



Sustancias bioactivas y actividad antioxidante de frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano

Bioactive substances and antioxidant activity of native fruit trees from moorlands and cloud forests in northern Peru

Fidel A. Torres-Guevara^{✉1}, Mayar L. Ganoza Yupanqui², Luz A. Suárez-Rebaza³

¹ Asociación para la Ciencia e Innovación Agraria de la Red Norte - AgroRed Norte, Piura, Perú.

² Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

³ Departamento de Farmacotecnia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

RESUMEN

Objetivos. Determinar los principales tipos de sustancias bioactivas, contenido de polifenoles y actividad antioxidante de cinco frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano. **Materiales y métodos.** Cinco frutales nativos (*Gaultheria reticulata* «ushpa», *Hesperomeles obtusifolia* «sachón», *Physalis peruviana* «tungay», *Rubus robustus* «muyaca» y *Symplocos nuda* «chimicuno») fueron evaluados mediante análisis fitoquímico preliminar, contenido de polifenoles por el método de Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante, mediante tres métodos (DPPH, ABTS y CUPRAC) en tres sistemas de extracción (decocción, etanol 45% y etanol 96% acidulado). **Resultados.** Los frutales nativos «ushpa» y «sachón» de los páramos; «muyaca» y «chimicuno» de los bosques de neblina contienen de 4 a 5 tipos de sustancias bioactivas (compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas y triterpenoides/esteroides). Las especies contienen valores significativamente altos de polifenoles en el extracto acuoso por decocción que se encontraron entre $62,30 \pm 2,49$ y $5,36 \pm 0,20$ mg de equivalentes ácido gálico/g de fruto liofilizado. La actividad antioxidante, bajo tres sistemas de extracción y tres métodos de análisis mostró valores significativamente altos entre $1,43 \pm 1,19$ y $413,92 \pm 4,09$ mg de equivalentes de Trolox/g fruto liofilizado. **Conclusiones.** Las sustancias bioactivas identificadas, el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante por DPPH, ABTS y CUPRAC, determinan las potencialidades fitoquímicas que le dan valor nutraceútico a estos frutales nativos.

Palabras clave: Frutas; Antioxidantes; Perú, *Gaultheria*; *Physalis*; *Rubus*; *Hesperomeles*; *Symplocos* (Fuente: DeCS).

ABSTRACT

Objectives. To determine the main types of bioactive substances, polyphenol content and antioxidant activity of five native fruit trees of Paramos and Cloud Forests of Northern Peru. **Materials and methods.** Five native fruit trees (*Gaultheria reticulata* "ushpa", *Hesperomeles obtusifolia* "sachón", *Physalis peruviana* "tungay", *Rubus robustus* "muyaca" and *Symplocos nuda* "chimicuno") were evaluated by preliminary phytochemical analysis, polyphenol content by Folin-Ciocalteu method and antioxidant activity by three methods (DPPH, ABTS and CUPRAC) in three extraction systems (decoction, ethanol 45% and ethanol 96% acid). **Results.** The native fruit trees "ushpa" and "sachón" of the Paramos; "muyaca" and "chimicuno" from Cloud Forests contain 4 to 5 bioactive substances (phenolic compounds, flavonoids, saponins and triterpenoids/steroids). The species contain significantly high values of polyphenols in the aqueous extract by decoction that were found between 62.30 ± 2.49 and 5.36 ± 0.20 mg Gallic Acid equivalents/g of lyophilized fruit. The antioxidant activity, under three extraction systems and three analysis methods, showed significantly high values between 1.43 ± 1.19 and 413.92 ± 4.09 mg of Trolox equivalents/g lyophilized fruit. **Conclusions.** The bioactive substances identified, the polyphenol content and the antioxidant activity by DPPH, ABTS and CUPRAC, determines the phytochemical potentialities that give nutraceutical value to these native fruit trees.

Key words: Fruit; Antioxidants; Peru; *Gaultheria*; *Physalis*; *Rubus*; *Hesperomeles*; *Symplocos* (Source: DeCS).

Información del artículo

Correspondencia

Fidel A. Torres Guevara
962377390
fidel.torres@agrorednorte.org.pe

Conflictos de interés

Los autores no reportan conflictos de interés.

Fuente de financiamiento

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Citar como: Torres-Guevara FA, Ganoza Yupanqui ML, Suárez-Rebaza LA. Sustancias bioactivas y actividad antioxidante de frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano. Rev Peru Med Integrativa. 2020; 5(4):129-34. doi: <http://dx.doi.org/10.26722/rpmi.2020.54.185>

INTRODUCCIÓN

Las especies frutales nativas silvestres, conocidas y consumidas, que se desarrollan en los ecosistemas de páramos y bosques de neblina representan una fuente nutricional indiscutible, un medio de fortalecimiento de la salud, especialmente por contener sustancias bioactivas (SBA) que fortalecen el sistema inmune. Sin embargo, presentan limitadas investigaciones sobre sus fitoconstituyentes y potencial uso nutracéutico con actividad antioxidante, lo que impide estandarizar su consumo para manejarlas o producirlas de manera controlada y en cantidades suficientes para procesarlas como innovaciones alimenticias y nutracéuticas⁽¹⁾.

La creciente demanda por alimentos saludables hace que las especies frutales sean motivo de nuevos enfoques de investigación, en respuesta al interés de los mercados diferenciados, por tratarse de los principales alimentos vegetales nutricionales, algunos con importantes funciones terapéuticas y otras que contribuyen al fortalecimiento del sistema inmune⁽²⁾, lo que repercute en el incremento de las investigaciones sobre sus potencialidades nutracéuticas, inmunomoduladoras e inmunopotenciadoras⁽³⁾ que ofrecen mayor valor agregado a las especies frutales silvestres de los páramos y bosques de neblina de los Andes del norte peruano⁽⁴⁾. Son diez especies frutales nativas cultivadas, más consumidas y producidas en el agroecosistema del entorno de los bosques de neblina. Sin embargo, se registran aproximadamente veinte especies silvestres no cultivadas consumidas, que se distribuyen en el bosque de neblina y los páramos^(5, 6). Estas especies están someramente descritas y su análisis fitoquímico es incipientemente abordado^(7,8).

El vacío científico por cubrir en la valorización de dichas especies frutales nativas, es que, además de una precisa descripción y determinación taxonómica, se debe realizar el análisis fundamental de la riqueza fitoquímica mediante la determinación de los principales compuestos bioactivos que poseen, como los compuestos fenólicos (CF) que brindan la capacidad antioxidante de la planta y la cuantificación de la actividad antioxidante misma^(9, 10).

El objetivo del presente estudio fue determinar los principales tipos de sustancias bioactivas, su contenido de polifenoles y la actividad antioxidante en tres sistemas de extracción y tres métodos de análisis de cinco frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y determinación de las especies

Las especies *Gaultheria reticulata* Kunth «ushpa» y *Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl. «sachón» fueron colectadas en las zonas de páramos (entre 3000 y 3500 m

de altitud); *Physalis peruviana* L. «tungay», *Rubus robustus* C. Presl «muyaca», y *Symplocos nuda* Bonpl. «chimicuno» fueron colectadas en los bosques de neblina (entre 2800 y 1700 m de altitud) del distrito de El Carmen de la Frontera de la provincia de Huancabamba, de marzo de 2019 a febrero de 2020. Se seleccionaron cinco especies con gran potencial desde el conocimiento de los comuneros expertos. Las especies se sometieron a determinación taxonómica en el Herbario «Isidoro Sánchez» (CPUN), de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Reactivos y solventes

Reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich), ácido gálico (Merck), acetato de sodio anhidro (J.T. Baker), 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (Sigma-Aldrich), ácido (±)-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Trolox, Sigma-Aldrich), 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio) (Sigma-Aldrich), neocuproina (Sigma-Aldrich), carbonato de sodio (J.T. Baker), cloruro cúprico dihidratado (Merck), acetato de amonio (J.T. Baker), y etanol 96% (CKF).

Identificación de sustancias bioactivas

Se identificaron las sustancias bioactivas mediante marchas fitoquímicas modificadas. Se emplearon tres solventes (diclorometano, etanol y agua). Se realizaron reacciones de coloración y precipitación para identificar alcaloides (reacción de Mayer y reacción de Wagner); antocianinas (cambio de pH con hidróxido de sodio y con ácido); antraquinonas (reacción de Börntrager); compuestos fenólicos (reacción con cloruro férrico); cumarinas (reacción de Baljet); triterpenoides y/o esteroides (reacción de Liebermann-Burchard); flavonoides (reacción de Shinoda); saponinas (ensayo de la espuma) y taninos (reacción con cloruro férrico)⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

Preparación de los extractos

Se prepararon tres sistemas de extracción: un acuoso por decocción y dos hidroalcohólicos por sonicación (etanol 45% y etanol 96%/H+ a pH 1). Los extractos fueron preparados a partir de los frutos liofilizados al 10% de peso/volumen de sistema de extracción^(15, 16).

Análisis del contenido de polifenoles

Se realizó mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, usando el ácido gálico como estándar en el rango de 0,02 a 0,16 mg/mL y el contenido de polifenoles en los frutales nativos fueron expresadas en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de fruto liofilizado (mg EAG/g FL)⁽¹⁷⁾. Tanto las soluciones de estándar como las muestras fueron analizadas por triplicado. Para el ensayo se tomaron 25 µL del extracto y se adicionaron en una microplaca de 96 pocillos, luego se añadieron 125 µL del reactivo Folin-Ciocalteu al 10%, se agitó a 45 °C por 20'. Posteriormente, se añadieron 100 µL de carbonato de sodio al 7% y se dejó reaccionar por 10' en oscuridad, se leyó a 760 nm⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

Tabla 1. Compuestos bioactivos de frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano

Frutal nativo	Alcaloides	Antocianinas	Antraquinonas	Compuestos fenólicos	Cumarinas	Triterpenoides y/o esteroides	Flavonoides	Saponinas	Taninos
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth «ushpa»	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl. «sachón»	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Physalis peruviana</i> L. «tungay»	0	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Rubus robustus</i> C. Presl «muyaca»	0	1	0	1	0	1	1	1	0
<i>Symplocos nuda</i> Bonpl. «chimicuno»	1	0	0	1	1	0	1	0	1

Ausencia (0). Presencia (1).

Actividad antioxidante por el radical DPPH

Se evaluó mediante el método del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), utilizando Trolox como patrón de referencia en el rango de 0,05 a 0,3 mg/mL, la actividad antioxidante de los frutales nativos fue expresada en mg de equivalentes de Trolox por gramo de fruto liofilizado (mg ET/g FL). Se colocaron 10 µL del extracto y 300 µL de DPPH 0,1 mM (preparado en etanol) en una microplaca de 96 pocillos, se dejó reaccionar por 15' y se cuantificó a 517 nm, todos los ensayos fueron evaluados por triplicado (17,21).

Actividad antioxidante por el radical catión ABTS

Se analizó mediante el método del radical catión del ácido 2,2'-azino bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS), utilizando Trolox como patrón de referencia en el rango de 0,05 a 0,25 mg/mL, la actividad antioxidante de los frutales nativos fue expresada en mg ET/g FL. Se colocaron 10 µL del extracto y 300 µL de ABTS 7 mM (previamente activado con K2S2O8 2,45 mM) en una microplaca de 96 pocillos, se dejó reaccionar por 15' y se cuantificó a 517 nm, todos los ensayos fueron evaluados por triplicado (17,22).

Capacidad antioxidante reductor de ion cúprico (CUPRAC)

En el método de CUPRAC se utilizó Trolox como patrón de referencia en el rango de 0,05 a 1,5 mg/mL, la capacidad

Tabla 2. Contenido de polifenoles de frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano

Frutal nativo	Polifenoles (mg EAG/g FL)		
	Decocción	Etanol 45%	Etanol 96%/H*
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth «ushpa»	62,30±2,49 ^a	12,61±0,69 ^{a,b}	6,70±0,25 ^d
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl. «sachón»	15,20±0,26 ^c	10,53±0,51 ^{b,c}	8,66±0,23 ^c
<i>Physalis peruviana</i> L. «tungay»	15,78±1,33 ^c	15,30±1,54 ^a	11,66±0,34 ^b
<i>Rubus robustus</i> C. Presl «muyaca»	47,87±4,11 ^b	4,65±0,77 ^d	11,60±1,06 ^b
<i>Symplocos nuda</i> Bonpl. «chimicuno»	5,36±0,20 ^d	8,32±1,75 ^c	16,98±0,33 ^a

a, b, c, d = grupos con diferencias significativas (p<0,05) (Prueba post hoc de Tukey HSD)

antioxidante de los frutales nativos fue expresada en mg ET/g FL. Se mezclaron 250 µL de CuCl₂, 250 µL de neocuproina (Nc), 250 µL de buffer acetato de amonio, 10 µL del extracto y 265 µL de agua destilada en una microplaca de 96 pocillos, se dejó reaccionar por 30' y se analizó a 450 nm, todos los ensayos fueron evaluados por triplicado (23,24).

Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple (prueba post hoc de Tukey HSD) con un nivel de significancia del 95% (p<0,05), fue aplicado para el contenido de los polifenoles y las actividades antioxidantes de los frutales nativos por tipo de extracto.

RESULTADOS

El conocimiento tradicional sobre las propiedades nutricionales y terapéuticas de las especies vegetales nativas (frutales nativos) asignadas por los conocedores de las comunidades de los páramos y bosques nublados del norte peruano (sierra de Piura), son verificadas en términos de identificación de sustancias bioactivas (Tabla 1) favorables a la salud, contenido de polifenoles (Tabla 2) y su actividad antioxidante (Tabla 3 y Figura 1).

Tabla 3. Actividad antioxidante de frutales nativos de páramos y bosques de neblina del norte peruano

Frutal nativo	Actividad antioxidante (mg ET/g FL)								
	Decocción			Etanol 45%			Etanol 96%/H+		
	DPPH	ABTS	CUPRAC	DPPH	ABTS	CUPRAC	DPPH	ABTS	CUPRAC
«ushpa»	125,03±3,11 ^b	52,19±3,47 ^b	334,34±40,75 ^b	115,52±4,98 ^b	27,62±4,84 ^{b,c}	83,91±0,94 ^c	54,93±2,53 ^c	76,27±8,02 ^b	79,87±0,22 ^c
«sachón»	28,37±0,49 ^c	61,15±1,19 ^a	125,81±1,38 ^c	151,83±11,72 ^a	206,09±9,35 ^a	97,38±2,59 ^b	95,67±4,86 ^b	137,54±8,80 ^a	103,26±1,76 ^b
«tungay»	15,71±1,65 ^d	41,64±0,71 ^c	100,03±1,67 ^c	31,19±3,53 ^d	15,56±3,90 ^{c,d}	105,61±2,03 ^a	11,01±2,10 ^d	1,43±1,19 ^d	76,31±3,29 ^{c,d}
«muyaca»	145,98±1,46 ^a	54,15±4,05 ^b	413,92±4,09 ^a	86,20±5,44 ^c	32,06±4,45 ^b	66,06±2,31 ^d	169,23±6,78 ^a	40,43±6,90 ^c	111,74±1,93 ^a
«chimicuno»	2,13±0,56 ^e	14,14±1,84 ^d	32,39±1,19 ^d	11,02±1,00 ^e	2,55±2,37 ^d	40,25±0,71 ^e	21,39±1,34 ^d	23,75±2,10 ^c	72,08±1,96 ^d

a, b, c, d, e = grupos con diferencias significativas (p<0,05) (Prueba post hoc de Tukey HSD)

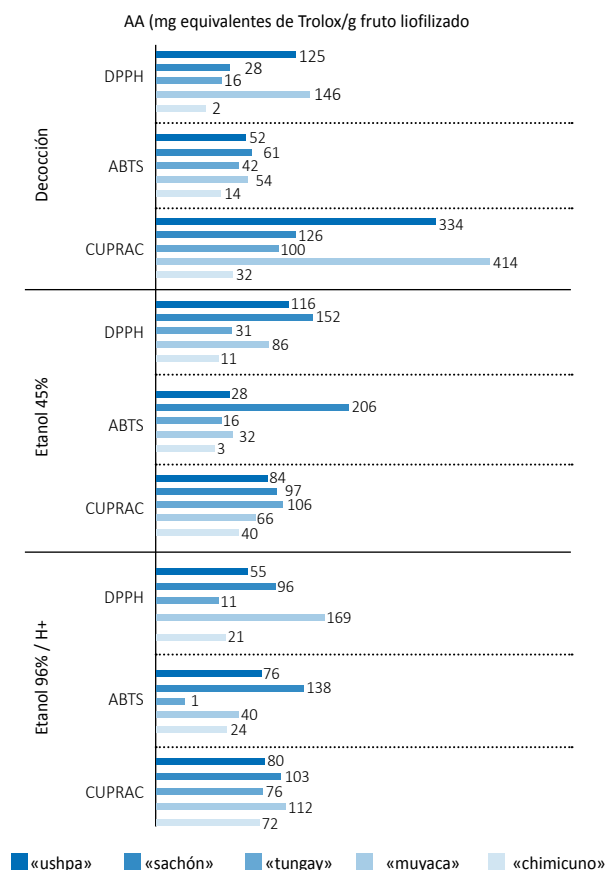


Figura 1. Actividad antioxidante (AA) de cinco frutales nativos en tres sistemas de extracción y tres métodos de análisis.

DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra que «sachón» y «chimucuno» son las especies con mayor diversidad de sustancias bioactivas (cinco), seguidas de «muyaca» y «ushpa», mientras que «tungay» es la que presenta solo tres en la evaluación. Es decir que las dos primeras tienen el mejor rango de sustancias bioactivas disponibles como medios potenciales de adaptación para enfrentar las condiciones cambiantes de las diferencias locales del ambiente, como las que se encuentran en progreso a nivel global como expresión del cambio climático (25). Sin embargo, la presencia de estas SBA en el tamizaje fitoquímico no necesariamente garantiza su responsabilidad por el efecto deseado, debido a que el tamizaje solo detecta su existencia, no su concentración. De otra parte, se puede observar que SBA, como los CF y flavonoides, se encuentran en cuatro de las cinco especies en estudio, seguido de las saponinas y esteroides, lo que sugiere que el ambiente induce a la síntesis de estos compuestos como medios de adaptación a él (26).

Los mayores valores de contenido de polifenoles se registran en el extracto acuoso por decocción entre 62,30

± 2,49 y 5,36 ± 0,20 mg de equivalentes de ácido gálico/g de fruto liofilizado, para «ushpa», «muyaca», «tungay» y «sachón»; estadísticamente, existe una significativa diferencia de superioridad de «ushpa» respecto a los demás frutales. En conjunto, los valores de estas especies son significativamente elevados en comparación a otros frutos tropicales de géneros similares que reportan entre 8,6 a 32,2 mg EAG/g (27, 28). En el extracto hidroalcohólico de etanol 45% «tungay», «ushpa» y «sachón» muestran las mayores concentraciones, aunque con valores significativamente menores para los casos de «ushpa» y «muyaca» respecto a la decocción (Tabla 2). En el extracto de etanol 96% acidificado a pH 1, solamente «chimucuno» obtuvo altos valores relativos de 16,98 ± 0,33 mg EAG/g FL respecto a los otros sistemas de extracción y frente a las otras especies; probablemente se deba a que el pericarpio del fruto «chimucuno» es muy duro (Tabla 2). Estos resultados resaltan la relevancia del uso de diferentes sistemas de extracción para identificar los procedimientos apropiados según las características de las especies a fin de aprovechar sus propiedades.

En general, es importante el hallazgo de que los mayores valores se registran en el extracto acuoso de decocción, ya que ello coincide con las formas en que son consumidos por las familias agrarias cuando estos frutos son utilizados con fines terapéuticos; además de su consumo en fresco, a excepción de «chimucuno», que para ser consumido debe ser procesado como tostado o cocción.

La actividad antioxidante de las cinco especies muestra un amplio rango de valores desde 1,43 ± 1,19 hasta 413,92 ± 4,09 mg ET/g FL (Tabla 3) respecto a valores registrados para frutos tropicales de ecosistemas similares que reportan entre 2,2 y 74,9 mg ET/g (27,29-32). Las especies «muyaca» «sachón» y «ushpa» han mostrado los mayores valores en los tres sistemas de extracción y bajo los tres métodos de análisis (Figura 1). En el caso de «muyaca» los mayores valores de su actividad antioxidante se observan en los extractos acuosos por decocción y de etanol 96% acidificado, cuando se emplean los métodos DPPH y CUPRAC; «sachón» también presenta sus valores máximos en los tres sistemas de extracción y especialmente con el método ABTS. También «ushpa» expresa altos valores en los tres sistemas de extracción y en los tres métodos de análisis DPPH, ABTS y CUPRAC. De otra parte, «chimucuno» registra los valores más bajos de actividad antioxidante en los tres sistemas de extracción y con los tres métodos análisis.

Usando los métodos DPPH y CUPRAC, con los extractos acuosos por decocción de las cinco especies, se manifestaron valores equivalentes. Es decir, con ambos métodos «muyaca», «sachón», «ushpa», «tungay» y «chimucuno» mostraron valores de mayor a menor en

el mismo orden. Estos dos métodos con los extractos de etanol 96% acidificado, también expresaron valores equivalentes para tres de las cinco especies: «muyaca», «sachón» y «ushpa». Usando ABTS «sachón» mostró valores máximos con los tres sistemas de extracción y, con este mismo método, los extractos de decocción y etanol 45% de las cinco especies manifestaron también valores equivalentes en el orden de mayor a menor; «sachón», «muyaca», «ushpa», «tungay» y «chimicuno».

Las especies estudiadas a partir del conocimiento local, han mostrado importantes propiedades fitoquímicas que permite valorizarlas no solo como alimentos nutricionales, sino también como aportantes en propiedades terapéuticas, por el tipo y concentración de sustancias bioactivas que poseen que les dan capacidad y actividad antioxidante.

Es importante resaltar los significativamente altos valores, tanto en el contenido de polifenoles como de la actividad antioxidante, de las cinco especies bajo el sistema de extracción acuoso por decocción, por la ventaja económica que puede tener en la generación de innovaciones como productos naturales terapéuticos y nutraceuticos elaborados en las zonas rurales de las familias que aportaron sus conocimientos para orientar las investigaciones fitoquímicas. También, la importancia del empleo de los tres métodos de análisis, que permite detectar la presencia de compuestos bioactivos, así como la actividad antioxidante que otros métodos no detectan.

Por ello, se puede concluir que las sustancias bioactivas (compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas y triterpenoides/esteroides) identificadas, el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante por DPPH, ABTS y CUPRAC, determinan las potencialidades fitoquímicas que le dan valor nutraceutico a estos frutales nativos.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo financiero del proyecto CONCYTEC-Banco Mundial «Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica» 8682-PE, a través de su unidad ejecutora FONDECYT (contrato 179-2018-FONDECYT-BM-IADT-MU).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bussmann RW, Sharon D. Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía- La flora mágica y medicinal del Norte del Perú. *Ethnobotany Research & Applications*. 2016;15(1):1-293.
- Contreras-Calderón J. Capacidad antioxidante en frutas colombianas. En: XV Reunión de la Comisión Permanente de la Conferencia Ibero-Americana de Farmacología (COIFFA). *Vitae*. 2012;19(Supl. 2):S29-S31.
- Pichardo González NI, Teo Ochaeta AY. Actividad Inmunomoduladora de Especies Cultivadas Nativas de Mesoamérica" (*P. alliacea* L y *S. domingensis* Willd) [Tesis para optar el título profesional]. [Guatemala]: Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala; 2010. 71 p.
- Torres-Guevara FA, Ganoza-Yupanqui ML, Suárez-Rebaza LA, Malca-García GR, Bussmann RW. Wild Plants of Northern Peru Traditions, Scientific Knowledge, and Innovation. En: Rai M, Bhattarai S, Feitosa CM, editores. *Wild Plants: The Treasure of Natural Healers*. Boca Raton: CRC Press; 2020. p.37-63.
- Valladolid B. Especies forestales de Piura: Enfoque fitogeográfico, taxonómico y etnobotánico en la Región Piura. Central Peruana de Servicios – CEPESER-Piura-Perú. 2010. 170 p.
- Mostacero León J, Mejía Coico F, Gastañadui Rosas D; de La Cruz Castillo J. Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*. 2017;8(3):215-24.
- Vásquez Nuñez L, Escurra Puicón J, Aguirre Tocas R, Vásquez Salazar G, Vásquez Arca LP. Plantas medicinales del norte del Perú. *Lambayeque: FINCYT*; 2010. 382 p.
- Sánchez I, Sánchez A. La diversidad biológica en Cajamarca: visión étnico-cultural y potencialidades. *Cajamarca: Visual 47 Ediciones*; 2012. 205 p.
- Price Passalacqua DS, Luque Castañeda EJ, Meza Davey B. Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (*Vaccinium corymbosum* var. "biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú [Tesis para optar el título profesional]. [Lima]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2017. 44 p.
- Jurado Teixeira B, Aparcana Ataurima IM, Villarreal Inca LS, Ramos Llica E, Calixto Cotos MR, Hurtado Manrique PE, Acosta Alfaro KMC. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de "aguaymanto" (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Rev Soc Quím Perú*. 2016;82(3):272-9.
- Lock O. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú; 2016.
- Miranda M, Cuellar A. Manual de Prácticas de Laboratorio: Farmacognosia y Productos Naturales. Habana: Universidad de la Habana; 2000.
- Rao USM, Abdurrazak M, Mohd KS. Phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca*. *Malaysian J Anal Sci*. 2016;20:1181-90.
- Ganoza M. Fundamentación química de las reacciones de coloración y precipitación en la identificación de

- metabolitos secundarios de plantas Medicinales. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2001.
15. Torres-Guevara FA, Ganoza-Yupanqui ML. Etnobotánica y sistemas de extracción para compuestos fenólicos, actividad antioxidante y toxicidad de plantas de paramos y bosques nublados del norte peruano. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*. 2017;2(2):101-9.
 16. Ganoza-Yupanqui M, Costilla-Sánchez N, Velásquez-Arévalo S, Polo-Vidal M. Compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de extractos de especies vegetales de Cachicadán, La Libertad-Perú. *Perspectiva*. 2015;16(2):203-8.
 17. Suárez-Rebaza LA, Ganoza-Yupanqui ML, Zavala-Urtecho ED, Alva-Plasencia PM. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos hidroalcohólicos y acuosos de frutos de *Prosopis pallida* "algarrobo". *Agroindustrial science*. 2019;9(1):87-91.
 18. Benites J, Ybañez-Julca RO, Ganoza-Yupanqui ML, Mantilla-Rodríguez E, Zavala E, Velásquez S, Gajardo S, Morales B, de Albuquerque RDDG, Rocha L, Martínez JL. Antioxidant effect and chemical composition of *Ananas comosus* [L.] Merr. Peels from Peruvian northern. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat*. 2019;18(6):577-85.
 19. Alarcón-Aguilar BA, Zavala-Urtecho ED, Suárez-Rebaza LA, Ganoza-Yupanqui ML, Fernández-Sosaya JL. Polifenoles, capacidad antioxidante y factor de protección solar de *Borago officinalis* L. "borraja" dispensada en las farmacias naturales de EsSalud. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*. 2018;3(3):138-43.
 20. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol*. 1999;299:152-78.
 21. Marinova G, Batchvarov V. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenger activity by DPPH. *Bulg J Agric Sci*. 2011;17(1):11-24.
 22. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999;26:1231-7.
 23. Çelik ES, Özyürek M, Güçlü K, Apak R. Solvent effects on the antioxidant capacity of lipophilic and hydrophilic antioxidants measured by CUPRAC, ABTS/per-sulphate and FRAP methods. *Talanta*. 2010;81:1300-9.
 24. Özyürek M, Güçlü K, Tütem E, Bakan KS, Erçağ E, Çelik SE, Baki S, Yıldız L, Karaman Ş, Apak R. A comprehensive review of CUPRAC methodology. *Analytical Methods*. 2011;3(11):2439-53.
 25. Herzog S, Martinez R, Jorgensen P, Tiesen H. Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Sao José dos Campos y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE). 2010. p. 426.
 26. Carrasco-Ríos L. Efecto de La Radiación Ultravioleta-B en Plantas. *Idesia*. 2009;27(3):59-76.
 27. Chirinos R, Pedreschi R, Rogez H, Larondelle Y, Campos D. Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region. *Industrial Crops and Products*. 2013;47:145-52.
 28. Fabiani GL, Pérez EE, Corral L, Salguero AR, González M, Tereschuk ML, Boggetti HJ. Evaluación del contenido de antioxidantes en extractos convencionales y supercríticos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA*. 2013.
 29. Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2009;25(4):726-32.
 30. Zapata K, Cortes FB, Rojano BA. Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba agria (*Psidium araca*). *Información Tecnológica*. 2013;24(5):103-12.
 31. Carbonel Villanueva KN, Suárez Cunza S, Arnao Salas AI. Características fisicoquímicas y capacidad antioxidante in vitro del extracto de *Gentianella nitida*. *An Fac med*. 2016;77(4):333-7.
 32. Rojas-Barquera D, Narváez-Cuenca C-E. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. *Quim Nova*. 2009;32(9):2336-40.