009). Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59(1), 88-94.

Altamirano M. (2010). Estudio de la cadena productiva de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en la Sierra norte del Ecuador. BSc Thesis, Universidad San Francisco de Quito, Quito (Ecuador).

- Andrade J. (2012). Estudio de la capacidad antioxidante total y contenido de compuestos antioxidantes en mortiño (*Vaccinium floribundum*) tratado con luz UV-C. BSc Thesis, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito (Ecuador).
- Cerón I., Higueta J., & Cardona C. (2010). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. Vector, 5, 17-26.
- Contreras-Calderón J., Calderón L., Guerra E., & García B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. Food Research International, 44(7), 2047-2053.
- Garzón G. A., Rield K. H., & Schwartz S. I. (2009). Determination of anthocyanins, total phenolic content and antioxidant activity in Andes Berry (*Rubus glaucus* Benth). Journal of Food Science, 74(3), c227-c232.
- Jaramillo V. (2013). Nueva variedad de mora de castilla sin espinas. INIAP, 8(Abril).
- Laverde J. (2011). Estudio de las condiciones óptimas para la obtención de jugo clarificado de arazá (*Eugenia stipitata*) mediante procesos enzimático y membranario. BSc Thesis, Escuela Politécnica Nacional., Quito (Ecuador).
- López A. (2011). Determinación de las características fisicoquímicas y estudio de los índices de calidad en el comportamiento postcosecha en clones élite provenientes de cruzamientos de naranjilla en la provincia de Pastaza. BSc Thesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra (Ecuador).
- López J., García N., & Salazar R. (2010). Proyecto de valoración financiera de la elaboración y comercialización de pulpa de arazá para la ciudad de Guayaquil. BSc Thesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil (Ecuador).
- Medina G. (2006). Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de dos ecotipos de uvilla (*Physalis peruviana* L.) y granadilla (*Passiflora ligularis* L.). PhD Thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba (Ecuador).
- Mejía L., Narváez E., & Restrepo L. (2006). Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Vaugh). Agronomía Colombiana, 24(1), 87-95.
- Merck KGaA. (2012). Test de ácido ascórbico 25-450 mg/l. Método reflectométrico mediante tiras de test Reflectoquant(R).
- Mertz C., Gancel A. L., Gunata Z., Alter P., Dhuique-Mayer C., Vaillant F., et al. (2009). Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 22(5), 381-387.
- Montalvo D. (2011). Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. BSc Thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito (Ecuador).
- Orozco L. (2003). Proyecto de elaboración de una bebida energizante de pulpa de naranjilla. BSc Thesis, Universidad Tecnológica Equinoccial., Quito (Ecuador).
- Ramadan M. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. Food Research International, 44, 1830-1836.
- Rapisarda P., Fanella F., & Maccarone E. (2000). Reability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood orange Juices. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48(6), 2249-2251. doi: 10.1021/jf991157h
- Revelo J., Pérez E., & Maila V. (2004). Cultivo ecológico del tomate de árbol en Ecuador. Texto de consulta del estudiante. (pp. 87). Quito (Ecuador): INIAP, PROMSA, FONTIAGRO.
- Rodríguez H., Cuspoca J., Fischer G., Moreno L., & Quicazán M. (2007). Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) almacenado a 2°C. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 60(2), 4179-4193.
- Schotsmans W., Molana A., & MacKay B. (2007). Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects. Postharvest Biology and Technology, 44(3), 277-285.
- Slinkard K., & Singleton V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28(1), 49-55.
- Sze L., & Indrawati O. (2012). Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. Food Chemistry, 133(4), 1577-1587. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.052
- Tapia M. E., & Fries A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Lima (Perú): FAO, ANPE.
- Toledo D. (2010). Determinación del valor nutritivo y funcional de tres clones seleccionados de arazá (*Eugenia stipitata*) y seis de borjój (*Borojoa patinoi*), y evaluación del proceso para la obtención de pulpas pasteurizadas y congeladas. BSc Thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito (Ecuador).
- Torres N. (2006). Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de cuatro cultivares de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav). PhD Thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba (Ecuador).



Tupuna D. (2012). Obtención de jugo concentrado clarificado de mortiño mediante el uso de tecnología de membranas. BSc Thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito (Ecuador).

Vasco C., Riihinen, K., Ruales J., & Kamal-Eldin A. (2009). Chemical Composition and Phenolic Compound Profile of Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8274-8281.

Vasco C., Ruales J., & Kamal-Eldin A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry*, 111, 816-823. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.04.054

Viteri P., Vásquez W., León J., Viera W., Posso W., Hinojosa M., et al. (2009). Naranjilla de jugo (*Solanum quitoense* Lam.) injerta en patrones de solanáceas silvestres resistentes a *Fusarium oxysporum* y a *Meloidogyne incognita*. *INIAP*, 354, 12.