

REVISTA de la SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ

(Hasta junio del 2003 (Nº2), llevaba el nombre de Boletín de la Soc. Química del Perú)

Indizada en Chemical Abstracts y
Latindex

VOLUMEN 74 Nº 2 ABRIL - JUNIO 2008



REVISTA TRIMESTRAL

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA FUNDADA EN 1933

LIMA , PERÚ

SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ
CONSEJO DIRECTIVO
(marzo 2007 - marzo 2009)

Presidente

Quím. Farm. Juan José León Cam

Vice-Presidente

Dr. Jorge Angulo Cornejo

Secretario General

Dr. José Róger Juárez Eyzaguirre

Tesorera

Ing. Quím. Flor de María Sosa Masgo

Secretaria del Consejo Directivo

Quím. María Angélica Best de Rodríguez

Director de Biblioteca

Ing. Quím. César Raúl Díaz Gonzales

Director Administrativo

Lic. Fidel Yovera Portocarrero

Vocales

M. Sc. Luis Valles Fernández

Dr. Fernando Quevedo Ganoza

Quím. Ena Cárcamo Aranda

Mg. María Nieves Lino Pacheco

Ing. Quím. Ana María Osorio Anaya

Dra. Ana María Muñoz Jáuregui

Mg. Holger Maldonado García

Mg. Eduardo Calvo Buendía

Comisión de Economía y Finanzas

Presidente: Dr. José Amiel Pérez

Comisión de Publicaciones

Presidente: Dr. Mario Ceroni Galloso

Comisión de Actuaciones Científicas

Presidente: Dr. Eduardo Calvo Buendía

INSTITUCIONES Y EMPRESAS PROTECTORAS DE LA
SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ

CORPORACIÓN INFARMASA S.A.

H.W. KESSEL S.A.

LABORATORIO DANIEL ALCIDES CARRIÓN S.A.

MERCK PERUANA S.A.

UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS & JHONSTON S.A.

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA - UNMSM

UNIVERSIDAD NORBERT WIENER

ORO ANDINO S.A.

REVISTA
de la
SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ
(Rev Soc Quím Perú)
ISSN 1810 - 634X
Revista Trimestral

DIRECTOR: Mario Ceroni Galloso

Univ. Nac. Mayor San Marcos, Perú

EDITOR: Luis Valles Fernández

Univ. Nac. Ingeniería, Perú

EDITOR ASOCIADO: Naldo Balarezo Genstein Univ. Per. Cayetano Heredia, Perú.

COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Ena Cárcamo Aranda

Univ. Nac. San Marcos, Perú

Edith López

Inst. Per. Energía Nuclear, Perú.

Ana María Osorio Anaya

Univ. Nac. Mayor San Marcos, Perú.

Comisión Revisora (árbitros)

Beyer, Lothar

Angulo Cornejo, Jorge

Universidad de Leipzig - Alemania

Univ. Nac. Mayor de San Marcos - Perú

Calvo Buendía, Eduardo

Korswagen Ederi, Richard

Univ. Nac. Mayor de San Marcos - Perú

Pontificia Universidad Católica del Perú

Chávez Orellana, Haydee

Picasso, Gino

Univ. Nac. San Luis Gonzaga - Perú

Universidad Nacional de Ingeniería - Perú

García Herbosa, Gabriel

Rueda Sánchez, Juan Carlos

Universidad Burgos - España

Pontificia Universidad Católica del Perú

Gamboa Fuentes, Nadia

Rabinovich Jaitin, Daniel

Pontificia Universidad Católica del Perú

University of N. Carolina, USA

Guija Poma, Emilio

Gorriti, Carlos

Universidad Científica del Sur - Perú

Universidad Privada Antenor Orrego

Muñoz Jáuregui, Ana María

Troncoso Corzo, Luzmila

Universidad San Martín de Porres

Facultad de Medicina UNMSM - Perú

Lock Sing, Olga

Gutiérrez Correa, Marcel

Pontificia Universidad Católica del Perú

Universidad Nacional Agraria La Molina

Revista indizada en el Chemical Abstracts y en Latindex

Sede: Av. Nicolás de Araníbar 696 Santa Beatriz – Lima 01

Casilla Postal 14-0576 – Lima 14 Perú

Teléfono (511) 472-3925 Fax: (511) 265-9049

e-mail: revsqp@gmail.com / sqperu@gmail.com

Portal web: www.sqperu.com

Ley 26905 – Hecho el depósito legal a la Biblioteca Nacional del Perú

Certificado N° 95-1567

Vol 74

ABRIL - JUNIO, 2008

N°2

En el Perú: N° suelto S/.15

Suscripción anual: S/. 60.00

En el extranjero: Suscripción anual: \$50.00

CONTENIDO

(Vol 74 N° 2)

- *Editorial* 83

Trabajos originales

- Determinación de la *capacidad antioxidante* y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinoa (*Chenopodium quinoa*), de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), por Ritva Repo de Carrasco y Christian Rene Encina Zelada..... 85
- Estudio fitoquímico y de la actividad antihelmíntica de los extractos de *Sarothamnus scoparius* y *Lupinus ballianus*, por Wilfredo Salazar, Jorge Cárdenas, Sara Villafuertes, Irma Fernández, León Villegas, Luis Pacheco, Graciela Untiveros. 100
- Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivo de frutas nativas peruanas, por Ritva Repo de Carrasco y Christian Rene Encina Zelada 108
- Evaluación electroquímica de la película protectora de una carboxi-amido-imidazolina, por Álvaro Torres Islas y Sergio Serna Barquera 125

Proyecto IUPAC

- Functional foods. Reflexions of a scientist regarding a market in expansion, by Antonio Monge..... 138

Informaciones

- A.- De la Sociedad Química del Perú**
Congreso Iberoamericano de Química..... 148
- B.- Otras Informaciones** 154

Revista Arbitrada

Derechos Reservados : prohibido el uso total o parcial del material de esta revista sin indicar la fuente de origen.

Nota: Las referencias comerciales que aparecen en los trabajos no constituyen una recomendación de la Sociedad Química del Perú.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Revista de la Sociedad Química del Perú publica trabajos originales e inéditos de carácter científico, tecnológico y técnico en el campo de las ciencias químicas. La Revista acepta preferentemente los trabajos que expresen resultados valiosos, producto de las investigaciones científicas básicas o aplicadas; así como los de divulgación que, por su importancia y la claridad de su exposición, constituyan un material valioso para la comunidad científica y tecnológica.

La Revista, en formato impreso o electrónico, está dividida en las siguientes secciones: artículos de investigación, comunicaciones cortas, cartas al editor, artículos de revisión, educación química y de divulgación. Adicionalmente, la sección informaciones está reservada a la SQP. Todos los artículos son revisados por la Comisión de Publicaciones, el corrector de estilo y por los árbitros que se designen.

Los artículos de investigación son el resultado de un trabajo experimental o teórico, producto de una investigación científica o tecnológica, que aporta un nuevo conocimiento. Se recomienda una extensión cercana a las 12 páginas a espacio simple.

Las comunicaciones cortas son trabajos cuya extensión no debe ser mayor a 4 páginas a espacio simple, escritas bajo las mismas características que un artículo de investigación. Están referidas a trabajos cortos concluidos, pero en los que hay urgencia en su publicación.

Las cartas al editor son comunicaciones que brindan la oportunidad para discutir, criticar o ampliar algunos puntos sobre los trabajos publicados en la Revista. Su extensión no debe exceder una hoja a espacio simple.

Los trabajos de revisión se basan en recopilaciones bibliográficas de temas en los que el autor tiene amplia experiencia. Se recomienda una extensión cercana a las 16 páginas a espacio simple. La Comisión de Publicaciones encomendará estos trabajos a especialistas en la materia.

Los artículos de enseñanza de la química son aquellos que proporcionan, en especial a los profesores y alumnos, una nueva visión, interpretación o aclaran los conceptos, teorías o experimentos químicos. Los requisitos que deben tener son: originalidad, importancia pedagógica, relevancia y claridad. Se recomienda una extensión cercana a las 12 páginas a espacio simple.

Las notas informativas corresponden a temas que no están relacionados a una investigación, pero son artículos que merecen ser divulgados, por ser de gran interés para la comunidad química. Se recomienda una extensión cercana a las 10 páginas a espacio simple.

Los autores de los trabajos publicados son los únicos responsables de la autenticidad y opiniones expresadas en los mismos. Todos los autores de un artículo deberán firmar una carta de presentación del trabajo como garantía de haber participado activamente en la investigación y redacción del artículo. Todas las comunicaciones entre la Comisión de Publicaciones y el autor principal se realizarán vía correo electrónico. El autor principal deberá responder los correos electrónicos en un plazo que no exceda los cinco días.

Los autores enviarán sus artículos impresos y en formato electrónico (diskette, disco compacto o al correo electrónico revsqp@gmail.com) a la Comisión de Publicaciones, junto con una carta dirigida al editor y abonarán 10 dólares por concepto de gastos administrativos, como adelanto del pago de la publicación, no reembolsables.

La publicación de cada trabajo está sujeta al pago siguiente: Cuando todos los autores son socios, US \$ 20; cuando todos los autores no son socios, US \$ 40; si entre los autores hay socios y no socios, US \$ 30; cuando los autores residen en el extranjero, US \$ 80. Cuando el número de autores es superior a 3 se pagará, además, US \$ 10 por cada autor en exceso.

Formato para los artículos

1. El texto completo debe ser escrito en formato Microsoft Word, tamaño de página A4. Márgenes: izquierdo 3 cm, derecho 3 cm, superior 3 cm, inferior 3 cm. Espacio 2, fuente Times New Roman, estilo de fuente regular (salvo indicación contraria), color de fuente negro (texto y gráficos) y tamaño de fuente 12. Se imprimirá de manera vertical. Todo el texto, excepto el título, debe estar alineado a la derecha y a la izquierda (usar la opción "justificar").
2. Los idiomas de publicación son español e inglés.
3. El título del trabajo, que debe ser **breve y claro**, en español e inglés (este último antes del abstract) se escribe con tamaño de fuente 16, centrado y en negrita. Los nombres completos de los autores aparecerán a continuación con tamaño de fuente 12; el autor principal se identificará con un asterisco. Las instituciones de las que proceden los autores se escriben con tamaño de fuente 10 e irán a pie de página, donde también sólo el autor principal se identificará con un asterisco y colocará su correo electrónico, justo después de la dirección postal completa de su institución.
4. Se presentarán dos resúmenes, uno en español y otro en inglés (abstract), con una extensión aproximada entre 50 y 200 palabras. Las palabras Resumen y Abstract se escriben con tamaño de fuente 14, centrado y en negrita. Además, después del Resumen se deberá incluir entre 3 y 6 palabras clave, en español y en inglés. Tanto palabras clave como key words se escriben a la izquierda del texto, con el tamaño de fuente 12 y en negrita.
5. Deberá respetarse las normas internacionales referentes a la nomenclatura, símbolos y sistemas de medida. Los nombres científicos van en cursiva (italica).
6. En caso de artículos originales y comunicaciones cortas, el texto debe contener las siguientes secciones: Introducción, Parte Experimental, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias. Estos títulos se escriben con tamaño de fuente 14, en negrita y centrados. Las cartas al editor, artículos de revisión, enseñanza de la química y notas informativas, tendrán las secciones que el autor crea más conveniente.
7. Las tablas, figuras y esquemas, que no deben ser mayores a una página A4, tienen numeración arábiga seguido de punto y se escriben en negrita. A continuación se coloca la leyenda que explique su significado. La numeración y leyenda de una tabla, cuyo formato debe ser básico 1, se colocan en la parte superior, a diferencia de las figuras y los esquemas en los que se ubican en la parte inferior.
8. Las tablas, fotos, figuras y esquemas deben estar incluidos en el documento de Microsoft Word.

Las referencias se citan en el texto correlativamente como superíndice. El número de estas referencias no debe ser excesivo, fluctúan entre 7 y 15. La sección Referencias se escribe con tamaño de fuente 14, centrado y en negrita. Las abreviaturas de la revista se escribirán según el Chemical Abstracts Service Source Index (<http://www.cas.org/sent.html>) y *Lis or Journals Indexed in Index Medicus*. Las referencias citadas se escribirán con el tamaño de fuente 10 y se seguirá el estilo de Vancouver. Se pueden descargar ayudas para escribir artículos del portal www.sqperu.com

Editorial

En el Perú hay personas que con una visión de futuro promueven la creación de instituciones que perduran en el tiempo y contribuyen al progreso del país. Este es el caso del Dr. Fortunato Carranza, quien en una reunión celebrada el 07 de octubre de 1933 en el Instituto Municipal de Higiene, propuso la creación de una institución científica que reuniera a los profesionales químicos peruanos; asistieron a esta cita el Dr. Fortunato Carranza Sánchez, Dr. Víctor Cárcamo Márquez, Sr. José Dellepiani, Químico Farmacéutico Tomás Godínez Portales, Ing. Santiago Devéscovi, Sr. Jorge Barcellos, Dr. Gonzalo Gurmendi Robles; quienes por unanimidad acordaron la formación de una institución que provisionalmente denominaron Asociación de Químicos del Perú. En una siguiente sesión celebrada el 17 de octubre de 1933 se acordó fundar la Sociedad Química del Perú y se designó una comisión encargada de redactar su Estatuto; se señaló como fines principales el promover el conocimiento y desarrollo de la química en el país, fomentar la investigación científica y difundir los avances de la química en una publicación periódica.

En sesión del 28 de noviembre de 1933 se eligió el primer Consejo Directivo presidido por el Ing. José Rafael de la Puente. En julio de 1934 se publicó el primer número del Boletín de la Sociedad Química del Perú, hoy Revista de la Sociedad Química del Perú, cuyo primer Editor fue el Químico José F. Levy. Para cumplir sus fines, la Sociedad ha realizado congresos, jornadas, cursos, simposios, etc.

Desde 1976 la Sociedad ocupa un local propio; al celebrar este 2008 los 75 años de fundación de la Sociedad y el año 2009 los 75 años de publicación de su revista, dos hechos poco comunes en nuestro país donde las instituciones y las revistas científicas tienen vida efímera, debemos felicitar a sus miembros que han permitido esta larga vida sin interrupciones, gracias a su visión, esfuerzo y espíritu de unión, basados en principios y valores; reconocidos nacional e internacionalmente por sus logros académicos y su capacidad para adaptarse a los cambios generados por el conocimiento y la dinámica social en beneficio de la calidad de vida y el desarrollo del país, en un mundo globalizado y competitivo.

Dr. Naldo Balarezo G.
Editor Asociado

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
COMPUESTOS FENÓLICOS DE CEREALES ANDINOS: QUINUA
(*Chenopodium quinoa*), KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule*) y
KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)**

Ritva Repo de Carrasco^{1*} y Christian Rene Encina Zelada¹

RESUMEN

Se realizó la extracción de compuestos hidrofílicos y lipofílicos de cereales andinos, siendo el de mayor contenido en ambos casos la muestra de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* variedad cupi), siguiendo la de quinua (*Chenopodium quinoa* ecotipo marrón) y finalmente la kiwicha (*Amaranthus caudatus* ecotipo negra). Se realizó la determinación del contenido de compuestos fenólicos en quince variedades de quinua, siendo la de mayor contenido la variedad PIQ031046 con 139,94 mg ácido gálico/100 g; de las once muestras de kañiwa el mayor contenido de compuestos fenólicos fue el de la variedad Leghepito con 85,71 mg ácido gálico/100 g; y en de las seis muestras de kiwicha la variedad A00254 con 30,41 mg ácido gálico/100 g tuvo el mayor contenido de compuestos fenólicos. Finalmente, se realizó la determinación de la capacidad antioxidante medida por el radical DPPH en la fase hidrofílica en las quince muestras de quinua siendo la de mayor contenido la variedad PIQ031046 (2400,55 µg Trolox/g); en las once muestras de kañiwa la variedad de mayor capacidad antioxidante fue la Puka kañiwa con 1509,80 µg Trolox/g; y de las seis muestras de kiwicha fue la variedad A0011 la de mayor capacidad antioxidante con un contenido de 660,37 µg Trolox/g.

Palabras clave: Cereales andinos, *amaranthus caudatus*, *chenopodium quinoa*, *chenopodium pallidicaule*, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos.

**DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND
PHENOLIC COMPOUNDS IN ANDEAN CEREALS: QUINOA
(*Chenopodium quinoa*), KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule*) Y
KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)**

ABSTRACT

The extraction of hydrophilic and lipophilic compounds of andean cereals was carried out. The kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* variety cupi) had the highest content of both compounds, followed by the quinua (*Chenopodium quinoa* brown ecotype) and finally the kiwicha (*Amaranthus caudatus* black ecotype). The determination of the content of phenolic compounds was made in fifteen varieties of quinua, being that of highest content the variety PIQ031046 with 139,94 mg gallic acid /100 g. Of eleven samples of kañiwa the variety Leghepito had the highest content of phenolic compounds 85,71 mg gallic acid /100 g; and in

¹ Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Universidad s/n, Lima12, Perú, Telf. 996214357, ritva@hotmail.com

the case of kiwicha the variety A00254 with 30,41 mg gallic acid /100 g had the highest content of phenolic compounds. Finally, the antioxidant capacity was measured by the radical DPPH-method in the hydrophilic phase in the samples of quinoa being that of highest content the variety PIQ031046 (2400,55 µg Trolox/g); in eleven samples of kañiwa the variety with highest antioxidant capacity was the puka kañiwa with 1509,80 µg Trolox/g; and in six samples of kiwicha it was the variety A0011 with major antioxidant capacity with a content of 660,37 µg Trolox/g.

Key words: Andean cereals, *Amaranthus caudatus*, *Chenopodium quinoa*, *Chenopodium pallidicaule*, antioxidant capacity, phenolic compounds.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) tiene una antigüedad, por lo menos, de 5000 años como planta cultivada. Antes de la llegada de los europeos la quinua se cultivaba ampliamente en todo el imperio incaico: en el Perú actual, en Bolivia, Ecuador, Chile, Argentina y Colombia. La quinua era considerada un alimento sagrado, siendo empleada, además, para usos medicinales. La quinua pertenece a la familia *Chenopodiaceae*. Es una planta anual de tamaño entre 1 y 3,5 metros. La panoja tiene entre 15 y 70cm y puede llegar a un rendimiento de 200 g de granos por panoja. Las semillas pueden ser blancas, cafés, amarillas, grises, rosadas, rojas o negras y se clasifican según su tamaño en grandes (2,2-2,6mm), medianas (1,8-2,1mm) y pequeñas (menos de 1,8mm)¹.

La kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) tiene como origen la región de los Andes del sur de Perú y de Bolivia, distribuyéndose en las regiones semiáridas más altas; soporta bien los climas rigurosos con heladas, sequías y bajas temperaturas. Es probablemente el cultivo de grano que resiste mejor las bajas temperaturas (-3 °C), sin afectarse su producción. El grano de kañiwa presenta un elevado contenido de proteínas (15-19 por ciento) y, al igual que la quinua y kiwicha, tiene una proporción importante de aminoácidos azufrados; posee un balance de aminoácidos de primera línea, siendo particularmente rica en lisina, isoleucina y triptófano. Esta calidad proteica, en combinación con un contenido de carbohidratos del orden del 60% y aceites vegetales del orden del 8%, la hacen altamente nutritiva². Tanto la quinua como la kañiwa, son relativamente ricos de lípidos. El aceite de estos cereales tiene alto contenido en ácidos grasos insaturados así como también de tocoferoles³.

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una planta comúnmente cultivada durante el tiempo de los incas y otras culturas anteriores en el Perú. En México los aztecas cultivaron otro amaranto, el *Amaranthus cruentus*. El color de las semillas varía de negro hasta rojo, siendo más común el blanco o marfil. El valor nutricional tanto de la kiwicha como de la quinua, es excepcional. Especialmente destacan sus proteínas de alto valor biológico, pero también poseen un contenido relativamente alto de aceite de buenas características nutricionales. Son también importantes fuentes de micronutrientes como calcio y hierro³.

Los fenoles son compuestos químicos que se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas. Los tres grupos más importantes son los flavonoides, los ácidos fenólicos y los polifenoles, siendo el primero uno de los más estudiados⁴. Según Vasconcellos⁵, los fenoles son también antioxidantes y como tales atrapan radicales libres, previniendo que éstos se unan y dañen las moléculas de ácido desoxiribonucleico (DNA), un paso crítico en la iniciación de los procesos carcinogénicos. Hay antioxidantes naturales (fisiológicos), presentes en nuestro

organismo y sintéticos. Dentro de cada grupo, los antioxidantes pueden ser enzimas que aumentan la velocidad de ruptura de los radicales libres, o previenen la participación de iones de metales de transición en la generación de radicales libres y los inactivadores o barredores ("scavengers") y de esa manera protegerían de las infecciones, del deterioro celular, del envejecimiento prematuro y, probablemente, del cáncer⁶. Los compuestos antioxidantes son un grupo de vitaminas, minerales y enzimas que protegen nuestro cuerpo de la formación de estos radicales⁷.

El método utilizado para analizar la capacidad antioxidante es el que emplea el DPPH⁸. Este método utiliza un radical estable para medir el efecto antioxidante de un extracto de la muestra. Para el análisis de los polifenoles se utilizó el método de Folin-Ciocalteu⁹. Este método cuantifica el contenido de compuestos fenólicos totales como ácido gálico.

Los objetivos principales de la presente investigación fue el determinar cualitativamente el contenido de compuestos hidrofílicos y lipofílicos; determinar la mayor capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de las muestras de kañiwa, quínuwa y kiwicha.

PARTE EXPERIMENTAL

Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Físico-Química, Instrumentación y Biotecnología, Microbiología y Planta Piloto de Alimentos, de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Materiales y reactivos

Muestras: kañiwa, quínuwa y kiwicha procedentes del departamento de Puno-Perú.

Reactivos: DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) de Aldrich Chemical Co.; persulfato de potasio de grado analítico de Harleco 7574; etanol absoluto y hexano de J.T. Baker; metanol de Mallinckrodt; acetona, Folin-Ciocalteu; carbonato de sodio anhidro; ácido acético glacial 100% de Merck.

Equipos: Espectrofotómetro, Molino Cyclotec, Homogenizador.

Métodos de análisis

Determinación de la capacidad antioxidante (Brand-Williams⁸); determinación de los compuestos fenólicos totales (Swain y Hillis¹⁰); determinación cualitativa de compuesto hidrofílicos y lipofílicos (Prior *et al.*¹¹).

Metodología experimental

Determinación de compuesto hidrofílicos y lipofílicos: Para la determinación cualitativa de compuesto hidrofílicos y lipofílicos en muestras de cereales andinos se utilizó el método de Prior *et al.*¹¹. Para la extracción de compuestos lipofílicos se pesó 1 g de muestra (molida en el cyclotec malla 0,5 mm), se puso la muestra en un tubo de 15 mL; se adicionó 10 mL de hexano, se homegenizó por 1 minuto colocando el tubo en un baño con agua y hielo; se centrifugó (10 000 rpm por 10 minutos), y se separó el extracto en un tubo (con tapa capacidad

de 25 mL); se volvió a re-extraer el residuo con 10 mL de hexano y se centrifugó con los mismo parámetros indicados; la cuantificación espectrofotométrica se realizó a un $\epsilon_{\text{max}} = 413$ nm. Para la extracción de compuestos hidrofílicos se trabajó con el residuo en el tubo (Torta) de 15 mL, se adicionó 10 mL de acetona: agua: ácido acético (70:29,5:0,5); se homogenizó por 1 min colocando el tubo en un baño con agua y hielo; se dejó en agitación a 4°C por 1 hora; se centrifugó (10 000 rpm por 10 minutos); se decantó el extracto acetona en un fiola 25 mL, y se realizó los mismos procesos con los parámetros ya indicados; finalmente, se llevó este segundo extracto con acetona a la fiola de 25 mL. La cuantificación espectrofotométrica se realizó a un $\epsilon_{\text{max}} = 725$ nm.

Determinación de los compuestos fenólicos: Para la determinación de los compuestos fenólicos de las diferentes variedades de kiwicha, kañiwa y quinua se utilizó el método de Swain y Hillis¹⁰; para lo cual se colocó 5 g de muestra y 20 mL de metanol (o etanol al 95%) dentro de un tubo Falcon; se mezcló con un homogenizador a alta velocidad hasta una consistencia uniforme (1/2 a 1 min.); se dejó el homogenizado en reposo por 12-24 horas en refrigeración (4°C); después del reposo, se centrifugó el homogenizado por 15 min a 29 000 x g (14 500 rpm); con una micropipeta se tomó 0,5 mL de la muestra (sobrenadante claro), y 8 mL de agua ultrapura y se mezcló; al mismo tiempo, se preparó un blanco con 0,5 mL de metanol (etanol 95%); se añadió 0,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu 0,25 N; se mezcló y dejó reaccionar por 3 minutos; al pasar este tiempo, se añadió 1 mL de carbonato de sodio (Na_2CO_3) 1N con una micropipeta; se mezcló y dejó reaccionar por 10 minutos; se centrifugó por 15 minutos a 29 000xg; se llevó el espectrofotómetro a “cero” con una solución blanco de etanol al 95%; se colocó la alícuota del sobrenadante en una cubeta de vidrio y se llevó al espectrofotómetro a una lectura de 725 nm; se guardaron las lecturas de las absorbancias cada 30 minutos hasta que no hayan cambios significativos en la absorbancia observada; finalmente se estimó la cantidad de fenoles totales a partir de la ecuación desarrollada para ácido clorogénico.

Determinación de la capacidad antioxidante: Para la determinación de la capacidad antioxidante de las diferentes variedades de kiwicha, kañiwa y quinua se utilizó en método del radical DPPH (Método de Brand-Williams *et al.*⁸), en la fracción hidrofílica; se pesó aproximadamente 5 gramos de muestra y se agregó 25 mL de metanol hasta conseguir una apariencia homogénea; se mezcló con un homogenizador hasta una consistencia uniforme (1/2-1 minuto); se almacenó por 12 – 24 horas a 3 – 4 °C; antes de tomar una alícuota para el análisis, se centrifugó el homogenizado por 20 minutos a 15 000 rpm; con una pipeta se transfirió una alícuota del sobrenadante claro y se colocó dentro de un tubo Eppendorf para medir la actividad antioxidante hidrofílica. El sobrenadante se pudo guardar a –20 °C para análisis posteriores; se llevó el espectrofotómetro a cero con metanol; se aseguró una absorbancia inicial a 515 nm de la solución diluida de DPPH que estuvo alrededor de $1,1 \pm 0,02$; con una micropipeta se añadió una alícuota de 150 μL de la muestra (en este caso, fase acuosa) con 2850 μL de la solución diluida de DPPH dentro de un vial de plástico limpio; se corrió un blanco con 150 μL del solvente puro (de acuerdo a la solución de extracción) hasta obtener un factor de corrección (debido a la dilución); se dejó que la muestra y el DPPH reaccionaran en un agitador en la oscuridad y cerrar los viales. La temperatura ambiental fue de 20 °C; en diferentes intervalos de tiempo (15 min) se transfirió la solución a una cubeta de vidrio limpia. En algunos casos, se golpeó suavemente la cubeta hasta eliminar las burbujas y se procedió a tomar la lectura del espectrofotómetro a 515 nm; se repitieron las lecturas a

través del tiempo hasta que se observó que no había cambios significativos en la absorbancia; el punto final de la absorbancia fue usado para calcular la actividad antioxidante.

Análisis estadístico: Los resultados fueron procesados por un Análisis de Variancia (ANOVA) y la significancia estadística por la prueba de Tukey. Las diferencias en $p < 0,05$ fueron considerados significativos. El programa empleado fue SAS System V8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis cualitativos de compuestos hidrofílicos y lipofílicos

En las tablas 1y 2 se muestran las absorbancias de los extractos lipofílicos e hidrofílicos, respectivamente. Del conjunto de experimentos que se realizaron¹¹, los que tuvieron como coeficiente de variabilidad de 1,0% a 1,4% obtuvieron que tanto las extracciones con hexano para el análisis de la capacidad antioxidante en la parte hidrofílica por el método ORAC_{FL}, así como la mezcla óptima de reactivos para la extracción de compuestos lipofílicos de acetona: agua: ácido acético (70:29,5:0,5), fueron los idóneos para realizar dichas extracciones.

Dichas extracciones, tal como se observa en las figuras 1 y 2, sirvieron para conocer cualitativamente las diferencias de contenido de compuestos lipofílicos e hidrofílicos en las muestras de quinua, kañiwa y kiwicha que posteriormente serían utilizados con la finalidad de realizar extracciones de sus compuestos fenólicos totales y la determinación de la capacidad antioxidante en su extracto hidrófilo.

Tabla 1. Absorbancias de extracción lipofílica de los distintos granos andinos.

	$\epsilon_{\text{MAX}} = 413$ nm Kañiwa	$\epsilon_{\text{MAX}} = 413$ nm Kiwicha	$\epsilon_{\text{MAX}} = 413$ nm Quinua
Primer Extracto	0,505±0,03	0,058±0,01	0,118±0,01
Segundo Extracto	0,108±0,01	0,010±0,002	0,028±0,003

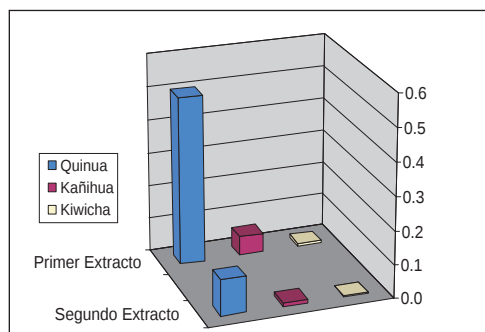
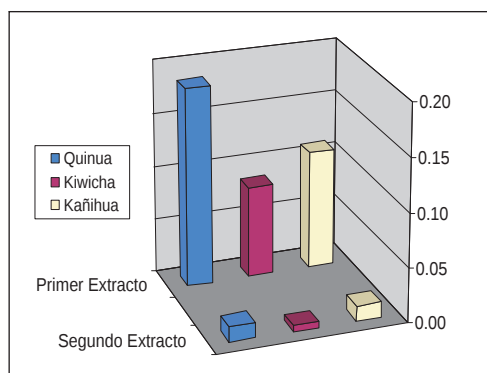


Figura 1. Relación entre el número de extracciones lipofílicas para muestras de quinua, kiwicha y kañiwa y sus absorbancias.

Tabla 2. Absorbancia de extracción hidrofílica de los distintos granos andinos.

	$\epsilon_{\text{MAX}} = 725$ nm Kañiwa	$\epsilon_{\text{MAX}} = 725$ nm Kiwicha	$\epsilon_{\text{MAX}} = 725$ nm Quinua
Primer Extracto	0,185±0,03	0,085±0,01	0,110±0,001
Segundo Extracto	0,014±0,001	0,006±0,002	0,014±0,001

**Figura 2.** Relación entre el número de extracciones hidrofílicas para muestras de quinua, kiwicha y kañiwa y sus absorbancias.

Determinación de compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos están involucrados en la defensa de las plantas contra la invasión de patógenos, incluidos bacterias, hongos y virus¹²; los antioxidantes son compuestos que impiden o retrasan la oxidación de otras moléculas a través de la inhibición de la propagación de la reacción de oxidación. Actualmente se incrementa el uso de antioxidantes naturales, dentro de los cuales se encuentran los compuestos fenólicos¹³.

Los compuestos fenólicos poseen una estructura química ideal para actuar como antioxidante, mostrando una mayor eficacia *in vitro* en comparación a otros compuestos, como las vitaminas E y C¹⁴. Por otro lado, la propiedad de quelar metales, particularmente hierro y cobre, demuestra el rol de los compuestos fenólicos como antioxidantes preventivos en función a que inhiben las reacciones químicas que catalizan estos metales, evitando de esta manera la formación de radicales libres¹⁵.

De las distintas variedades de quinua evaluadas, que se muestra en la tabla 3, la variedad "o" (139,94 mg/ácido gálico/100 g) presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos, seguido por las variedades "f" (92,82 mg/ácido gálico/100 g), "j" (88,07 mg/ácido gálico/100 g), "h" (87,21 mg/ácido gálico/100 g), "n" (84,79 mg/ácido gálico/100 g), "b" (83,49 mg/ácido gálico/100 g), "g" (77,19 mg/ácido gálico/100 g), "d" (75,93 mg/ácido gálico/100 g).

g), “a” (68,26 mg/ácido gálico/100 g), “k” (64,25 mg/ácido gálico/100 g), “i” (61,60 mg/ácido gálico/100 g), “l” (58,74 mg/ácido gálico/100 g), “e” (53,78 mg/ácido gálico/100 g), “c” (37,15 mg/ácido gálico/100 g) y finalmente la variedad “m” (35,29 mg/ácido gálico/100 g), La mencionada información se observa en la figura 3.

Tabla 3. Contenido de compuestos fenólicos (mg/ácido gálico/100 g) de las distintas variedades de quinuas.

quinua (variedades)				
Achachino (a)	Ayrampo (b)	Huariponcho (c)	Rosada frutilla (d)	Pasankalla (e)
68,26±0,97	83,49±0,27	37,15±0,09	75,93±0,47	53,78±1,74
quinua (variedades)				
Kello (f)	Kcoyto (g)	Khuchiwila (h)	PIQ031179 (i)	PIQ030723 (j)
92,82±4,68	77,19±2	87,21±0,93	61,60±1,14	88,07±1,24
quinua (variedades)				
PIQ031147 (k)	PIQ031052 (l)	PIQ031119 (m)	PIQ031058 (n)	PIQ031046 (o)
64,25±1,40	58,74±0,57	35,29±0,07	84,79±1,27	139,94±1,80

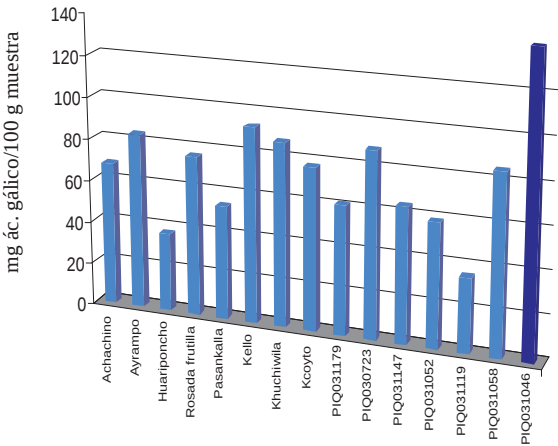


Figura 3. Contenido de compuestos fenólicos en quince variedades de quinua.

De las distintas variedades de kañiwa evaluadas, mostradas en la tabla 4, la variedad “f” (85,71 mg/ácido gálico/100 g) presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos, seguido por las variedades “j” (84,91 mg/ácido gálico/100 g), “b” (81,10 mg/ácido gálico/100 g), “a” (78,29 mg/ácido gálico/100 g), “h” (77,99 mg/ácido gálico/100 g), “c” (77,39 mg/ácido gálico/100 g), “g” (77,04 mg/ácido gálico/100 g), “k” (75,88 mg/ácido gálico/100 g), “d” (73,53 mg/ácido gálico/100 g), “e” (70,82 mg/ácido gálico/100 g) y finalmente la variedad “i” (67,46 mg/ácido gálico/100 g), la mencionada información se observa en la figura 4.

Tabla 4. Contenido de compuestos fenólicos (mg/ácido gálico/100 g) de las distintas variedades de kañiwas.

kañiwa (variedades)					
Puka kañiwa (a)	Cupi (b)	Illpa (c)	Ramis (d)	LP1 (e)	
78,29±0,54	81,10±0,90	77,39±0,87	73,53±0,37	70,82±0,94	
kañiwa (variedades)					
Leghepito	Chillihua	PIK030030	PIK030273	PIK030179	PIK030133
(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)
85,71±0,47	77,04±0,45	77,99 ±2,17	67,46 ±0,70	84,91 ±0,67	75,88 ±2,94

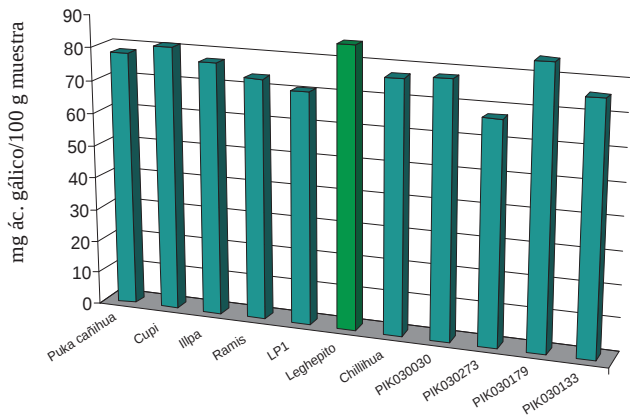
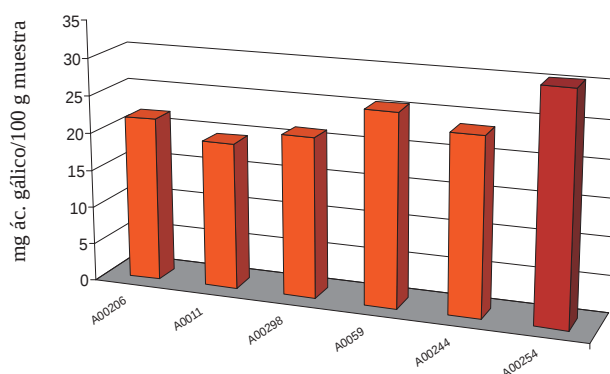


Figura 4. Contenido de compuestos fenólicos en once variedades de kañiwa.

De las distintas variedades de kiwicha evaluadas (tabla 5), la variedad “f” (30,41 mg/ácido gálico/100 g) presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos, seguido por la variedad “d” (25,50 mg/ácido gálico/100 g), “e” (23,68 mg/ácido gálico/100 g), “a” (21,79 mg/ácido gálico/100 g), “c” (21,33 mg/ácido gálico/100 g) y finalmente la variedad “b” 19,50 mg/ácido gálico/100 g), tal como se observa en la figura 5.

Tabla 5. Contenido de compuestos fenólicos (mg/ácido gálico/100 g) de las distintas variedades de kiwicha.

kiwicha (variedades)					
A00206 (a)	A0011 (b)	A00298 (c)	A0059 (d)	A00244 (e)	A00254 (f)
21,79±0,92	19,50±0,24	21,33±0,86	25,50±1,07	23,68±1,70	30,41±0,63

**Figura 5.** Contenido de compuestos fenólicos en seis variedades de kiwicha.

De los resultados obtenidos se puede observar que las variedades que presentaron un mayor contenido de compuestos fenólicos totales fueron los de coloración morada. De igual forma¹⁶, al analizar cuatro variedades de camote (blanca, amarilla, naranja y morada) encontraron un mayor contenido en la variedad morada; sin embargo, otros investigadores¹⁷ observaron en diferentes cultivos de camote que una variedad que no contenía antocianinas presentó un nivel mayor de fenoles totales comparada con la variedad morada.

Los valores obtenidos de compuestos fenólicos encontrados en todas las variedades de quinua, kañiwa y kiwicha se pueden comparar con otros cereales como son en el caso del trigo (229-324 mg/ácido gálico/100 g) y del rango encontrado para el amaranto de 39,17 a 56,08 mg/ácido gálico/100 g^{18,19}. En base a los resultados, podemos indicar que tanto las variedades de quinua, kañiwa y kiwicha son granos que poseen un buen nivel de compuestos fenólicos totales, lo que indicaría a su vez buenas características bioactivas, como puede ser una alta capacidad antioxidante.

Otros investigadores²⁰ mencionan que aislaron flavonoides glucosídicos del grano de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y que este grano es rico en la fracción de flavonoides antes mencionada, que incluye hasta 10 compuestos entre los cuales se encuentran los agliconas del quercetín, isorhamnetin, kaemferol y oligosacáridos. Según otro estudio²¹, la

capacidad antioxidante de la fracción de flavonoides con grupos hidroxilo libres actúan como secuestradores de radicales libres, por lo que presentan una elevada capacidad antioxidante.

De las quince variedades de quinua (tabla 6) la de mayor capacidad antioxidante determinada en la fase hidrofílica fue la variedad “o” (2400,55 µg trolox/g), seguida por las variedades “c” (1902,15 µg trolox/g), “a” (1772,79 µg trolox/g), “k” (1721,64 µg trolox/g), “g” (1512,37 µg trolox/g), “n” (1502,85 µg trolox/g), “j” (1502,82 µg trolox/g), “d” (1494,16 µg trolox/g), “f” (1364,85 µg trolox/g), “h” (912,41 µg trolox/g), “m” (376,34 µg trolox/g), “l” (235,85 µg trolox/g), “b” (232,39 µg Trolox/g), “e” (138,91 µg trolox/g) y finalmente la variedad “i” (117,49 µg trolox/g)

Tabla 6. Capacidad antioxidante (µg Trolox/g) muestra de las distintas variedades de quinua.

quinua (variedades)				
Achachino (a) 1772,79±71,68	Ayrampo (b) 232,39±1,54	Huariponcho (c) 1902,15±1,27	Rosada frutilla (d) 1494,16±64,78	Pasankalla (e) 138,91±14,47
quinua (variedades)				
Khuchiwila (h) 912,41±35,29	Kcoyto (g) 1512,37±28,33	PIQ031179 (i) 117,49±7,90	PIQ030723 (j) 1502,82±45,17	PIQ031147 (k) 1721,64±22,54
quinua (variedades)				
PIQ031119 (m) 376,34±7,39	PIQ031052 (l) 235,85±24,12	Kello (f) 1364,85±5,21	PIQ031058 (n) 1502,85±10,45	PIQ031046 (o) 2400,55±167,91

De las once variedades de kañiwa, tal como se observa en la tabla 7, la que tuvo una mayor capacidad antioxidante determinada en la fase hidrofílica fue la variedad “a” (1509,80 µg trolox/g), seguida por las variedades “e” (1468,04 µg trolox/g), “c” (1421,21 µg trolox/g), “k” (1362,16 µg trolox/g), “g” (1347,85 µg trolox/g), “h” (1297,90 µg trolox/g), “d” (1253,67 µg trolox/g), “f” (1216,32 µg trolox/g), “b” (1165,98 µg trolox/g), “j” (832,57 µg trolox/g) y finalmente la variedad “i” (91,45 µg trolox/g).

Tabla 7. Capacidad antioxidante (µg trolox/g) muestra de las distintas variedades de kañiwa.

kañiwa (variedades)		
Puka kañiwa (a) 1509,80±20,25	Cupi (b) 1165,98±33,54	Illpa (c) 1421,21±56,75

sigue ...

... viene

kañiwa (variedades)			
Ramis (d)	LP1 (e)	Chillihua (g)	PIK030030 (h)
1253,67±57,89	1468,04±11,02	1347,85±3,97	1297,90 ±41,07
kañiwa (variedades)			
PIK030 273 (i)	PIK030179 (j)	PIK030133 (k)	Leghepito (f)
91,45 ±1,54	832,57 ±11,56	1362,16 ±65,98	1216,32±24,30

De las cinco variedades de kiwicha (tabla 8), la que tuvo una mayor capacidad antioxidante determinada en la fase hidrofílica fue la variedad “b” (660,37 µg trolox/g), seguida por las variedades “a” (608,90 µg trolox/g), “f” (595,31 µg trolox/g), “e” (586,90 µg trolox/g), y finalmente, la variedad “c” (563,43 µg trolox/g), A0059 (556,49 µg trolox/g).

Tabla 8. Capacidad antioxidante (µg trolox/g) muestra de las distintas variedades de kiwicha.

kiwicha (variedades)					
A00206 (a)	A0011 (b)	A00298 (c)	A0059 (d)	A00244 (e)	A00254 (f)
608,90±5,38	660,37±5,40	563,43±6,36	556,49±17,38	586,90±6,37	595,31±12,35

Por los resultados encontrados podemos indicar que todas la variedades de quinua, kañiwa y los de kiwicha tienen una alta capacidad antioxidante al ser comparados con otros alimentos²², como la mora (1784 µg trolox/g), el maíz morado (4720 µg trolox/g) y el camote morado (3167 µg trolox/g), entre otros. De esta forma se aporta con importante información sobre los cereales andinos nativos del Perú, y en especial con el creciente interés sobre los antioxidantes naturales por sus conocidos efectos contra los radicales libres, causantes de problemas de cáncer y enfermedades cardiovasculares, ambas enfermedades causantes de una elevada mortalidad mundial.

Se conocen valores de capacidad antioxidante de 1149, 1380 y 988 µg trolox/g para camote morado, maíz morado y “Blueberry”, respectivamente²². Resultados que son menores a ocho de las quince variedades de quinua evaluadas; a ocho de las once variedades de kañiwa evaluadas, y mayores que a todas las muestras de kiwicha evaluadas, tal como se observa en las figuras 6, 7 y 8. Estas diferencias se deben específicamente a que ambas son alimentos diferentes taxonómica y morfológicamente; además de sus diferentes contenidos de compuestos fenólicos en cada uno de ellos.

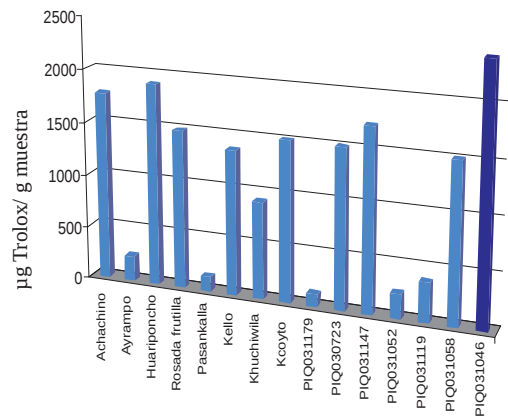


Figura 6. Capacidad antioxidante en quince variedades de quinua.

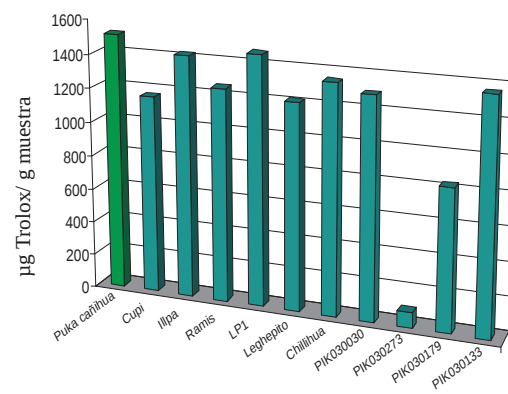


Figura 7. Capacidad antioxidante en once variedades de kañiwa.

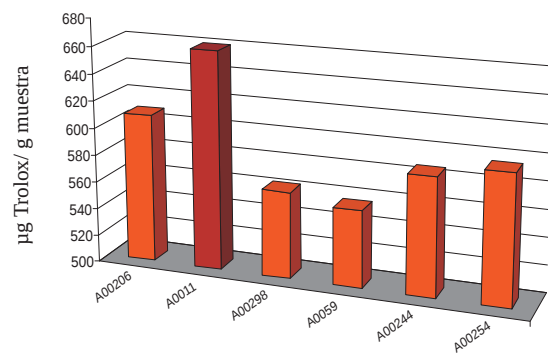


Figura 8. Capacidad antioxidante en quince variedades de kiwicha.

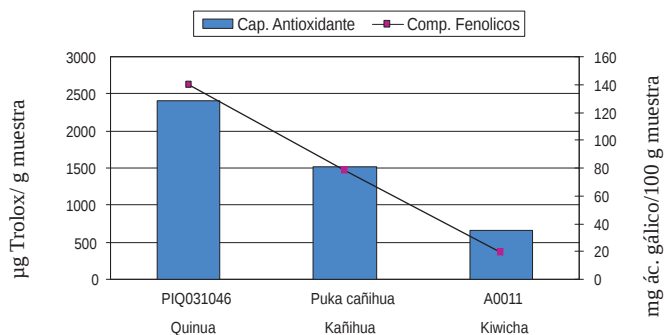


Figura 9. Variedades de quinua, kañihua y kiwicha con mayor capacidad antioxidante (DPPH) correlacionándolos con su contenido de compuestos fenólicos.

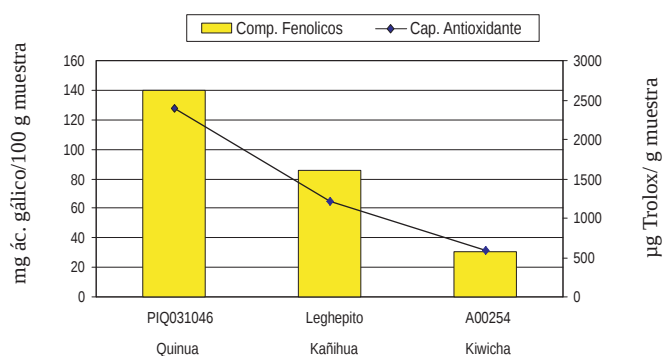


Figura 10. Variedades de quinua, kañihua y kiwicha con mayor contenido de compuestos fenólicos correlacionándolos con su capacidad antioxidante (DPPH).

Al realizar el análisis de correlación simple mostrado en las figuras 9 y 10 en las cuales se relaciona el contenido de compuestos fenólicos totales con la capacidad antioxidante de las muestras que obtuvieron la mayor concentración de los compuestos antes mencionados, y según el análisis estadístico de los resultados obtenidos, vemos una alta correlación entre ambas (0,99); lo que nos indicaría la contribución de los compuestos fenólicos en la capacidad antioxidante de los granos en forma directamente proporcional.

CONCLUSIONES

- La quinua (*Chenopodium quinoa*, ecotipo marrón) es la que presenta mayor contenido de compuestos lipofílicos (*Chenopodium pallidicaule*, variedad cupi), junto con la kiwicha (*Amaranthus caudatus*, ecotipos negra).
- La quinua (*Chenopodium quinoa*, ecotipo marrón) es la que presenta mayor contenido de compuestos hidrofílicos seguido por la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*, variedad cupi) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*, ecotipo negra).
- El mayor contenido de compuestos fenólicos en las quince muestras de quinua fue el de la variedad PIQ031046 (139,94 mg ácido gálico/100 g); en las once muestras de kañiwa fue el de la variedad Leghepito (85,71 mg ácido gálico/100 g) y en las cinco muestras de kiwicha fue el de la variedad A00254 (30,41 mg ácido gálico/100 g).
- La mayor capacidad antioxidante en la fase hidrofílica medida por el radical DPPH en las quince muestras de quinua fue el de la variedad PIQ031046 (2400,55 µg trolox/g); en las once muestras de kañiwa fue el de la variedad Puka kañiwa (1509,80 µg trolox/g) y en las cinco muestras de kiwicha fue el de la variedad A0011 (660,37 µg trolox/g).

AGRADECIMIENTOS

Al CONCYTEC, al Ing. Policarpio Catacora (NINIA-Puno), al Dr. Ángel Mujica (Puno), a la FIAL-UNALM, Sra. Karina Capa y a la Sociedad Peruana de Química.

REFERENCIAS

1. Glorio, P.; Repo-Carrasco, R. y Velezmoro, C. 2003. Almidón y fibra dietética en alimentos. Experiencia de Perú. Libro CYTED Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos, Capítulo 25 16.12.05 18:49. Pag. 607-630.
2. Ciedperu. 2007. Página web visitada el 14 de agosto del 2007. Disponible en: <http://www.ciedperu.org/productos/kaniwa.htm>
3. Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C. and Jacobsen, S. 2003. Nutritional value and uses of andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Research International*. **19**, 179-189.
4. King, A. and Young, G. 1999. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemical. *Journal of the American Dietetic Association*. **99**, 213-218.
5. Vasconcellos, A. 2005. Alimentos Funcionales. Conceptos y Beneficios para la Salud. Departamento de Ciencia de Alimentos y Nutrición, Universidad de Chapman, Orange, California, USA. Visitada el 8 de febrero del 2005. www.worldfoodscience.org.htm
6. Aruoma, O. 2000. Conceptualization of the prooxidant and antioxidant actions of plant food chemicals, phytochemicals and phythopharmaceuticals. AOCS, Press, Champaign, Illinois, 32-46.
7. Murillo, E. 2005. Actividad antioxidante de bebidas de frutas y de té comercializadas en Costa Rica. Instituto de Alimentación y Nutrición de la Universidad de Panamá. Pag. 3-10.
8. Brand-Willians, W.; Cuvelier, M. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* **28**, 25-30.

9. Emmons, C. and Petersen, D. 1999. Antioxidant activity and phenolic contents of oat groats and hulls. *Cereal Chemistry*. **76**. 902-906.
10. Swain, T. and Hillis, W. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*, L - the quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **10**. 63-68.
11. Prior, R.; Hoang, H.; Gu, L.; Wu, X.; Bacciocca, M.; Howard, L.; Hampshch-Woodill, M.; Huang, D.; Ou, B. and Jacob, R. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC_{FL}) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**. 3273-3279.
12. Fellegrini, N.; Ke, R.; Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid radical cation decolorization assay. *Methods in Enzymology*. **299**. 379-389.
13. Martinez-Valverde, I.; Perriago, M. y Ros, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 50 N°1. Pag. 5-18.
14. Rice-Evans, C.; Miller, N. and Paganga, G. 1996. Structure antioxidant activity and relationship of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*. **20**. 933-956.
15. Cadenas, E. 2001. Sustancias flavonoides. Department of Molecular Pharmacology and Toxicology. School of Pharmacy. Univesity of Southern California. USA. <http://www.antioxidant.com.ar/12/Art020.htm>
16. Yoshimoto, M.; Okuno, S.; Kumagai, T.; Yoshinaga, M. and Yamakawa, O. 1999. Distribution of antimutagenic components in colored sweetpotatoes (*Ipomoea batatas*). *Japan Agricultural Research Quarterly*. **33**. 143-148.
17. Oki, T.; Masuda, M.; Furuta, S.; Nishiba, Y.; Terahara, N. and Suda, I. 2002. Involvement of anthocyanins and other phenolic compounds in radical-scavenging activity of purple-fleshed sweet potato cultivars. *Journal of Food Science*. **67**. 1752-1757.
18. Saura-Calixto, F. and Bravo, L. 2002. Dietary fiber-associated compounds: chemistry, Analysis and nutritional effects of polyphenols. Hand Book of Fiber Dietary. Pag. 415-430.
19. Klimczak, I.; Malecka, M. y Pacholek, B. 2002. Food extrusion Science and Technology, Marcel Dekker Inc. New New York. USA. Pag. 30-31.
20. Rastrelli, L.; Saturnino, P.; Schettino, O. and Dini, A. 1995. Studies on the constituents of *Chenopodium pallidicaule* (Canihua) seeds, isolation and characterization of two new flavonol glycosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **43**. 2020-2024.
21. Pekkarinen, S.; Heinonen, M. and Hopia, A. 1999. Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and (+)-catechin as antioxidant in methyl linoleate. *Journal Science of Food and Agricultural*. **79**. 499-506.
21. Cisneros-Zevallos, L. 2003. Processing and phytochemicals. Food Science Laboratory-Horticulture. Science Department. Texas A&M University. USA. [http://www.phytochemicals.tamu.edu/slides/Cisneros1\(fullpage\):PDF](http://www.phytochemicals.tamu.edu/slides/Cisneros1(fullpage):PDF).

ESTUDIO FITOQUÍMICO Y DE LA ACTIVIDAD ANTIHELMÍNTICA DE LOS EXTRACTOS DE *Sarothamnus scoparius* y *Lupinus ballianus*

Wilfredo Salazar^a, Jorge Cárdenas^a, Sara Villafuerte^d, Irma Fernández^b, León Villegas^b, Luz Pacheco^c, Graciela Untiveros^d

RESUMEN

Se evaluó la actividad antihelmíntica de los extractos acuosos de *Sarothamnus scoparius*, encontrándose un alto porcentaje de eficacia contra el oxiuro *Syphacia obvelata*. *Lupinus ballianus* mostró un alto porcentaje de eficacia hacia el oxiuro *Aspiculuris tetraptera*. La parte aérea de *Sarothamnus scoparius* presenta, alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, esteroides, triterpenos, antraquinonas, cumarinas y cardiotónicos. *Lupinus ballianus* presenta alcaloides, flavonoides, taninos, esteroides, triterpenos y sesquiterpenos.

Palabras clave: antihelmíntico, oxiuros, enterobius, sarothamnus, lupinus.

PHYTOCHEMICAL STUDY AND ANTIHELMINTIC ACTIVITY OF *Sarothamnus scoparius* AND *Lupinus ballianus* EXTRACTS

ABSTRACTS

The antihelmintic activity of the aqueous extracts of *Sarothamnus scoparius* was evaluated; high percentage of efficacy against the oxyuris *Syphacia obvelata* was obtained. *Lupinus ballianus* showed a high percentage of efficacy against the oxyuris *Aspiculuris tetraptera*. The aerial part of *Sarothamnus scoparius* presents alkaloids, flavonoids, saponines, tannins, steroids, triterpens, anthraquinones, cumarins and cardiotonics. *Lupinus ballianus* presents alkaloids, flavonoids, tannins, steroids, triterpens, and sesquiterpenolactones.

Key words: antihelmintic, oxyuris, enterovius, euphorbia, baccharis

INTRODUCCIÓN

La enterobiosis u oxiuriasis es producida por *Enterovius vermicularis*, nemátodo de amplia distribución mundial, presente en todos los climas, niveles sociales y económicos de la población; afecta mayormente a los niños¹.

La transmisión es de persona a persona por la ingestión de huevos del parásito; las larvas se incuban en el intestino delgado y luego maduran en el colon. La hembra grávida migra hacia

^a Dpto. de Ciencias Biológicas y Fisiológicas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

^b Dpto. de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

^c Dpto. de Microbiología, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia

^d Dpto. de Química, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia, avenida Honorio Delgado 430. Lima 31, Perú. guntiveros@upch.edu.pe

el área anal, sobre todo en la noche, liberando entre 4000 a 20000 huevos los cuales, al encontrarse en las condiciones apropiadas (humedad, aerobiosis), desarrollan en 30 días la forma adulta².

La migración de los parásitos puede desencadenar una reacción alérgica e inflamatoria local, agravada por infecciones secundarias o por lesiones traumáticas (rascado); en el caso de las niñas los parásitos pueden migrar hacia los genitales y producir vaginitis².

Estudios en otros países señalan las altas prevalencias en relación directa con el nivel de educación, condiciones de vida, hacinamiento y los hábitos de higiene inadecuados. La prevalencia de enterobiosis, realizada en nuestro país por el método de Graham varía de un área a otra. Así, en guarderías de la ciudad de Arequipa se ha encontrado 34,4 % entre niños de 1,5 a 6 años de edad, en Tacna entre escolares de 6 a 16 años se encontró 32,98 %, en el distrito limeño del Rímac se halló 32,2%. Una alta prevalencia desde 75,39 a 79,5 % se encontró en Ica y Tarapoto, respectivamente³.

Estos factores, incluyendo la dificultad del acceso a antihelmínticos efectivos en las zonas de escasos recursos, nos han impulsado a comprobar la utilidad de los extractos acuosos de *Sarothamnus scoparius* y de *Lupinus ballianus* como antihelmínticos basados en el conocimiento de la medicina tradicional^{4,5}.

El oxiuro *Enterobius vermicularis* tiene un ciclo de vida muy parecido al oxiuro *Syphacia obvelata*, en tanto que el *Aspiculuris tetraptera* tiene un ciclo de vida directo de 23 a 25 días; las hembras liberan sus huevos en el colon, los que son eliminados en las heces; se vuelven infectivos de 6 a 7 días, la vía de infección es por la ingestión de huevos infectivos en alimentos o agua⁶.

Se han venido haciendo trabajos que extrapolan los resultados desde modelos animales con los oxiuros *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetraptera*, encontrados en los ratones de laboratorio, que presentan ciclo de vida similar y sensibilidad a los mismos fármacos utilizados contra *Enterobius vermicularis*⁷.

Según los estudios etnobotánicos realizados por la Bióloga Irma Fernández en diferentes comunidades del Perú, se obtuvo conocimiento de varias plantas con actividad antihelmíntica de las cuales vamos a detallar dos:

- ***Sarothamnus scoparius* (Koch)**, tiene varios sinónimos como *Spartium scoparium* Linn., *Genista scoparius* (Lam.), *Cytisus scoparius* Linn., entre otros de la familia de las Fabaceae, conocida como “retama negra”, “escoba negra”; fue colectada a orillas del río Itaya, provincia de Maynas, Departamento de Loreto (vaucher IFV 2335, Herbario de la Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia). Los pobladores preparan una infusión con una cuchara de hojas y tallos en una taza de agua hirviendo, después de 10 minutos lo cuelean y lo beben en ayunas para eliminar parásitos.
- ***Lupinus ballianus* C.P., Smith**, conocida con los nombres de "tarwi silvestre" y "jera"; pertenece a la familia Fabaceae; su hábitat son lugares templados y fríos; es una planta endémica del Perú; se colectó en la quebrada de Llaca, al norte de la laguna Churup, provincia de Huaraz (4200 msnm) (vaucher IFV2330, Herbario de la Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia). Los lugareños

preparan una infusión de la parte área de la planta y la beben en ayunas contra los parásitos.

Objetivos

- Evaluar la acción antihelmíntica de los extractos acuosos de *Sarothamnus scoparius* y *Lupinus ballianus* de concentración, 125mg, 250mg y 500 mg por Kg de ratón contra los oxiuros *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetraptera*.
- Determinar la naturaleza de los metabolitos secundarios de las partes áreas de las plantas evaluadas por estudios fitoquímicos.
- Determinar los efectos tóxicos de los extractos inoculados mediante la determinación de la DL50.

PARTE EXPERIMENTAL

Se colectó 10 kg de las partes aéreas de las plantas, se secó a condiciones ambientales, bajo sombra. Se elaboró un voucher de cada planta, los que fueron depositados y conservados en el herbario de la Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Se maceraron 100 gramos de cada planta seca y molida con etanol de 96 grados durante quince días, se filtraron y el extracto se concentró en un rotavapor al vacío. Se realizaron tres tipos de marchas fitoquímicas a los extractos concentrados de cada planta para determinar los metabolitos secundarios presentes por pruebas de identificación coloreadas, precipitación y cromatografía de capa fina^{8,9}.

Para las pruebas de la actividad antihelmíntica de los extractos de las plantas, se prepararon infusiones de *Sarothamnus scoparius* y de *Lupinus ballianus*; se filtraron y el filtrado se liofilizó. A partir de éstos se prepararon las soluciones acuosas de 125, 250 y 500 mg de extracto¹⁰.

Se utilizaron ratones machos de la raza Balb C, de aproximadamente 22 gramos, para todas las pruebas. A todos los ratones se les hizo el test de Graham para comprobar la presencia de oxiuros; los que daban negativo al test, se colocaban junto a otros ratones infectados, realizando diariamente el test de Graham para asegurarnos que todos estén infectados.

Se trabajó con 10 ratones para evaluar la actividad antihelmíntica de cada extracto acuoso; así también para el control negativo (solución salina de NaCl al 10 % p/v) y el control positivo (solución acuosa de mebendazol 50 mg). Se les inoculó por vía oral 0,5 mL de extracto, por 3 días seguidos; al cuarto día se les sacrificó por dislocación cervical y se procedió a diseccionar para extraer los intestinos.

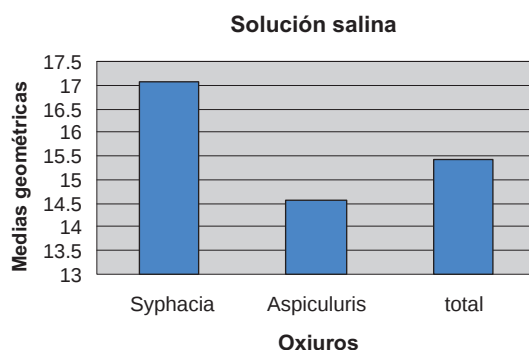
En el intestino grueso se determinó la cantidad de oxiuros *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetraptera* por conteo en el microscopio.

Para la DL50 aguda, se disuelve la máxima cantidad posible de cada extracto liofilizado en agua destilada. Se le aplica a 10 ratones 0.,5 mL de cada extracto; en paralelo se usan 10 ratones para el control positivo y el control negativo. Se observaron los ratones durante tres días seguidos para ver si había un cambio en su comportamiento o si se producía la muerte¹¹.

RESULTADOS

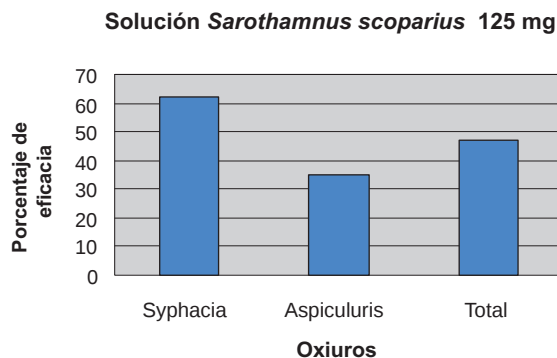
Los resultados encontrados en las pruebas antihelmínticas son estadísticamente evaluados con ayuda del programa SPSS 10.0; se realizó el análisis de ANOVA y Test de medias.

Los resultados de la evaluación del control negativo (solución de NaCl al 10 % p/v) se muestran en la gráfica 1.

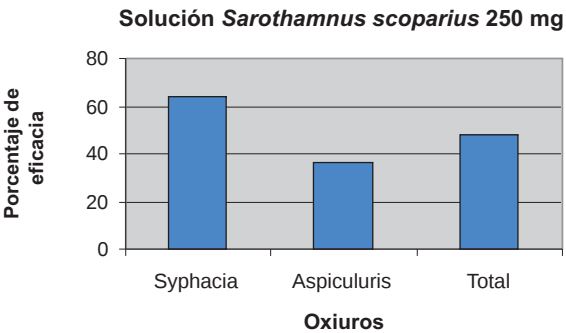


Gráfica 1 .Determinación de las medias geométricas de los oxiuros.

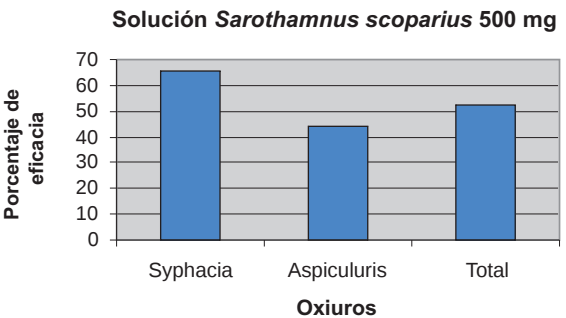
Las gráficas 2, 3 y 4 muestran el efecto de las concentraciones de las soluciones de *Sarothamnus scoparius* sobre los oxiuros, *Syphacias obvelata* , *Aspiculuris tetraptera* y oxiuros totales.



Gráfica 2. Porcentaje de eficacia de la solución de *Sarothamnus scoparius* de 125 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.

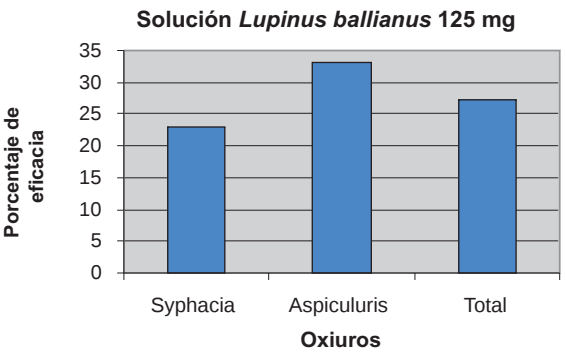


Gráfica 3. Porcentaje de eficacia de la solución de *Sarothamnus scoparius* de 250 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.

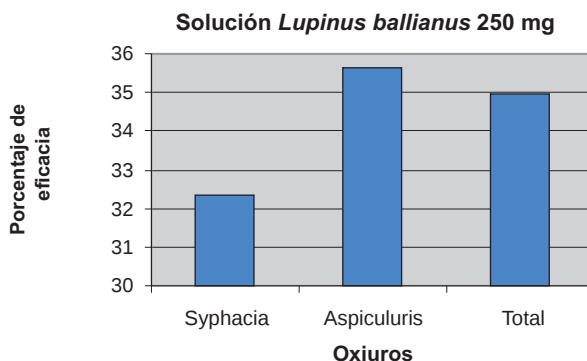


Gráfica 4. Porcentaje de eficacia de la solución de *Sarothamnus scoparius* de 500 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.

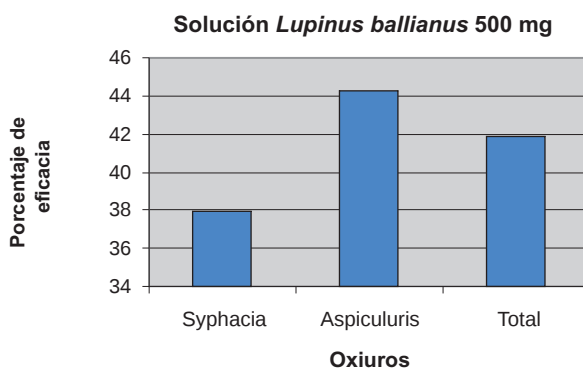
Las figuras 5, 6 y 7 muestran el efecto de las concentraciones de las soluciones de *Lupinus ballianus* sobre *Syphacia obvelata*, *Aspiculuris tetraptera* y oxiuros totales.



Gráfica 5. Porcentaje de eficacia de la solución de *Lupinus ballianus* de 125 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.



Gráfica 6. Porcentaje de eficacia de la solución de *Lupinus ballianus* de 250 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.



Gráfica 7. Porcentaje de eficacia de la solución de *Lupinus ballianus* de 500 mg sobre cada tipo de oxiuro y el total.

Los resultados de la DL50 aguda para los extractos de ambas plantas demuestran que no son tóxicos; no hay cambio en la conducta de los ratones evaluados ni mortandad.

El estudio fitoquímico de las partes aéreas muestran que *Sarothamnus scoparius* presenta alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, esteroides, triterpenos, antraquinonas y cardiotónicos, y *Lupinus ballianus* presenta alcaloides, flavonoides, taninos, esteroides, triterpenos y sesquiterpenlactonas.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los extractos acuosos de *Sarothamnus scoparius* contienen alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, que son compuestos polares; han demostrado una considerable eficacia sobre los oxiuros *Syphacia obvelata*., obteniéndose porcentajes de eficacia de 62,34 %, 64,10 % y 65,90 % para las concentraciones de 125 mg, 250 mg y 500 mg., respectivamente. Se encontró que el porcentaje de eficacia contra los oxiuros *Aspiculuris tetraptera* es menor, obteniéndose valores de 34,78 %, 36,70 y 44,11 %, respectivamente.

Se encontró una relación directa dosis-respuesta entre la concentración de los extractos de *Lupinus ballianus* y el porcentaje de eficacia encontrado; vale la pena recalcar que la acción sobre el oxiuro *Aspiculuris tetraptera* es mayor que sobre *Syphacia obvelata*. Encontrándose valores de porcentaje de eficacia de 33,14 %, 35,65 % y 44,25 % sobre el oxiuro *Aspiculuris tetraptera* para concentraciones de 125 mg, 250 mg y 500 mg. El extracto de la parte aérea contiene alcaloides, flavonoides taninos que podrían participar de la acción nematocida del extracto.

Se ha utilizado solución acuosa de mebendazol como control positivo, para comparar la acción antihelmíntica de los extractos de la *Sarothamnus scoparius* y de *Lupinus ballianus*, en tanto que los extractos tienen una mezcla de los metabolitos secundarios mencionados.

Hay ciertas diferencias en los ciclos de vida de los oxiuros evaluados; por ello que los extractos afectan en algunos casos selectivamente a un tipo de oxiuro. Como se mencionó, al utilizar un modelo animal, en este caso ratones, lo que se quería era determinar la actividad antihelmíntica de los extractos sobre el oxiuro *Enterovius vermicularis*, que tiene un ciclo de vida similar a la *Syphacia obvelata*.

Queda por separar e identificar los principios activos responsables de la actividad antihelmíntica de cada planta.

CONCLUSIONES

- Los extractos acuosos obtenidos de la parte aérea de *Sarothamnus scoparius* tienen un porcentaje elevado de eficacia contra el oxiuro *Syphacia obvelata* y menor eficacia para el oxiuro *Aspiculuris tetraptera*.
- Los extractos de *Lupinus ballianus* son más eficaces contra el oxiuro *Aspiculuris tetraptera* y presentan menor eficacia para el oxiuro *Syphacia obvelata*.
- En todos los casos la actividad antihelmíntica aumenta con la concentración del extracto.
- Extrapolando el modelo animal usado, se puede concluir que los extractos de la *Sarothamnus scoparius* son más eficaces en la actividad antihelmíntica que los de los extractos de *Lupinus ballianus* contra el oxiuro *Enterobius vermicularis*.
- La DL50 de los extractos de ambas plantas demuestran que no son tóxicos.
- La parte aérea de *Sarothamnus scoparius*, presenta alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, esteroides, triterpenos, antraquinonas, cumarinas y cardiotónicos.

- La parte aérea de *Lupinus ballianus*, presenta alcaloides, flavonoides, taninos, esteroides, triterpenos y sesquiterpenlactonas.

AGRADECIMIENTOS

A la señora vice Rectora de Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Doctora Fabiola León Velarde Servetto; al señor Decano y al Jefe de Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por su apoyo en el desarrollo del proyecto. En especial a los alumnos de las especialidades de Química, Biología y Farmacia que participaron activamente durante la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS

1. Del Risco, U. Enterobiasis en círculos infantiles. XIII Congreso Latinoamericano de Parasitología. La Habana. 1997, 146-147.
2. Botero, D. Parasitosis humanas. Editorial COPARIB, Colombia, 1994, 145–189.
3. Beltrán, M. Enterovius vermicularis y enterobiasis en el Perú. *Revista Perú Medicina Tropical*, 1999, 32(1), 60–68.
4. Brack, A. Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas, Cuzco, 1999, 234–321.
5. Valdivia, O. Medicina Folklórica y su substrato aborigen en el Perú. Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 1986, 264–285.
6. Bazzano, T. Patterns of infection with the nematodes *Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera* in conventionally maintained laboratory mice. Editorial PAIDOS, Argentina, 2002, 547-853
7. Muñoz, L. Validación del efecto antihelmíntico de plantas usadas por la medicina tradicional. Tesis para Obtener el Grado de Bachiller en Medicina. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, 1999, 32–46.
8. Farnsworth, N. Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmacological Science*, 1996, 71, 215–275.
9. Griffin, W. And Lin, D. *Phytochemistry*. 2000, 53, 623–645.
10. Vitale, A. *Journal of Etnopharmacology*. 1995, 49, 67–77.
11. Askew, E. *Toxicology*. 2002, 180(2), 112-123.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FRUTAS NATIVAS PERUANAS

Ritva Repo de Carrasco^{1*} y Christian René Encina Zelada¹

RESUMEN

En el tomate de árbol se destacó el contenido relativamente alto de fibra cruda 4,5 g/100 g de fruta. El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y el aguaymanto (*Physalis peruviana*) tuvieron mayor contenido de proteínas (1,9 g/100 g para ambos frutos) que las otras frutas estudiadas. En cuanto a compuestos fenólicos, la papaya de monte (*Carica pubescens*) es la fruta que presentó mayor contenido de estos compuestos (167 mg de equivalente ácido gálico/g de fruto). El contenido de betalainas en tuna roja (*Opuntia ficus indica*) fue de 68,95 mg/1000 mL. El aguaymanto tuvo el mayor contenido de ácido ascórbico (43,3 mg/100g), seguido por la papaya de monte (31,41 mg/100g) y el tomate de árbol seguida por la tuna roja 16,09 mg/100g y 22,75 mg/100g, respectivamente. El contenido de carotenoides fue mayor en el tomate de árbol (4 mg -caroteno/100 g) seguido por el aguaymanto con 2,64 mg -caroteno/100 g. La tuna roja presentó una capacidad de inhibición del radical DPPH mucho mayor que las otras tunas estudiadas (77,65 %). Comparando las diferentes frutas en cuanto a capacidad antioxidante medido por el método del DPPH, fue el de la papaya de monte (1936 228 g equivalente trolox/g de fruto); seguido por el tomate de árbol (853 52 g equivalente trolox/g de tejido); y la mayor capacidad antioxidante medida por el método del ABTS fue el de la papaya de monte (2141 71 g equivalente trolox/g de fruto); seguido por el aguaymanto (1066 28 g equivalente trolox/g de fruto). Finalmente, se concluyó que el estado de madurez influye en forma directamente proporcional al contenido de compuestos bioactivos en el aguaymanto, los que a su vez generan una mayor capacidad antioxidante en el fruto mientras más maduro esté.

Palabras clave: Frutas nativas peruanas, *Physalis peruviana*, *Cyphomandra betacea*, *Carica pubescens*, *Opuntia ficus indica*, capacidad antioxidante, compuestos bioactivos.

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN NATIVE PERUVIAN FRUITS

ABSTRACT

In the case of the tree tomato (*Cyphomandra betacea*) the relatively high crude fibre content stood out (4,5 g/100 g of fruit). The tree tomato and golden berry (*Physalis peruviana*) had higher protein content (1,9 g/100 g for both fruits) than the other fruits. Regarding to the mineral analysis, the prickly pears (*Opuntia ficus indica*) are very good sources of phosphorus as well as calcium. On the other hand, the tree tomato is an excellent potassium source followed by golden berry and papaya (*Carica pubescens*). In addition golden berry is a relatively good source of iron and zinc. The mountain papaya is a very important source of phosphorus surpassing to the other fruits. All the samples presented significant difference as

¹ Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. LA Molina s/n, Lima 12, Perú. Telf.: 9962-14357, ritva@hotmail.com

far as the content of total phenolic compounds, but mountain papaya is the fruit that presented the highest content of these compounds (167 mg of gallic acid equivalent/g of fruit). The content of betalains in red prickly pear was of 68,95 mg/1000 mL. Golden berry had the highest vitamin C content (43,3 mg/100g) followed by mountain papaya (31,41 mg/100g). The lowest content of this vitamin was in the tree tomato followed by red prickly pear, 16,09 mg/100g and 22,75 mg/100g, respectively. The content of carotenoids was the highest in the tree tomato, (4 mg -carotene/100 g) followed by golden berry with 2,64 mg -carotene/100 g. Red prickly pear presented much greater capacity of inhibition of radical DPPH than the other varieties (77,65%). Comparing the different fruits regarding to the measurement of the antioxidant capacity, the mountain papaya (2141 71 g equivalent trolox/g of fruit) had the highest value followed by golden berry (1066 28 g equivalent trolox/g of fruit), tree tomato and red prickly pear. Finally, it was found that the grade of maturity had a direct effect to the antioxidant capacity.

Key words: Peruvian native fruits, *Physalis peruviana*, *Cyphomandra betacea*, *Carica pubescens*, *Opuntia ficus indica*, antioxidant capacity, bioactive compounds.

INTRODUCCIÓN

En el área andina se cultivan muchas frutas poco conocidas en otras regiones, como son el tomate de árbol o sacha tomate, aguaymanto, tuna y papaya de monte. Estas frutas se consumen principalmente en forma natural sin mayor grado de procesamiento; no existe tampoco mucha información sobre su composición química. La revalorización de frutas nativas, poco conocidas o desconocidas fuera de sus regiones de origen, sería de gran beneficio para el poblador rural del interior del Perú que se encuentra entre los grupos poblacionales más pobres de Latinoamérica. Entre estas frutas nativas existen fuentes importantes de vitaminas, azúcares, materias gelificantes (pectinas), materias antioxidantes, ácidos, aromas y sabores que esperan su identificación y posterior explotación por la industria para elaborar productos novedosos y competitivos en el mercado.

El aguaymanto es originaria del Perú y existen diversas referencias históricas que indican que fue domesticado, cultivado y muy apreciado por los antiguos peruanos. La *Physalis peruviana* posee diferentes nombres comunes, dependiendo de la región: capulí, aguaymanto, awaymanto, bolsa de amor, cereza del Perú, uchuva, etc. El fruto es una baya carnosa, jugosa, en forma de globo con un diámetro entre 1,25 - 2,5 cm y contiene numerosas semillas¹.

La tuna, originaria de América, fue llevada por los españoles a Europa y desde allí distribuida hacia otros países del mundo. Esta gran dispersión geográfica dio origen a muchos ecotipos con características locales propias. Su producción, cultivo y/o crianza es altamente rentable, así como la de su huésped, la cochinilla. Se ha realizado la caracterización química de la tuna italiana y un estudio de almacenamiento de jugo de tuna; trabajaron con tres variedades: roja, amarilla y blanca y encontraron que las tunas tienen una acidez baja y un relativamente alto contenido de azúcar y vitamina C².

El tomate de árbol es originario de la vertiente oriental de los Andes, específicamente Perú, Ecuador y Colombia. Perteneció al grupo de las frutas semiácidas, siendo conocida con diversos nombres en distintas regiones. Es una baya aromática de forma ovoide, punteada en su extremo inferior y con un cáliz cónico, que mide alrededor de 8 cm de largo y 5 cm de diámetro. Los colores de la pulpa varían entre naranja, rojo y amarillo; dicha pulpa es

ligeramente firme, suave y jugosa, con un sabor agridulce. La pulpa cercana a la cáscara es firme, mientras que la pulpa interna es suave y jugosa con un sabor agridulce¹.

Carica pubescens, llamada también papaya de la sierra, papayita arequipeña o papaya de monte. Requiere de climas templado - cálido. El fruto es una baya, de pericarpio delgado, jugoso, de color amarillo (pulpa y piel), pasando por color verde durante la madurez. El centro es hueco y se encuentra totalmente ocupado por las semillas envueltas en un tejido mucilaginoso; presenta una forma oblongo - ovoide de 5 a 10 centímetros de largo por 3 a 6 centímetros de ancho y tiende a ser ovalada, con los extremos aguzados¹.

La presente investigación tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el contenido de fibra cruda de las siguientes frutas nativas: tuna, aguaymanto, tomate de árbol y papaya de monte.
- Determinar el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en las frutas nativas antes mencionadas.
- Determinar cómo el estado de madurez del aguaymanto influye en el contenido de sus compuestos bioactivos y capacidad antioxidante, y determinar el estado de madurez que conlleva un mayor contenido de compuestos bioactivos.

PARTE EXPERIMENTAL

Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Físico-Química, Instrumentación y Biotecnología, Microbiología y Planta Piloto de Alimentos, de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Materiales y reactivos

Muestras: aguaymanto procedente del valle del Mantaro (Huancayo); papaya de monte procedente de Arequipa; tuna de tres colores: roja, verde y anaranjada, procedentes de Ayacucho; tomate de árbol, procedente de Junín.

Reactivos: ABTS (2,2'-azino-bis(3-thylbenzthiozoline-6-sulphonic acid) adquirido de Sigma Chemical Co.[®], DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) de Aldrich Chemical Co.[®], persulfato de potasio de grado analítico de Harleco 7574[®], etanol absoluto y hexano de J.T. Baker[®], metanol de Mallinckrodt[®], acetona, folin-ciocalteu, carbonato de sodio anhidro al 1 N, 2,6 diclorofenol indofenol de Ferak 33095[®], ácido l(+)-ascórbico para análisis de Riedel-di Haën 33034[®], ácido metafosforico, ácido acético glacial 100% de Merck[®], ácido cítrico anhidro extra puro de Schardau[®] y alcohol de 96°GL

Métodos de análisis

- Análisis proximal: humedad, proteínas, lípidos, fibra cruda, cenizas⁴.
- Contenido de minerales (Fe, Ca, Zn y P)³.
- pH³.
- Acidez titulable³.
- Contenido de sólidos solubles³.

- Capacidad antioxidante^{4,5}.
- Compuestos fenólicos totales⁶.
- Carotenos⁷, expresado como mg -caroteno/100 g de muestra
- Betalaínas⁸, los resultados se expresaron como mg de betalaínas/1000 ml
- Ácido ascórbico, determinado por el método de titulación con 2,6 diclorofenol indofenol (James⁹) expresado como mg ácido ascórbico/100 g muestra.

Metodología experimental

Preparación de las muestras: Se trabajó con frutas sanas y firmes que fueron lavadas con agua destilada; el aguaymanto entero fue licuado durante 30 segundos; la papaya de monte se cortó en mitades para eliminar el mucílago interno y se procedió a licuar durante 1 minuto; las tunas fueron peladas y licuadas durante 30 segundos; el tomate de árbol fue separado en cáscara, pulpa y pepas; cada uno de éstos fue licuado durante 1 minuto; todas las frutas fueron inmediatamente usadas para la preparación de extractos.

Preparación de los extractos:

A. Fenoles totales y capacidad antioxidante con los métodos DPPH y ABTS: Para todas las muestras se pesó 2,5 gramos de muestra y se añadió 12,5 mL de metanol; se homogenizó la muestra con un agitador magnético durante 15 minutos y se almacenó el extracto durante 24 horas a 4°C en oscuridad; luego, se procedió a centrifugar el homogenizado durante 20 minutos a 5000 rpm; el sobrenadante se guardó para análisis posteriores y el precipitado fue eliminado.

Para los ensayos con DPPH, se tomó alícuotas del extracto obtenido: para aguaymanto, tomate de árbol y tuna se tomó 150 L y para papaya de monte 50 L.

Para los ensayos de ABTS, se tomó 50 L del extracto de aguaymanto y papaya de monte y 150 L del extracto de tuna y tomate de árbol.

B. Vitamina C: Los extractos para la determinación de vitamina C en frutas se preparó según Luximon-Ramma¹⁰.

C. Betalaínas: Para obtener el extracto de tuna roja para el análisis de betalaínas, se siguió el método indicado por Osborne¹¹; primero se realizó una inactivación enzimática a 100°C por 5 minutos; luego se peló y se cortó en rodajas y se sometió a una extracción con agua acidulada (ácido cítrico al 0,2%) relación 1:2; se procedió a la precipitación de la goma con alcohol a 96°GL (1:2), y se filtró; la solución filtrada se guardó para posteriores análisis.

D. Determinación del estado de madurez en el contenido de compuestos bioactivos: Para tal fin, se trabajó con el aguaymanto y según la norma técnica Colombiana 4580¹², en la cual se indica una clasificación objetiva relacionando el contenido de grados brix y la acidez en la materia prima, tal como se indica en el Anexo 1, indicándose los estados de madurez cero, uno, dos-tres, cuatro, cinco y seis y poder conocer cómo el estado de madurez influye en el contenido de los compuestos bioactivos; se trabajó con el estado de madurez dos-tres junto,

dado que fue el estado de madurez utilizado para la determinación de un estado de madurez intermedio, necesario para la elaboración de frutas en almíbar (objetivo de otra investigación), dado que para la elaboración de ese producto no se puede trabajar con un fruto inmaduro (estado de madurez cero y uno) ya que no tiene desarrollada las características sensoriales para ser agradable al consumidor, como tampoco se puede trabajar con un fruto sobremaduro (estado de madurez cuatro, cinco y seis) dado que estos frutos no resisten el tratamiento térmico necesario para la pasteurización de la conserva.

Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados por un Análisis de Variancia (ANOVA) y la significancia estadística por la Prueba de Tukey. Las diferencias en $p < 0,05$ fueron consideradas significativas. El programa empleado fue SAS System V8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis proximal y químico

En la tabla 1, se puede apreciar la caracterización de las frutas en cuanto a su pH y grados brix. En el cuadro se aprecia el porcentaje de sólidos solubles promedio para cada uno de los frutos evaluados. Se menciona que la cantidad de sólidos solubles que contiene el jugo de una fruta cítrica es también un índice del grado de madurez de la misma¹⁸. La norma técnica de Colombia¹² del aguaymanto establece como un grado brix mínimo para el estado de madurez intermedia (“dos y tres”, Anexo 1) de entre 13,2 y 14,1; mostrando así que nuestro fruto tiene un menor contenido de sólidos solubles, lo que posiblemente se deba a las diferencias entre el aguaymanto producido en Colombia y con el proveniente del valle del Mantaro.

Tabla 1. Características de las frutas estudiadas

Nombre común	Nombre científico	°brix		pH		parte usada
Aguaymanto	<i>Physalis peruviana</i>	13,4	0,2	3,43	0,01	Todo
Papaya de monte	<i>Carica pubescens</i>	4,5	0,1	4,50	0,02	Pulpa + piel
Tuna	<i>Opuntia ficus indica</i>	13,8	0,2	6,07	0,01	Pulpa
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	11,57	0,25	3,77	0,2	Pulpa + piel

En las tablas 2, 3 y 4 se presentan los resultados de análisis proximal, del contenido de minerales, así como el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante, respectivamente. Todas las frutas tienen alto contenido de agua, entre 78,4 y 93,7% destacando la papaya de monte con el mayor contenido de agua y la tuna roja con el menor contenido. En cuanto al contenido de proteína en frutas, el tomate de árbol y aguaymanto, tenían mayor proporción (1,9 g/100 g).

Entre las tres variedades de tuna, la tuna verde tiene el mayor contenido de proteínas (1,5 g/100 g), mientras que la tuna roja y anaranjada presentaron 0,9 g/100 g. Al respecto, se señalan que los frutos, en especial los que poseen características cítricas, tienen un bajo contenido de proteína y de grasa, dentro de los cuales se puede considerar al aguaymanto¹³. El tomate de árbol tiene un alto contenido de fibra cruda (4,5 g/100 g). Todas estas frutas, como las frutas en general, son fuentes insignificantes de grasas, pero son fuentes importantes de carbohidratos. Los principales carbohidratos de las frutas son los azúcares. Se señala que los carbohidratos en los frutos, especialmente los que poseen características cítricas, están conformados por monosacáridos (glucosa y fructosa), oligosacáridos (sacarosa) y polisacáridos (celulosa, almidón, hemicelulosas y pectinas)³.

Tabla 2. Composición proximal de distintas frutas nativas peruanas (g/100 g de fruta).

Componente	tuna verde	tuna roja	tuna anaranja	tomate de árbol	aguaymanto	papaya del monte
Humedad (%)	81,7	78,4	80,6	82,9	79,8	93,7
Cenizas (%)	0,4	0,4	0,5	1,0	1,0	0,5
Proteína cruda (%)	1,5	0,9	0,9	1,9	1,9	0,9
Fibra cruda (%)	3,7	3,5	3,9	4,5	3,6	0,6
Grasa cruda (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Carbohidratos (%)	16,3	20,2	17,9	14,1	17,3	4,9
Energía total (kcal/100g de muestra)	72,1	85,3	76,1	64,9	76,8	23,2

Tabla 3. Contenido de minerales en frutas nativas peruanas (mg/100 g).

Fruta	fósforo	calcio	hierro	zinc	potasio
Tuna verde	332	29,8	0,5	0,2	25,6
Tuna roja	286,6	38,6	0,4	0,3	30,1
Tuna anaranjada	251,3	39,6	0,3	0,2	26,1
Tomate de árbol	44,7	25,56	0,9	0,45	441,03
Aguaymanto	37,9	10,55	1,24	0,4	292,65
Papaya de monte	600	14,6	0,4	0,1	242

El tomate de árbol y las tunas tienen alto contenido de fibra y podrían ser utilizados en alimentos nutraceuticos ricos en fibra. Este es un aspecto muy interesante, porque la fibra alimentaria tiene propiedades positivas para la salud: reducción del nivel de colesterol en sangre, protección contra diferentes enfermedades, como los cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer, etc.

En cuanto al contenido de minerales en las frutas, se puede observar que las tunas son fuentes importantes de fósforo, destacando en este aspecto la tuna verde (332 mg/100 g). Estas frutas son también fuentes, relativamente buenas, de calcio. Asimismo, cabe destacar el alto contenido de potasio que presentan el tomate de árbol y el aguaymanto. Las frutas nativas son fuentes importantes de nutrientes, como vitaminas (vitamina C, betacarotenos) y minerales (fósforo, potasio). El aguaymanto presentó un alto contenido de carotenoides (2,64 mg - caroteno/100 gramos muestra). Las tunas rojas y anaranjadas son ricas en pigmentos, que fueron identificados como betalainas. Los investigadores franceses encontraron que la cáscara de tuna era rica en calcio y potasio 2,09 % y 3,4 % b.s.¹⁴.

Todas las muestras presentaron diferencia significativa en el contenido de compuestos fenólicos, pero la papaya de monte es la fruta que presentó el mayor contenido, como se puede apreciar en la tabla 4, donde también se muestra la relación que tiene el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, según la materia prima evaluada. Las frutas, aparte de ser fuentes importantes de ciertas vitaminas, contienen otros componentes, principalmente pigmentados, como son los compuestos fenólicos, los que poseen capacidad antioxidante; son capaces de inhibir los radicales libres.

El contenido de compuestos fenólicos es mayor que el contenido en frutas cítricas y melón, pero menor que en uvas y grosellas encontradas por Vinson¹⁵. Según estudios se halló que los tallos de tuna contenían 3,7 mg de compuestos fenólicos totales/g como ácido gálico¹⁶. En el caso de la papaya de monte se encontró una mayor cantidad de compuestos fenólicos (167 mg/100g) que en la papaya tropical (57,6 mg/100g)¹¹.

El contenido de betalainas en tuna roja fue de 68,95 mg/1000 ml. Se encontró que la tuna venezolana (*Opuntia boldinghii*) tenía 0,59 mg/100ml de betalainas¹⁸. El contenido de vitamina C en la tuna peruana fue también mayor que en la tuna venezolana. La papaya de monte tenía menor cantidad de vitamina C que la papaya tropical (31,41 mg/100g y 92,9 mg/100g), respectivamente¹⁰.

En la tabla 4 se presenta la comparación de los contenidos de carotenoides en tomate de árbol, aguaymanto y papaya de monte. El tomate de árbol es la fruta que presenta mayor contenido de carotenos. Otros estudios presentan diferentes contenidos de carotenoides en diversas frutas y hortalizas hallados por varios autores en todo el mundo; así tenemos al camote (de 0,02 a 21,8 mg de α -caroteno/100 g), mango (de 0,6 a 2,9 mg de α -caroteno/100 g), melón (de 1,6 a 12,6 mg de α -caroteno/100 g), mangos brasileños (15 $\pm$ 7 μ g/g de α -caroteno), papaya (de 0,4 a 10 μ g/g) y naranja brasileña y papaya roja fueron de 1,2 a 6,1 μ g/g y 2,1 a 10 μ g/g, respectivamente¹⁸.

Tabla 4. Contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante.

Nombre común	DPPH ^a		ABTS ^a		fenoles ^b totales		vitamina C ^c		carotenos ^d		betalaínas
Aguaymanto	729	98b	1066	28b	154	3b	43,3	0,5a	2,64	0,03b	-
Papaya de monte	1936	228a	2141	71a	167	0,3a	31,41	1,3b	0,72	0,02c	-
Tomate de árbol	853	52b	838	35c	130	0,8c	16,09	1,6d	4,00	0,01a	-
Tuna roja	482	35c	651	40d	52	5d	22,75	0,6c	-	68,95	0,6

Datos expresados como promedio desviación estándar (n = 3)

^a g equivalente trolox / g de tejido

^b mg de equivalente ácido gálico / 100 g muestra

^c mg ácido ascórbico / 100 g muestra

^d mg -caroteno / 100 gramos muestra

^e mg de betalaínas / 1000 ml

- valor no determinado

La misma letra en la misma columna indica que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$)

Los resultados promedios de carotenoides totales (2,64 mg de α -caroteno/100g, lo que equivale a 4400 UI de vitamina A) obtenidos para el aguaymanto se presentan en la tabla 4.

En este caso, el aguaymanto con estado de madurez intermedia utilizado como materia prima para la elaboración de conserva, presenta un nivel moderado de α -caroteno¹³. Sin embargo, en la mayoría de las frutas y vegetales que contienen carotenoides, la maduración se ve acompañada por un aumento de la biosíntesis de carotenoides, como por ejemplo en el damasco, mango, naranja, melón, papaya, etc.; razón por la cual el valor pudo ser algo menor¹⁹.

Respecto al tomate de árbol, tuvo un valor de 4 mg -caroteno / 100 gramos muestra, el cual no sólo se considera el mayor en los frutos evaluados, sino también, que se estaría hablando de un frutal con un nivel algo más que moderado de α -caroteno; mientras que la papaya de monte se consideraría como un fruto de nivel bajo en α -caroteno¹⁸.

Determinación de la capacidad antioxidante

En la figura 1 se puede apreciar la capacidad antioxidante de las tres tunas estudiadas; la tuna roja (77,65%) tiene la mayor capacidad antioxidante en comparación que las otras; le sigue la tuna anaranjada (41,65%) y finalmente la tuna verde con un valor de 34,20% como porcentaje de inhibición del radical DPPH. La capacidad antioxidante está directamente relacionada con el contenido de pigmentos de la fruta. Se determinó la capacidad antioxidante de tallos de tuna, utilizando el método de radical DPPH, obteniendo una inhibición casi total en 40 minutos de reacción. En ambos ensayos (DPPH y ABTS) se encontró que la papaya de monte, presentó mayor capacidad antioxidante que las demás frutas¹⁶. La tuna roja fue la fruta que presentó menor contenido de capacidad antioxidante.

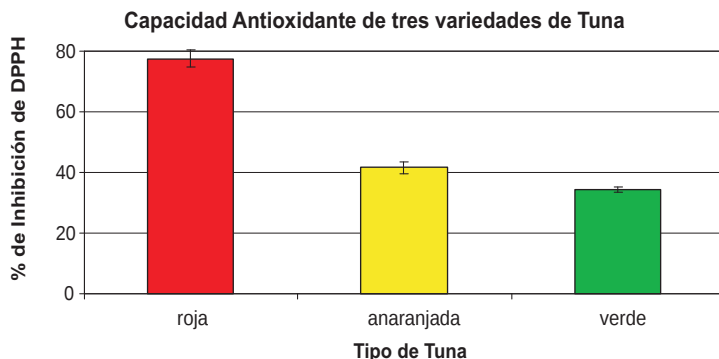


Figura 1. Capacidad antioxidante de tres variedades de tunas, cuantificada como inhibición del radical DPPH.

En las figuras 2 y 3 se muestra el porcentaje de inhibición del radical DPPH y ABTS, respectivamente, para cada tipo de fruto evaluado; la capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él. El tomate tiene el menor valor de capacidad antioxidante, a pesar de tener grandes cantidades de licopeno, probablemente porque el licopeno y los carotenoides, en general, son eficientes en la extinción (*quenching*) de singletes de oxígeno, y no tanto en el atrapamiento de radicales peroxílicos¹⁹.

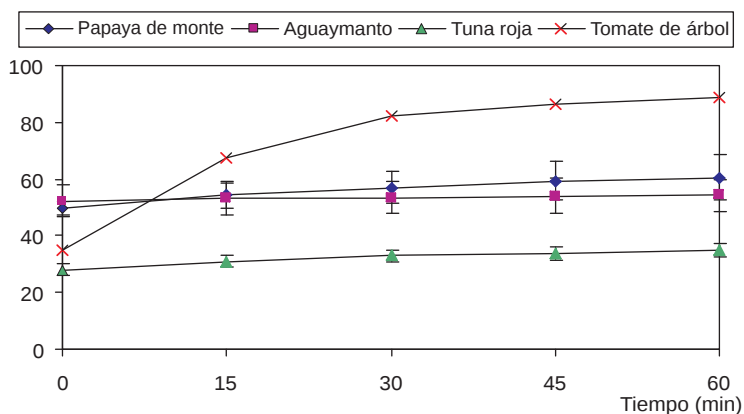


Figura 2. Capacidad antioxidante de de frutas nativas como inhibición del radical DPPH.

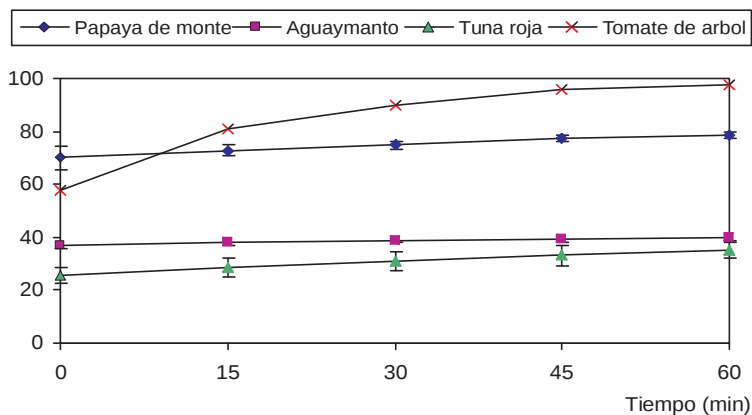


Figura 3. Capacidad antioxidante de de frutas nativas como inhibición del radical ABTS.

La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc. Por lo tanto, se puede decir, a partir de estas tablas, que existen compuestos fenólicos, carotenos y ácido ascórbico presentes en el aguaymanto, los que tendrían algún potencial antioxidante, el cual tiene un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos que conforman el fruto.

Se señala que los compuestos lipofílicos (carotenoides) son mejores queladores que reductores, es decir, los métodos de cuantificación de capacidad antioxidante lipofílica, tanto por ABTS como por DPPH, no cuantificaría verdaderamente dicho valor, además del efecto sinérgico que existiría entre los compuestos lipofílicos e hidrofílicos presentes en el aguaymanto, tomate de árbol, papaya de monte y tuna¹⁹.

Las frutas evaluadas que presentaron una alta capacidad antioxidante con el método de ABTS también lo presentaron con el método de DPPH, excepto el tomate de árbol. Este mecanismo similar que presentaron (figura 4) muestra una buena correlación entre estos dos ensayos con un coeficiente de correlación = 0,9765, indicando que ambos métodos son practicables para la determinación de la capacidad antioxidante de las materias primas evaluadas. La mencionada correlación en el plotéo de los valores antes indicados y mientras el R^2 sea más cercano a 1, mejor será su correspondencia.

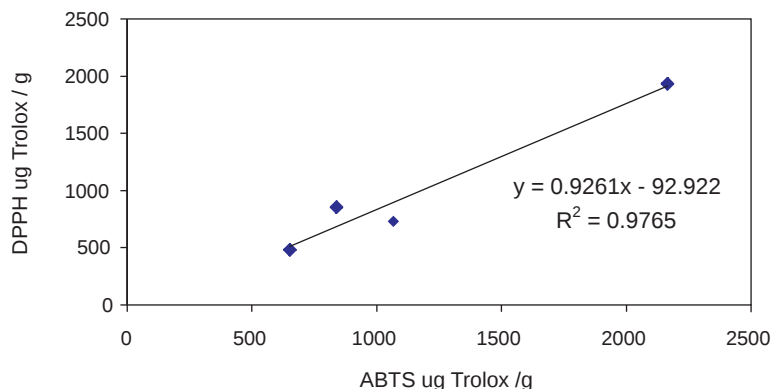


Figura 4. Comparación de la capacidad antioxidante de frutas nativas con los métodos de ABTS y DPPH

La tabla 5 muestra los coeficientes de correlación del DPPH y ABTS con relación a los compuestos bioactivos de las frutas estudiadas. El contenido de carotenos, correlacionó negativamente con la capacidad antioxidante indicando que a mayor contenido de carotenos la capacidad antioxidante disminuye.

Tabla 5. Coeficientes de correlación de DPPH y ABTS con fenoles, vitamina C y carotenos de frutas nativas del Perú.

	Fenoles totales	Vitamina C	Carotenos
DPPH	0,69	0,15	-0,87
ABTS	0,72	0,36	-0,97

Determinación del efecto del estado de madurez en los compuestos bioactivos del aguaymanto

El aguaymanto fue clasificado en función a su madurez en 6 estados según lo recomendado por la norma técnica Colombiana¹², la cual se presenta en el Anexo 1. En la tabla 6 se presentan los resultados de compuestos bioactivos en las frutas de aguaymanto en diferentes estados de madurez. Según la tabla 6 se ve claramente que mientras el aguaymanto aumenta en madurez, sus compuestos bioactivos (contenido de ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenos totales) aumentan, obteniéndose de esta forma una mayor capacidad antioxidante.

Se debe mencionar que la evaluación de la capacidad antioxidante mediante el método del DPPH se realizó utilizando como solvente al metanol; es decir, se cuantificó la capacidad antioxidante de compuestos hidrófilos presentes en el aguaymanto (ácido ascórbico y compuestos fenólicos), mientras que para la evaluación mediante el método del ABTS se evaluó utilizando como solvente al metanol inicialmente y luego una mezcla de isopropanol/hexano, es decir se cuantificó la capacidad antioxidante de compuestos hidrófilos (ácido ascórbico y compuestos fenólicos) y compuestos lipófilos (carotenoides) de la fruta antes mencionada, razón por la cual en el segundo caso se obtuvo una mayor capacidad antioxidante, dado que la capacidad antioxidante total de un fruto es la sumatoria de su capacidad antioxidante en la fase hidrofílica y fase lipofílica.

Se señala que la capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos bioactivos, entre los cuales tenemos a los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc.^{21,22}. Por lo tanto, se puede decir que son los compuestos fenólicos, carotenos y ácido ascórbico presentes en el aguaymanto, los que aportan su potencial antioxidante, existiendo a su vez un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos que conforman el fruto²².

Adicionalmente, como se muestra en la figura 5 (Anexo 1), al aumentar el contenido de carotenos, que se observa con el aumento del color amarillo, aumenta la capacidad antioxidante del fruto.

Se menciona que la madurez influye directamente en el contenido de compuestos bioactivos, dado que se generan durante la madurez procesos de biosíntesis los que generan mayor contenido de carotenoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico, etc.; compuestos bioactivos que al encontrarse en mayor cantidad en el fruto conllevan a dar una mayor capacidad antioxidante al fruto; así tenemos que en la misma investigación se obtiene como conclusión que la actividad antioxidante se incrementa con la maduración del fruto, encontrando un aumento en el contenido de fenoles totales, ácido ascórbico, licopeno y β -caroteno en frutal de pimienta²².

Tabla 6. Análisis de los compuestos bioactivos del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez.

Contenido según estado de madurez*		cero	uno	dos-tres	cuatro	cinco	seis
Componente							
Ácido ascórbico (mg / 100 g)		3,23 ± 0,08	12,89 ± 1,02	28,55 ± 0,10	35,90 ± 0,84	45,23 ± 1,24	51,65 ± 0,91
Carotenos totales (mg de β-caroteno/100g)		0,12 ± 0,08	0,78 ± 0,12	1,77 ± 0,02	1,95 ± 0,11	2,02 ± 0,06	2,34 ± 0,04
Capacidad Antioxidante (µg eq trolox/g)	DPPH	Fase Hidrofílica	56,32 ± 3,46	126,68 ± 5,82	249,23 ± 8,01	324,21 ± 9,54	438,92 ± 14,42
			61,28 ± 5,92	151,22 ± 2,68	288,95 ± 3,62	381,54 ± 4,32	475,81 ± 8,92
	ABTS	Fase Hidrofílica	61,28 ± 5,92	151,22 ± 2,68	288,95 ± 3,62	381,54 ± 4,32	475,81 ± 8,92
			64,86 ± 8,22	165,54 ± 8,42	297,51 ± 4,23	395,34 ± 12,32	498,32 ± 9,64

* Según Norma Técnica Colombiana¹².

CONCLUSIONES

- El tomate de árbol (4,5 g fibra/100 g fruta) tuvo el mayor contenido de fibra cruda, seguida por la variedad de tuna anaranjada (3,9 g fibra/100 g fruta); tuna verde (3,7 g fibra/100 g fruta); aguaymanto (3,6 g fibra/100 g fruta); tuna roja (3,5 g fibra/100 g fruta) y papaya de monte (0,6 g fibra/100 g fruta).
- La mayor capacidad antioxidante medida por el método del DPPH fue el de la papaya de monte (1936 228 g equivalente trolox/g de tejido); seguido por el tomate de árbol (853 52 g equivalente trolox/g de tejido); el aguaymanto (729 98 g equivalente trolox/g de tejido) y finalmente la tuna roja (482 35 g equivalente trolox/g de tejido).
- La mayor capacidad antioxidante medida por el método del ABTS fue el de la papaya de monte (2141 71 g equivalente trolox/g de tejido); seguido por el aguaymanto (1066 28 g equivalente trolox/ g de tejido); el tomate de árbol (838 35 g equivalente trolox/g de tejido); y finalmente la tuna roja (651 40 g equivalente trolox/g de tejido).
- El mayor contenido de compuestos fenólicos fue el encontrado en la papaya de monte (167 0,3 mg de equivalente ácido gálico/100 g muestra); el aguaymanto (154 3 mg de equivalente ácido gálico/100 g muestra); el tomate de árbol (130 0,8 mg de equivalente ácido gálico/100 g muestra) y finalmente la tuna roja (52 5 mg de equivalente ácido gálico/100 g muestra).
- El mayor contenido de ácido ascórbico lo tuvo el aguaymanto (43,3 0,5 mg ácido ascórbico/100 g muestra); seguido por la papaya de monte (31,41 1,3 mg ácido ascórbico/100 g muestra); la tuna roja (22,75 0,6 mg ácido ascórbico/100 g muestra) y finalmente el tomate de árbol (16,09 1,6 mg ácido ascórbico/100 g muestra).
- El mayor contenido de carotenos fue en el tomate de árbol (4,00 0,01 mg -caroteno/100 g muestra), seguido por el aguaymanto (2,64 0,03 mg -caroteno/100 g muestra) y finalmente la papaya de monte (0,72 0,02 mg -caroteno/100 g muestra).
- La tuna roja tuvo un contenido de 68,95 0,6 mg de betalainas/1000 ml de fruta.
- El estado de madurez en el aguaymanto influye en forma directamente proporcional con su contenido de compuestos bioactivos, lo que a su vez repercute en que la capacidad antioxidante sea mayor en el fruto mientras va madurando.
- El mayor contenido de compuestos bioactivos en el aguaymanto fue para un estado de “madurez seis” con un 51,65 mg ácido ascórbico/100 g muestra; 2,34 mg de â-caroteno/100g muestra; una capacidad antioxidante en el extracto hidrofílico medido por el DPPH de 489,05 g equivalente trolox/g de tejido y una capacidad antioxidante en el extracto hidrofílico medido por el ABTS de 520,72 g equivalente trolox/g de tejido y de 590,84 g equivalente trolox/g de tejido en el extracto lipofílico.

AGRADECIMIENTOS

Al CONCYTEC, a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina y a la Sociedad Química del Perú.

REFERENCIAS

1. National Research Council. 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press, Washington, D.C. Pag. 23-56.
2. Gurrieri, S.; Miceli, L.; Lanza, M.; Tomaselli, F.; Bonomo, R. and Rizzarelli, E. 2000. Chemical characterization of sisilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and perspectives for the storage of its juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **48**. 5424-5431.
3. A.O.A.C., 1995 Official Methods of Analysis, 15 TH EDN. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC .
4. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology*. **28**. 25-30.
5. Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical Biology and Medicine*. **26**. 1231-1237.
6. Swain, F. and Hillis W. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domesticus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **10**. 63-68.
7. Talcott, S. and Howard, L. 1999. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **47**. 2109–2115.
8. Stintzing, F.; Schieber A.; and Carle, R. 2003. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. *Europe food research and technology*. **216**. 303-311.
9. James, C. 1995. Analytical Chemistry of Foods. Blackie Academic & Professional. London. Pag. 23-24.
10. Luximon-Ramma, A.; Baborun, T. and Crozier, A. 2003. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **83**. 496-502.
11. Osborne, D. y Voogt, P. 1986 Análisis de los Nutrientes de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pag. 123-125.
12. ICONTEC. 1999. Uchuva (*Physalis peruviana*), para el consumo fresco o destinado al procesamiento industrial. Colombia. Norma Técnica Colombiana NTC 4580.
13. Davies, F. y Albrigo, G. 1994. Cítricos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. Pag. 45-48.
14. Lamghari El Kossori, R.; Villaume, C.; El Boustani, E.; Sauvaire, Y. and Mejean, L. 1998. Composition of pulp, skin and seeds of prockly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.) *Plant Foods for Human Nutrition*. **52**. 263-270.

15. Vinson, J.; Hao, Y.; Su, X. and Zubic, L. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **46**. 3630-3634.
16. Lee, J.; Kim, H. and Jang, Y. 2002. Antioxidant property of an ethanol extract of the stem of *Opuntia ficus indica* var. saboten. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **43**. 1222-1231.
17. Morín, Ch.; Salas, F. y San Martín, A. 1985. El cultivo de los cítricos. Departamento de Horticultura. UNALM. Lima-Perú. Pag. 45-56.
18. Rodríguez-Amaya, D. 1999. Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los Carotenoides Provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. Facultad de Ingeniería de alimentos. Universidad Estatal de Campiñas. Campinas SP-Brasil. Pag. 35-37.
19. Pineda, D.; Salucci, M.; Lázaro R.; Maiani, G.; y Ferro-Luzzi, A. 1999. Capacidad antioxidante y Potencial de sinergismo entre los principales constituyentes de algunos alimentos. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*. **13**. 104-111.
20. Gordon, M. 1990. Food antioxidants. Chapter 1: The mechanism of antioxidant action *in vitro*. Elsevier Applied Science London and New York. U.S.A. Pag. 205-207.
21. Dragovic-Uzelac, V.; Levaj, B.; Mrkic, V.; Bursac, D. and Boras, M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*. **102**. 966-975.
22. Navarro, J.; Flores, P.; Garrido, C. y Martínez, V. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*. **96**. 66-73.

ANEXO 1

Resumen de la norma técnica Colombiana NTC 4580.

PRODUCTO: Uchuva (*Physalis peruviana*), para el consumo fresco o destinadas al procesamiento industrial.

El grado de desarrollo y el estado de la uchuva debe permitir el transporte y manipulación de manera que llegue satisfactoriamente al lugar de destino.

Tabla 7. Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez.

Estado	aspecto externo del fruto	°brix mínimo	% de ácido cítrico	Índice de madurez °Brix / %ácido
Cero	Fisiológicamente desarrollado, color verde oscuro.	9,4	2,69	3,5
Uno	Color verde un poco más claro.	11,4	2,70	4,2
Dos	Color verde se manifiesta en las zonas cercanas al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas.	13,2	2,56	5,2
Tres	Color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz.	14,1	2,34	6,0
Cuatro	Color anaranjado claro.	14,5	2,03	7,1
Cinco	Color anaranjado.	14,8	1,83	8,1
Seis	Color anaranjado intenso.	15,1	1,68	9,0

Fuente¹².

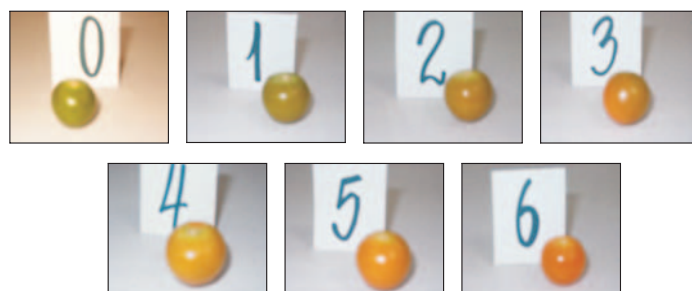


Figura 5. Estados de madurez del aguaymanto (*Physalis peruviana*) según Icontec (1999).

Fuente: Elaboración propia (2005).

EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA DE LA PELÍCULA PROTECTORA DE UNA CARBOXI-AMIDO-IMIDAZOLINA SOBRE UN ACERO MICROALEADO BAJO CONDICIONES DE MEDIO AMARGO

Álvaro Torres Islas¹ y Sergio Serna Barquera¹

RESUMEN

En este trabajo se reportan los resultados obtenidos de la evaluación de una carboxi-amido-imidazolina utilizada para inhibir la corrosión, por medio de las técnicas de Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIE) y análisis de ruido electroquímico (ARE). Las pruebas se realizaron utilizando un acero microaleado para tubería de reciente desarrollo, en contacto con medios amargos, en presencia del inhibidor. El medio amargo utilizado simula la composición de una fase acuosa que se forma durante la producción y transporte de gas natural a 50 °C, sin la presencia de oxígeno. La remoción del oxígeno de la solución de prueba se logró al burbujearle un flujo de gas nitrógeno de alta pureza. El inhibidor se evaluó a cinco diferentes concentraciones en partes por millón (ppm). Los datos obtenidos mediante EIE y ARE fueron analizados y utilizados como indicadores para el monitoreo en el desarrollo de la película protectora generada por el inhibidor. Se encontró que la máxima eficiencia del inhibidor (EI), fue de aproximadamente 80%, lo cual se obtuvo con la adición del inhibidor en 5 y 10 ppm. Asimismo, el inhibidor presentó una buena persistencia en la superficie del acero, obedeciendo a un mecanismo de adsorción, el cual se puede explicar adecuadamente mediante el modelo de la isoterma de Temkin.

Palabras clave: Carboxi-amido-imidazolina; medio amargo, acero microaleado, técnicas electroquímicas.

ELECTROCHEMICAL EVALUATION OF A PROTECTIVE FILM BY THE CARBOXIAMIDOIMIDAZOLINE INHIBITOR ON A NEW MICROALLOYED PIPELINE STEEL, UNDER SOUR ENVIRONMENT

ABSTRACT

The results of the evaluation of a carboxiamidoimidazoline corrosion inhibitor by means of electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and electrochemical noise analysis (ENA) are reported. A new microalloyed pipeline steel was used to perform the electrochemical tests under sour environment in the presence of the corrosion inhibitor. The sour environment in which steel coupons were immersed simulates the composition of an aqueous phase during the production and transportation of natural gas at 50 °C with oxygen removal by means of high purity nitrogen gas flux. Carboxiamidoimidazoline inhibitor formulation was tested in five different concentrations in parts per million (ppm). EIS and ENA data were analyzed as indicators for monitoring the development of a protective film by the inhibitor. It was found that the maximum inhibiting efficiency, IE, was of approximately 80% having added only 5 and 10 ppm. Moreover, this compound have a good persistency in steel surface that follows

¹ UAEM, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62210-Cuernavaca, Mor., México
atimarquis93@yahoo.com.mx; aserna@uaem.mx

and adsorption mechanism, which can be adequately described by the Temkin isotherm.

Key words: Carboxi-amido-imidazoline; sour environment; microalloyed steel; electrochemical test.

INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que la corrosión es uno de los problemas más serios en la industria del petróleo y gas natural. Las condiciones ambientales en los sistemas de transporte y distribución de petróleo y gas natural en campo pueden ser muy variadas, pero en general se pueden clasificar de la siguiente manera: Anaeróbicas, con alta concentración de dióxido de carbono (CO_2), salinidad, y con la presencia de sulfuro de hidrógeno (H_2S). El control de la corrosión puede lograrse por varios métodos. Sin embargo, la aplicación de inhibidores es una de las alternativas más efectivas para la protección de las superficies metálicas contra la corrosión. Los inhibidores de la corrosión normalmente se basan en compuestos orgánicos, que al añadirse al medio corrosivo en concentraciones muy pequeñas pueden reducir en gran medida la velocidad de corrosión del metal o aleación expuesta. El mecanismo más común de inhibición de estos compuestos, es mediante la adsorción sobre las superficies metálicas, aislándolas del medio corrosivo.¹ Generalmente, la eficiencia se incrementa añadiendo cantidades mayores de inhibidor hasta llegar a un estado, más allá del cual el incremento en la concentración es irrelevante en el aumento de la eficiencia. Singh y Ateya^{2,3} mostraron que la eficiencia en la inhibición de la corrosión se incrementa continuamente a medida que se incrementa la concentración de inhibidor. Sin embargo, también encontraron que hasta cierto límite, generalmente una concentración baja (concentración crítica), la eficiencia comienza a disminuir, no importando la cantidad de inhibidor que se añada. No obstante, dependiendo de la naturaleza del medio corrosivo, los inhibidores se comportan de manera diferente.

Recientemente se han hecho investigaciones, acerca del efecto del H_2S , en la aceleración de la disolución del hierro, utilizando la técnica de EIE y técnicas potenciostáticas.^{4,5} Como resultado de estas investigaciones, se ha propuesto un mecanismo para interpretar el comportamiento anódico del hierro en soluciones acuosas que contienen H_2S .⁶; el cual esta relacionado primero con una etapa de adsorción química, seguida sucesivamente por dos etapas de transferencia de carga.

Por otra parte, existen varias técnicas que pueden ser utilizadas para monitorear el comportamiento de un inhibidor. Sin embargo, pocas son capaces de generar un conocimiento fundamental de los procesos de corrosión y los mecanismos mediante los cuales actúan los inhibidores. La técnica de EIE ha demostrado ser particularmente útil para estudiar el proceso de formación y destrucción de la película de inhibidor que se forma sobre la superficie de un metal y para monitorear su persistencia.^{7, 8} De la misma manera la técnica de ARE ha demostrado ser muy útil para el monitoreo continuo de los procesos de corrosión y el comportamiento de los inhibidores.⁹

Actualmente se encuentran discrepancias en la literatura¹⁰⁻¹⁵ acerca de los mecanismos de inhibición mediante los cuales las imidazolinas actúan sobre la superficie de un acero o aleación; el propósito de este trabajo es el de continuar con el estudio del comportamiento de este tipo de inhibidores y contribuir al conocimiento relacionado, para que eventualmente los resultados sean considerados en la correcta aplicación de los inhibidores y las técnicas para su evaluación en campo. Con este propósito se evalúan cinco concentraciones de la carboxi-amido-imidazolina bajo estudio y se comparan los resultados obtenidos mediante las dos

técnicas electroquímicas mencionadas anteriormente (EIE y ARE). Además, se estudia el comportamiento de los mecanismos de absorción de este inhibidor en un acero microaleado de reciente desarrollo utilizando las isoterma de Langmuir, Frumkin, Temkin, y Freundlich.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Condiciones generales

Las pruebas se realizaron utilizando pequeñas secciones extraídas de un planchón de acero grado API X80 experimental. Su composición química y microestructura ha sido reportada por Olivares.¹⁶ La estructura química general de la carboxi-amido-imidazolina bajo estudio se muestra en la figura 1. Consiste de tres partes: a) un anillo de cinco átomos unidos a dos átomos de nitrógeno; b) una cadena en un lado con un grupo funcional, y c) una cadena de hidrocarburos. La composición exacta del inhibidor bajo estudio se desconoce. Las concentraciones evaluadas del inhibidor fueron: 5, 10, 25, 50 y 100 ppm. Las pruebas electroquímicas se llevaron a cabo en una solución acuosa con agitación, conteniendo NaCl (30 g/l), ácido acético glacial (CH_3COOH)-1,7 g/l, y 3,52 g/l de Na_2S . Se utilizó un volumen de 100 ml por prueba, utilizando para su preparación agua destilada y reactivos grado analítico. La solución fue desoxigenada antes de cada prueba burbujéandole gas nitrógeno de alta pureza mediante un sistema de purga, durante 1h. Se utilizó una celda de vidrio para la realización de las pruebas electroquímicas a 50 °C controlando la temperatura mediante un termostato acoplado a una parrilla de calentamiento.

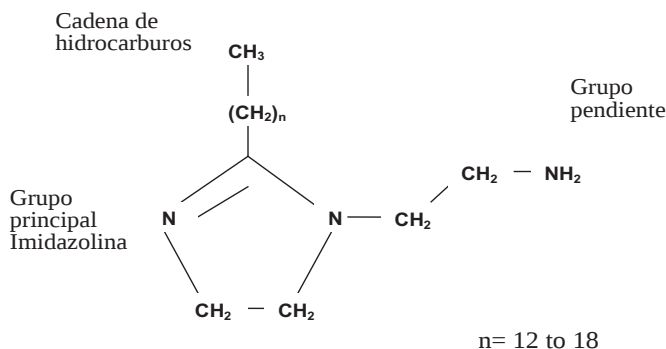


Figura 1. Estructura química general de la carboxi-amido-imidazolina utilizada en este trabajo.

Mediciones de EIE

Para las pruebas de EIE se utilizó un arreglo de tres electrodos. Las señales electroquímicas generadas por el sistema bajo corrosión fueron monitoreadas y registradas utilizando un potencióstato Gill AC conectado a una computadora personal. Este equipo fue previamente calibrado de acuerdo a la norma ASTM G106-89. Se aplicó una señal de voltaje de CA con una amplitud de 5 mV con respecto al potencial de circuito abierto (PCA), en el rango de frecuencia de 2 mHz a 10 kHz, en periodos de 24 hr. Las dimensiones del electrodo de

trabajo fueron 3 x 5 x 2 mm, encapsulado en resina poli-acrítica. La conexión eléctrica se hizo soldando al electrodo de trabajo un alambre de 80Cr-20Ni antes de encapsularlo en la resina, y protegiéndolo de la corrosión utilizando un tubo de vidrio. La superficie expuesta del electrodo de trabajo fue de 0,15 cm². El electrodo de trabajo se lijó utilizando papel de lija hasta la lija 600; posteriormente se limpió con acetona secándolo con aire caliente. Inmediatamente después se introdujo en la solución de prueba. Se utilizó un electrodo de calomel saturado (SCE) como electrodo de referencia en todas las pruebas y un contra-electrodo de grafito.

Mediciones de ARE

Para las pruebas de ARE se utilizaron dos electrodos de trabajo del mismo acero y un electrodo de calomel como electrodo de referencia. Se registraron simultáneamente las fluctuaciones electroquímicas (ruido) en corriente y voltaje con una frecuencia de un punto por segundo durante 2048 segundos, en periodos de 24 hr. Para este propósito se utilizó un amperímetro automatizado de resistencia cero, **ACM instruments**, conectado a una computadora personal.

Se obtuvo la resistencia de la película del inhibidor con las diferentes concentraciones, y la resistencia de transferencia de carga mediante los espectros de impedancia, utilizando diagramas de Bode a diferentes tiempos. Lo mismo se realizó para el acero sin la presencia de inhibidor. Asimismo se calculó la resistencia en Ruido (R_{noise}) mediante el análisis estadístico de las señales de corriente y voltaje aplicando la siguiente fórmula:

$$R_{noise} = \frac{V}{i} \frac{t}{t} \quad (1)$$

En donde $\sigma[V(\Delta t)]$ es la desviación estándar del ruido en voltaje en intervalos de tiempo Δt , y $\sigma[i(\Delta t)]$ es la desviación estándar del ruido en corriente en el mismo intervalo de tiempo Δt .

Como primer paso se removió la tendencia de la señal de corriente directa de los datos de ruido electroquímico antes de analizarlos. Para realizar lo anterior se aplicó un ajuste polinomial de primer orden mediante el software comercial "Origin" en una plataforma de Windows. La tendencia de DC tuvo que eliminarse debido a que puede originar grandes distorsiones en el análisis estadístico de los datos¹⁷.

Cálculo de las isothermas de adsorción

La ecuación 2 se utilizó para obtener la fracción de superficie cubierta (θ) por la presencia de las moléculas del inhibidor en función de su concentración.

$$\frac{i_{corr\ blank} - i_{corr\ inhibited}}{i_{corr\ blank}} \quad 2$$

Donde i_{corr} (*blank*) es la velocidad de corrosión del acero sin añadirle inhibidor y i_{corr} (*inhibited*) es la velocidad de corrosión en presencia del inhibidor¹⁷. Con esta información y los modelos de adsorción representados por las ecuaciones 3 a 6, fue posible determinar qué modelo explica mejor el comportamiento asociado con los resultados experimentales.

Modelo de Temkin

$$K_{ad} C e^f \quad 3$$

Modelo de Langmuir:

$$K_{ad} C \frac{1}{1 + K_{ad} C} \quad 4$$

Modelo de Freundlich:

$$K_{ad} C^{1/n} \quad 5$$

Modelo de Frumkin:

$$K_{ad} C \frac{1}{1 + K_{ad} C} e^f \quad 6$$

En donde K_{ad} es la constante de equilibrio de adsorción; C es la concentración de inhibidor, y f es la constante de interacción molecular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espectroscopia de impedancia electroquímica

La resistencia de la película de inhibidor y la resistencia de transferencia de carga se obtuvieron a partir de los espectros de impedancia. Estos datos se presentan como diagramas de Bode a diferentes tiempos de inmersión. A partir de estos datos se evaluaron los parámetros de resistencia en ruido R_{ruido} y el módulo de impedancia $|Z|$.

La figura 2 muestra la representación en el diagrama de Bode del espectro de la impedancia del acero en la solución sin inhibidor a diferentes tiempos de monitoreo (2, 14, 17 y 24 horas). En esta gráfica se puede observar que la impedancia de electrodo decrece ligeramente conforme el tiempo de monitoreo se incrementa. Al no contar con la presencia de inhibidor, en este caso el comportamiento anterior tiene que ver con el deterioro que experimenta la película de óxido protector que se forma sobre la superficie del acero en contacto con la solución. Cuando se añaden 5 ppm de inhibidor a la solución de prueba como se ilustra en la figura 3(a) la impedancia de electrodo se incrementa. Sin embargo, conforme aumenta el periodo de monitoreo, la impedancia decrece. Por otra parte, en el rango de alta frecuencia en el diagrama de Bode la forma de la curva presenta una variación abrupta en la impedancia de electrodo, la cual, en general, incrementa en relación con el tiempo de monitoreo. Este comportamiento también se presentó en la prueba con la solución sin inhibidor, pero a una magnitud mucho menor. Este fenómeno ocurre en todas las pruebas con las diferentes concentraciones de inhibidor en el mismo rango de frecuencia; un ejemplo de este comportamiento se muestra en las figuras 4(a) y 5(a), correspondientes a los diagramas de Bode de las pruebas con 10 y 25 ppm, respectivamente. Este comportamiento está relacionado con un proceso de difusión a través de la capa pasiva sobre el acero. Esta idea se apoya tomando en consideración que la impedancia representada en la gráfica de Nyquist de la figura 6 exhibe la forma característica de un proceso controlado principalmente por difusión en este rango de frecuencia.

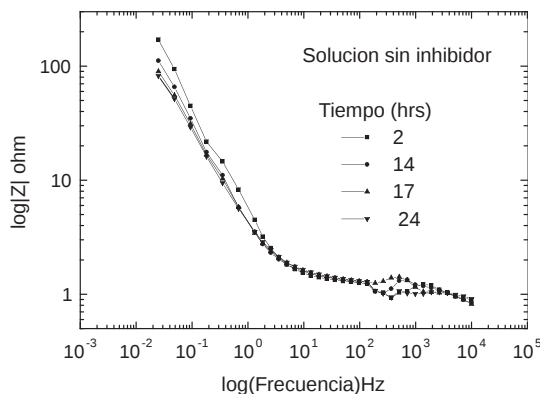


Figura 2. Representación en el diagrama de Bode del espectro de la impedancia en la solución sin inhibidor a diferentes tiempos de monitoreo.

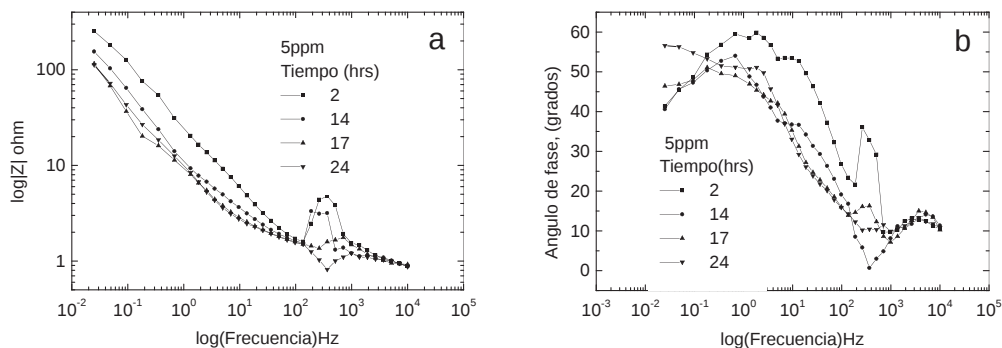


Figura 3. Representación en el diagrama de Bode del espectro de la impedancia (a) y la grafica del ángulo de fase (b) en la solución con 5ppm de inhibidor a diferentes tiempos de monitoreo.

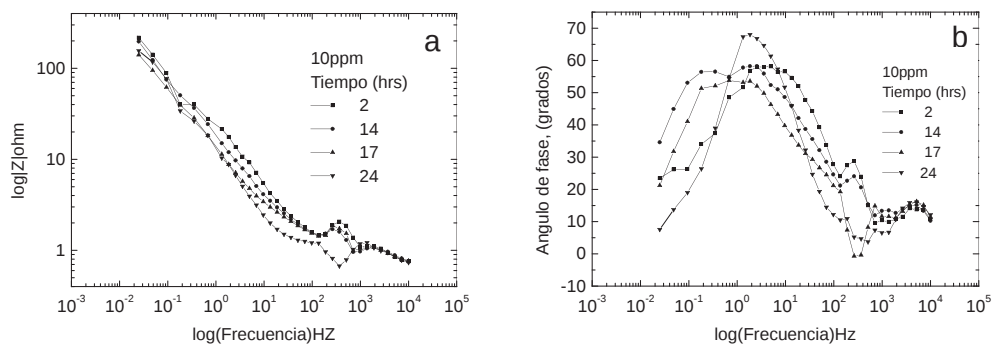


Figura 4. Representación en el diagrama de Bode del espectro de la impedancia (a) y la grafica del ángulo de fase (b) en la solución con 10ppm de inhibidor a diferentes tiempos de monitoreo.

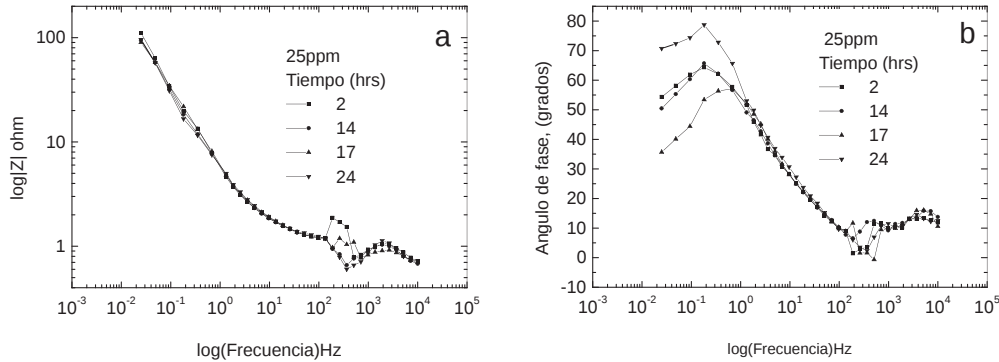


Figura 5. Representación en el diagrama de Bode del espectro de la impedancia (a) y la grafica del ángulo de fase (b) en la solución con 25ppm de inhibidor a diferentes tiempos de monitoreo

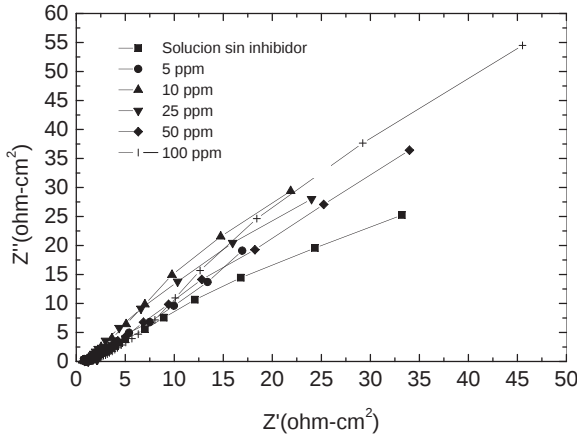


Figura 6. Representación en la grafica de Nyquist de los datos de la impedancia en la solución sin inhibidor y con las diferentes concentraciones en el rango de frecuencias de 100 a 1000.

El comportamiento correspondiente a las pruebas con 50 y 100 ppm de inhibidor presenta características similares a las pruebas sin inhibidor y con 5 y 25 ppm.

En el análisis del ángulo de fase en las gráficas de Bode en las figuras 3 (b), 4(b), y 5(b), correspondientes a las pruebas con 5, 10, y 25, ppm de inhibidor respectivamente, muestran una tendencia general de deterioro del inhibidor en todos los periodos de tiempo de monitoreo. Esta tendencia presenta dos etapas, como se discute a continuación.

En la primera etapa los diagramas de Bode muestran una reducción de la impedancia en el rango de alta frecuencia. En esta etapa, la película de inhibidor se comporta como una película con propiedades dieléctricas con la presencia de micro-poros.¹⁸ Posteriormente, la forma en la grafica del ángulo de fase cambia repentinamente, presentando, en general, un incremento en todos los tiempos de monitoreo. Este comportamiento también se presenta en el acero en la solución sin inhibidor; esto sugiere que en esta etapa existe un proceso de difusión el cual está en función de la resistencia de la solución. La segunda etapa se caracterizó por un pico grande en el ángulo de fase a un rango intermedio de frecuencias en todos los tiempos de monitoreo. Este comportamiento se atribuye a procesos de transferencia de carga relacionados con las características de la doble capa.^{18,19} En esta etapa, el cambio en el ángulo de fase se vio afectado por la concentración del inhibidor, mostrando un incremento conforme aumenta la concentración de inhibidor. Esto muy probablemente es consecuencia del deterioro que sufre la película de inhibidor conforme pasa el tiempo. La eficiencia del inhibidor en la solución de prueba se incrementa al reducir su concentración, y parece decrecer al aumentar su concentración. Este resultado concuerda con el obtenido por otros investigadores.^{20, 21} Sin embargo, los valores de impedancia de electrodo fueron relativamente bajos en todas las concentraciones del inhibidor. Al compararlos con los valores de impedancia del acero sin inhibidor, no exceden un orden de magnitud en sus valores. Lo anterior indica que este tipo de inhibidor no es muy adecuado para proteger al acero de la corrosión, por lo menos en este sistema. Los resultados también indican que la mayor eficiencia posible (cercana al 80 %) se obtiene con 5 y 10 ppm de inhibidor (figura 7).

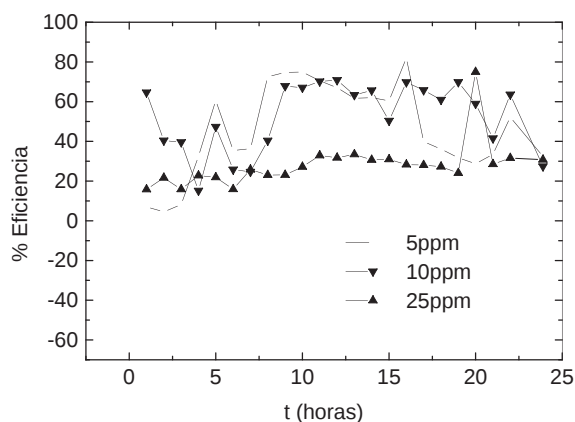


Figura 7. Gráfica de la eficiencia del inhibidor con 5, 10, y 25 ppm en un periodo de 24 hrs.

La formación y persistencia de la película de inhibidor ha sido monitoreada con claridad al analizar la tendencia de los datos de EIE, confirmando su desempeño con el cálculo de la eficiencia del inhibidor.

Continuando con el análisis en la formación y desarrollo de la película del inhibidor sobre la superficie del acero, en la figura 1, se muestra la estructura general del inhibidor (carboxi-amido-imidazolina). Sus grupos; principal y de cadena, propician un fuerte enlace en la superficie del acero. Esta estructura también le ayuda a mejorar su adsorción molecular²² de tal forma que la película del inhibidor estuvo presente durante todo el periodo de monitoreo. Esto fue evidenciado por el comportamiento de la resistencia en ruido (R_{ruido}) y el módulo de impedancia $|Z|$ (figuras 8(a) y 8(b) respectivamente). A pesar de lo anterior, los resultados representados en los diagramas de Bode indican una protección casi nula por parte del inhibidor. Esto sugiere que en la interfase de la doble capa ocurre un proceso de transferencia de carga. Este comportamiento se ha relacionado con la barrera hidrofóbica del inhibidor y a su estructura de cadena de hidrocarburos, los cuales pueden afectar en gran medida su desempeño.²² De esta manera, la película de inhibidor permite la entrada de moléculas de agua y como consecuencia, la alta actividad de reacciones anódicas y catódicas en la superficie de la aleación promueven su bajo índice de protección.

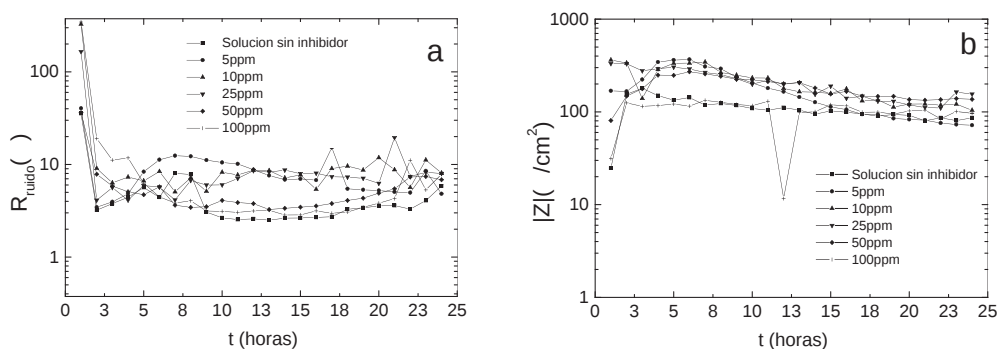


Figura 8. Comportamiento y correlación entre (a) R_{ruido} y (b) el módulo de la impedancia $|Z|$ en la solución sin inhibidor y con las diferentes concentraciones en un periodo de 24 hrs.

Como se discutió anteriormente, la eficiencia, persistencia y deterioro de la película de inhibidor están normalmente representados por cambios típicos en las gráficas de Bode. Por lo tanto estos diagramas en sí mismo pueden utilizarse como un indicador para el monitoreo y estudio del comportamiento de la película de inhibidor sobre un acero.

Ruido electroquímico y análisis del módulo de la impedancia.

Las señales de ruido electroquímico se registraron de manera continua del sistema bajo estudio, en la solución de prueba durante 24 hrs, con cada una de las diferentes concentraciones de inhibidor respectivamente. A partir de los datos generados por el registro

de estas señales se calculó el parámetro de R_{ruido} el cual indica el deterioro así como la persistencia de la película de inhibidor. Además también se realizó la comparación de este parámetro con el módulo de impedancia $|Z|$ a bajas frecuencias.

Al comparar el ARE con las metodologías de EIE, éste demuestra ser más conveniente por su simplicidad experimental, especialmente por su característica de monitorear continuamente el comportamiento de la película de inhibidor. La figura 8(a) muestra el cambio continuo de la R_{ruido} durante el periodo de tiempo de evaluación con cada una de las concentraciones de inhibidor. En esta figura se observa que para 5 ppm de inhibidor la R_{ruido} muestra valores de resistencia mayores en comparación con el acero sin inhibidor. Este comportamiento siguió con una tendencia progresiva hasta 10, ppm de inhibidor. Sin embargo, a 25, 50 y 100 ppm de inhibidor la R_{ruido} muestra una reducción; el mismo comportamiento se aprecia en las gráficas de Bode en las mismas concentraciones. Esto confirma que la mayor eficiencia del inhibidor se presenta a bajas concentraciones y por el contrario, al incrementar la concentración la eficiencia del inhibidor disminuye. De tal manera que la tendencia en las gráficas de R_{ruido} coincide con los resultados de EIE, como se ha establecido anteriormente.

En la figura 8(b) se muestra la gráfica del módulo de la impedancia a bajas frecuencias para la solución sin inhibidor y con cada una de las concentraciones. Al comparar esta gráfica con la de la figura 8 (a) se puede apreciar que la R_{ruido} muestra una fuerte correlación con el comportamiento de la película de inhibidor representada por el módulo de la impedancia. De tal forma que con 5ppm se obtiene la máxima eficiencia del inhibidor mientras que con 10 y 25 ppm el comportamiento de la película de inhibidor es similar, aunque con una menor eficiencia y con 50 y 100 ppm de inhibidor la protección es prácticamente nula.

La figura 9 muestra el análisis del modelo de la isoterma de adsorción de Temkin que fue la que más se ajustó al comportamiento del inhibidor. Al emplear los modelos de Langmuir, Frumkin, y Freundlich (eqs. 4-6), el valor de correlación “r” fue mucho menor a la unidad. Temkin propone que los sitios de mayor energía se ven ocupados primero por los iones de la solución, una vez que la afinidad iónica cae linealmente con el aumento de la adsorción del inhibidor.

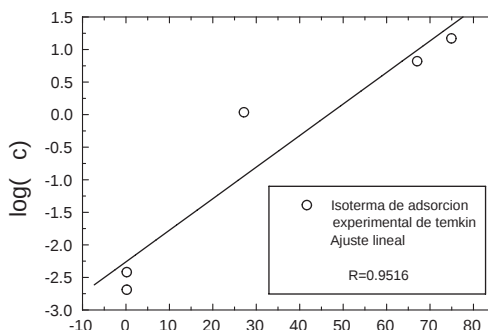


Figura 9. Comparación entre la isoterma de adsorción experimental de Temkin y el ajuste lineal.

Y. J. Tan *et.al.* mencionan que la persistencia de la película de un inhibidor puede evaluarse simplemente al monitorear la amplitud de la corriente en ruido. Sin embargo, para hacer un análisis más detallado se requiere del parámetro R_{ruido} en conjunto con los diagramas de cambio de ángulo de fase, así como la impedancia de electrodo y el análisis de las isoterma de adsorción, como se ha confirmado en este trabajo.

CONCLUSIONES

Las técnicas de EIE y ARE se utilizaron exitosamente como técnicas complementarias para el estudio y evaluación de la formación, comportamiento y persistencia de una película de inhibidor (carboxi-amido-imidazolina), sobre la superficie del acero microaleado, grado API X80, en contacto con un ambiente amargo. Los resultados experimentales mostraron que para el acero microaleado bajo estudio, en las condiciones de prueba se logra la máxima eficiencia de protección del inhibidor con una concentración de 5, 10 y 25 ppm. Mientras que con 50 y 100 ppm de inhibidor la protección del inhibidor es casi nula. La persistencia del inhibidor decrece conforme aumenta el tiempo de exposición, siendo el principal mecanismo de deterioro un proceso de transferencia de carga. El mecanismo de adsorción del inhibidor sobre la superficie del acero puede describirse de manera adecuada utilizando el modelo de la isoterma de Temkin. Sin embargo, a pesar de que con 5, 10 y 25 ppm de concentración de inhibidor se obtiene la mayor eficiencia de inhibición, este no puede considerarse adecuado para la protección del acero, por lo menos en este sistema. Lo anterior es consecuencia de los bajos valores de impedancia registrada en la solución con la presencia de inhibidor, en comparación con los valores del acero en contacto con la solución sin inhibidor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del CONACYT mediante el “Programa de apoyo complementario para la consolidación institucional de grupos de investigación” (Convocatoria 2006).

REFERENCIAS

1. V.S. Sastri, “Corrosion Inhibitors: Principles and Applications”, John Willey and Sons, New York, 1998.
2. I. Singh, *Corrosion*, **49,6**(1993) p. 473.
3. B.G. Ateya, B.E. EI-Anadouli, F.M. EI-Nizamy, *Corrosion Sci.*, **24,6**(1984) p. 497.
4. M. Keddam, O.R. Matoos, H. Takenouti, *J. Electrochem Soc*, **128**(1981) p. 257-274.
5. L.Bai, B.E. Conway, *Electrochem Acta*, **38**(1993) p. 1803.
6. H.Y. Ma, X.L. Cheng, S.H. Cheng, G.Q. Li, X. Chen, S.B. Lei, H.Q. Yang, *Corrosion Sci.*, **54,8**(1998) p. 634-640.
7. Y.J. Tan, S. Bailey and B. Kinsella, *Corrosion Sci.*, **38,9**(1996) p. 1545-1561.
8. Huey J. Chen, “Evaluation of Oilfield Corrosion Inhibitors by EIS”, Corrosion 94, paper 92, NACE (1994).
9. Y.J. Tan, S. Bailey and B. Kinsella, *Corrosion Sci.*, **38,10**(1996) p. 1681-1695.

10. Y.J. Tan, B. Kinsella and S. Bailey,” NACE Internacional Annual Conference and Exposition” Corrosion 96. Paper No. 352.
11. S. Ramachandran, V. Jovancicevic, *Corrosion*, **55,3 (1999)** p. 259.
12. A. Edwards, C. Osborne, S. Webster, D. Klenerman, M. Joseph, P. Ostovar, M. Doyle, *Corrosion Sci.*, **36 (1993)** p. 315.
13. V. Jovancicevic, S. Ramachandran, P. Prince, *Corrosion*, **55,5 (1999)** p. 449.
14. I. Esih, T. Soric, Z. Pavlinic, Br, *Corrosion*, **33,4 (1998)** p. 309.
15. D. Wang, S. Li, Y. ying, M. Wang, H. Xiao, Z. Chen, *Corrosion. Sci.*, **41, 10 (1999)** p. 1911.
16. I. Olivares, B. Campillo, J.A. Juarez-Islas, *Iron and Steel Shaping* (In press).
17. W. Durnie, R De Marco, A. Jefferson, B. Kinsella, *J. Electrochem Soc.*, **146 (1999)** p. 1751.
18. S. Feliu, J.C. Galvan and M. Morcillo, *Corrosion Sci.*, **30,10**, p. 989.
19. C.H. Tsai and F. Mansfeld, *Corrosion*, **9,49 (1993)** p. 727.
20. M.A. Quaraishi, H.K. Sharma, *Mater. Chem. Phys.*, **78 (2002)** p. 18.
21. I. Thompson and D. Campbell, *Corrosion Sci.*, **1,36, (1994)** p. 187.
22. G. Gusmano, P. Labella, G. Montesperelli, A. Privitera, S. Tassinari, *Corrosion* **62, 7, (2006)**, p. 576.

FUNCTIONAL FOODS. REFLEXIONS OF A SCIENTIST REGARDING A MARKET IN EXPANSION

A. Monge¹

IUPAC, "Project 2005-031-2-700. Latin American Plants as Sources for Nutraceuticals"

T. Cardozo. (Bolivia); E.J. Barreiro (Brasil), P. Huenchuñir (Chile); R. Pinzón (Colombia); G. Mora (Costa Rica); A. Núñez (Cuba); X. Chiriboga (Ecuador); A. Cáceres (Guatemala); G. Rivera, V. Bocanegra-García (México) UAM-Reynosa-Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 88740 Reynosa (México); M. Gupta (Panamá); E. A. Ferro, I. Peralta, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay); O. Lock, D. Flores (Perú); L. Salazar, O. D. Guzmán (Salvador); H. Cerecetto, M. González (Uruguay).

ABSTRACT

In 2006, the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) decided to promote the study of Nutraceuticals in Latin America as a scientific opportunity of commercial interest for the entire community.

This initiative, promoted by the IUPAC Subcommittee on Medicinal Chemistry and Drug Development, chaired by C.R. Ganellin, resulted in Latin American researchers uniting efforts to successfully carry out this study. This project consists of a general presentation of the topic of this study which will be followed by the publication of specific situations in different Latin American countries.

The work is easily accessible as it is presented simultaneously in different scientific journals. This permits readers throughout the world to enter into discussion regarding the topic published, creating a climate of interest based on research of traditional knowledge and scientific experience which permit innovation to the benefit of all, especially the nutraceutical producer societies and those who are in need of the compounds.

Key words: Nutraceuticals, functional foods, Latin America.

ALIMENTOS FUNCIONALES REFLEXIONES DE UN CIENTÍFICO EN VISTA A UN MERCADO DE EXPANSIÓN

RESUMEN

The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) decidió en 2006 impulsar el estudio en América Latina de Nutraceuticals como una oportunidad científica y de interés comercial para toda la comunidad.

¹ CIFA. Universidad de Navarra, 31008 Pamplona (SPAIN).
cifa@unav.es

La iniciativa, impulsada por el Subcommittee on Medicinal Chemistry and Drug Development de IUPAC, presidido por C.R. Ganellin, ha permitido unir esfuerzos de investigadores de América Latina. El proyecto se ha realizado con una presentación general del tema, que se corresponde con este trabajo, al que seguirá inmediatamente una publicación de la situación concreta en diferentes países de la región.

El trabajo se presenta de forma simultánea en diferentes revistas de forma que se facilite el acceso al mismo y su siguiente discusión, por parte de interesados, en un intento de crear un clima de interés por el tema en base a la investigación de conocimientos tradicionales y experiencias científicas que permitan la innovación en beneficio de todos, muy especialmente de las sociedades productoras, así como de las personas que precisen de los compuestos.

Palabras clave: Nutraceuticals, functional foods.

DEFINITIONS

The term, nutraceutical, is the result of a contraction between nutrition and pharmaceutical. In 1989, Dr. Stephen Defelice defined nutraceutical¹ as “any substance that is a food or a part of a food and provides medical or health benefits, including the prevention and treatment of disease”.

Not long after, the definition was modified by Health Canada, defining nutraceutical as “a product isolated or purified from foods, and generally sold in medicinal forms not usually associated with food, and demonstrated to have a physiological benefit or provide protection against chronic disease”². In the Merriam-Webster Dictionary this term is defined as “foodstuff (as a fortified food or dietary supplement) that provides health benefits in addition to its basic nutritional value”.

Functional Food (FF) will be that which has a beneficial effect for health, be it for its constitution or for having added a nutraceutical to the original foodstuff, more specifically in certain societies of the Latin American continent. Thus according to Health Canada² a FF is “consumed as part of a usual diet that is similar in appearance to, or may be, a conventional food, and is demonstrated to have physiological benefits and/or reduce the risk of chronic disease beyond basic nutritional functions” (beyond energy and essential nutrients). For example, yogurt which promotes beneficial microflora in the gut; cereals that provide a significant source of fiber believed to decrease the risk of certain types of cancer; papaya, which contains papain, and helps the digestion of protein and provides other benefits (see below).

BACKGROUND

The concept of FF is very old (“Let food be your medicine and medicine be your food. Whosoever gives these things no consideration and is ignorant of them, how can he understand the diseases of man”. Hippocrates ca 400 B.C.)³, and the interest in these compounds appears in Japan in the mid-1980s, with three objectives:

- 1) Control of health costs.
- 2) Improvement of quality of life.
- 3) Life expectancy.

Indeed, the term functional food was first introduced in Japan and refers to processed foods containing ingredients that aid specific bodily functions in addition to being nutritious (Foods for Specified Health Use, FOSHU)⁴

This interest is reflected in the transition from the “Baby Boomers” of the 60’s to the “Older Boomers” of the 21st century in which there is an awareness of a longer life expectancy, and consequently, a proposal is made, not so much as to search for a cure for diseases but rather to provide health-enhancement and to live under the best possible circumstances.

Developed societies “versus” developing societies.

In the past few years, intake of FF has increased considerably and it is a growing market. The attitude of developed societies manifests itself in the preoccupation that they have for the intake of these types of food, which have beneficial properties, or other foodstuff which incorporate extracts or compounds such as vitamins of interest.

In addition, they are preoccupied with avoiding the ingestion of saturated fats, controlling alcohol intake, doing daily exercise...etc., all of which forms that which is sociologically defined as a type of emerging society in this 21st century. The pathology of this type of behavior is reflected in the condition identified in 1997 by Dr. Steven Bratman called Orthorexia, which is defined as a recently discovered mental illness, related to “healthy eating habits” or an obsession for “healthy foods”⁵. The prototype involves a person from a developed country, with a good level of education, who is quite demanding in character, and preoccupied with showing a good physical image before third parties.

The situation is quite different in the developing countries in which the intake of FF is related to nutritional problems and hunger, as well as a lack of medicinal agents due to difficulties of economic means. There are millions of people for which these compounds not only prevent a loss of health but are, in fact, the only form of treating a disease.

Many of these foods that are under consideration can be treated with phytochemicals, extracts that are added to food such as in the case of fruit juices. With regard to variety as well as quantity, the majority of these plants are located in the developing countries.

We are living in an important situation in which the developed countries are very interested in goods that can be made available from the developing countries. It might be opportune to appeal to corporate social responsibility so that both the developing and developed countries recognize the possibility that exists for mutual benefit.

For this type of action, it is important to acknowledge that food is considered a universal good, and that the fight against hunger is considered a priority action, according to the Declaration of the Millennium of the United Nations⁶. Of no less importance is the fact that the shortage of food and drugs results in social instability. The FF not only offer the possibility of obtaining economic benefits regarding goods in which we all have great interest but they also aid in the attempt to resolve the problems of health and hunger by means of adequate management of these types of foods, in which many people from different countries and situations are involved.

Considerations regarding questions to be resolved.

The origin of these phytochemicals implies that the knowledge regarding their use has been in the hands of native communities during many years and who only lack the definition of specific criteria recognized by the developed societies in order to attain universal use of these FF.

There are three principal questions to resolve. First of all, there is the question of scientific validation and verification of the claims that inform the consumer of the product activity under consideration. The second question involves the need to determine if the activity being claimed can be obtained at the doses ingested with routine intake of the food. The third question to be resolved is related to the safety issues; nothing justifies the affirmation that a natural product is equivalent to a non-toxic product.

It is also important to remark that the questions related to justice should be considered.

It is necessary to offer the means by which the entire world can have access to the FF regardless of the differing economic development of countries. It will also be necessary to assure that these FF reach everyone, be they men, women, children or the elderly, a task that is not always possible in all societies. These are questions related to Distributive Justice.

Other approaches related to social justice can also be raised. One such example is the case of participating in decisions regarding development, which implies caring for matters related to biodiversity and assuring that there is a fair distribution of benefits, something that is not always easy to do due to historical differences in the development of societies.

Some questions that are necessary to take into consideration for the developing countries are related to the possibility of consuming goods which they have known and used for a long time and which, upon industrialization, could end up outside their possibilities for acquisition. Another important situation to consider is that 90% of the plants, which are cultivated in developing countries and can be used as FF, would be subject to uncontrolled consumption, which is not sustainable; this implies serious problems leading to shortages of the plants during the industrialization processes. No less important is the question regarding the possibility of adulteration during the process of industrialization due to an increase in demand, drought, ...etc which may lead to the substitution of the target species for other closely related ones.

With regard to this matter, it is important to cite the excessive number of intermediate handlers ('middlemen') which occurs in the industrialization and commercialization of the FF as it greatly prejudices both the native communities at the beginning of the production chain and the consumers at the end of the chain.

Opportunity for scientific involvement in FF, in relation to the developing countries.

There is great social demand for a commodity that is considered to be of interest for people's health. Today's society is aware of the need to act with distributive justice guidelines. The past recalls other actions in which the exploitation of some people by others reigned. The media, sense of freedom, human rights, ...are obliged to act, following new social criteria. The ethical considerations in business activity are not just simple decoration, but rather a guarantee for all companies.

Socially, the FF are a reality perceived by society throughout the entire world and they can be clearly defined as a meeting place. Technically, today it is possible to respond to the demands of safety and efficacy for which society clamours.

Genetically modified Functional foods.

The economic and social importance of FF has favoured a new approach to the genetically modified foods so as to improve the production of the compounds with biological activity that are of interest for health.

The World Food Summit in Rome in June 10-13 2002 affirms that “we are resolved to study, share and facilitate responsible use of the biotechnology with the decision to meet the necessities of development”.

Current examples are both numerous and important. A classical example is known as “golden rice”, a variety of rice that accumulates carotenoids with pro-vitamin A activity. The objective is to introduce it in Asia in order to resolve problems of vision as well as learning difficulties in children.

This approach is based on the design of gene transfer vectors, especially designed for a given aim, but that in addition, implies jumping the barriers that separate the species, with their possible consequences. Consider, for example, the expression of genes in a vegetable in which said genes originate from the genome of an animal and are consumed by vegetarians; or the expression of genes originating from pig genome and are consumed by Muslims, ...

With respect to the developing countries, it will be necessary to consider if the abandonment of cultivating indigenous varieties, due to substitution of other genetically modified varieties, would imply a dependence on manufacturers and the loss of natural biodiversity.

The FF in the Latin American reality of the 21st Century

The Latin American region extends from Mexico to Chile and Argentina. It includes a good number of countries of diverse geography but they possess a long history, with native settlements of important cultures, which have left transcendental testimonies of their development. The biodiversity and enrichment of flora and fauna is an easily contrastable reality.

It is easily understood that these two realities have resulted in an important culture in the application of plants, in health-related treatments, with innumerable oral and written testimonies to the curative effects of plants. Quinine, for the treatment of malaria, is probably the example of reference.

Traditionally, plants have been associated with medicinal agents and hence the interest shown by Medicinal Chemistry. The idea was to isolate and optimize compounds synthesized by plants for clinical use.

The approach that was proposed was very difficult to carry out. It involved considering individualized compounds which would be included in human clinical usage, after meeting all the requirements needed in order for them to be licensed for marketing.

The challenge is not an easy one. One must keep in mind the fact that the product which is finally introduced into clinical trials is usually a chemical modification of that which was originally found in the plant. Consequently, there is a loss of interest in the original material of vegetable origin.

The scenario is very different when considering FF. In this case, work can be carried out on the plant itself in such a way that the final product can develop completely within the developing countries; this results in local growth and maintains the biodiversity.

The Latin American wealth in plants with potential application as FF is remarkable, for its variety as well as for the associated traditional knowledge regarding the plants.

This work presents a selection of examples which, although somewhat limited, is certainly representative of countries. The objective of this contribution is to encourage companies and researchers to consider the importance of the issue and to take an interest in it.

The situation is problematic because in many cases the information regarding the use of the plants by the shamans is not available because this knowledge corresponds to the cultural heritage of these native groups and they are apprehensive when it comes to revealing discoveries that belong to their cultural heritage.

This situation is especially important and representative of the Amazon, where there are isolated groups that have their own languages, social structures, and nutritional habits. It is interesting to see how different isolated tribes use the same plants for the same use. For example, in the treatment for obesity⁷, the Yanumansi from the Venezuelan part of the Amazon (250 persons) use *Smilax dominguensis* in the same way as the Aba Conoeiros of Brazil (Fuentes del Totacntis) (50 persons) or as the Mamainde, also Brazilians (Rondônia-Alto Rio Curimbiara) (200 persons). Another example could be the use of *Turnera ulmifolia* for the treatment of something as generic as debility by the Apiaca of Brazil (Mato Grosso Norte (100 persons) or by the Kayapu (200 persons), also from Brazil (Moto Grasso) or by the Maku (300 persons) from the valleys of Uneiuxi del Urubaxi in Brazil, or by the Piriutiti (110 persons) of Rio Curian or by the Sinabo (320 persons) of Bolivia (Bajo Yata). Far from the Amazon, in Mexico, (Chihuahua) the Taraumaras (500 persons) also use this plant for the same purpose.

One has to ask how much of the above information can truly be used to benefit the groups of people who are using the plants for such purposes. In addition, we must become convinced of the need to add experimentation to the observations of traditional medicine so that scientific evidence related to the efficacy and lack of toxicity of these plants in their use as FF and/or nutraceuticals can be found.

With regard to these countries that are so rich in biodiversity, it is important that the aforementioned comments regarding experiences based on human groups composed of small numbers of people be verified by official science. Continuing on with the area of the Amazon and focusing on Brazil, one example to be considered is *Taraxacum officinale*, an *Asteracea* containing a family of compounds which are claimed to be an antioxidant, have antiinflammatory and diurectic effects, and even be useful in the treatment of diabetes, without having scientific evidence to back up these claims⁸, and yet with well-known side effects and interactions.

This plant, known as Dandelion (Diente de León), is abundant throughout the Northern hemisphere and is cultivated in East European countries such as Bulgaria, Hungary, Poland, Rumania. It is used in the form of infusions, decoctions of the roots and also extracts from the leaves. This is an example of a plant that presents activity of interest that is still not confirmed and whose side effects should be taken into consideration, and yet it is being used with clear benefits of exploitation. It is an example of a relationship between different societies and continents that clearly reflects the difficulty regarding the establishment of the therapeutic use and innocuity of a plant regardless of the society being considered.

In Bolivia, a tuberose crop, known as “Racacha” or *Arracacia xanthorriza*, is a plant which is used in Brazil in the production of starch, used in the manufacturing of pap for babies. It is a typical example of how a community, in this case the local people of San Juan de la Miel, with Bolivian institutional support, has attained conservation of the plant and promoted new forms of consumption. Racacha is rich in minerals and vitamins A and B, in calcium and phosphorus. It is easily digested and is indicated for convalescents and the elderly. Racacha roots are used as the basis of a food regimen in the district of Coroico, accompanied by yacón (*Smallanthus sonchifolius*) juice; yacón is a sweet root vegetable whose pulp contains inulin, an agent that can be related to the control of diabetes^{8,9}.

The claims made regarding the nutritional value of Racacha are that it is an “energy dessert that boosts the immune system and prevents infections”. It is necessary to demonstrate whether or not these claimed benefits correspond to the traditional use of the plant.

The institutional support given to the cultivation of Racacha has helped to improve the species and their industrialization¹⁰ benefits the Andean countries. This is a clear example of how technical aid offers the opportunity for the development of societies.

Sarsaparilla, *Kajahuatena* (*Smilax regeli* Killipel Morton Griseb), is another example of a root frequently used in America for its diuretic and purifying effects and is also known to be effective in the treatment of psoriasis. Both the root and the rhizomes are used.

It is not surprising to see the great efforts made by governments, such as that of Bolivia, for the development of studies related to the production and determination of the properties of these plants which have been known in their society for a long time.

The American continent is very rich in fruits that can be used in food regimens, in their original form as well as in the form of juices. One example is Papaya (*Caraica papaya*), of Mexican or Andean origin, according to diverse authors. Its use has extended throughout the entire world. Papaya pertains to *Caricaceas* and consists of 70 species. It is known for its content of papain which helps the digestion of protein, and it is also a source of potassium, vitamin C, provitamin A and fiber.

While papaya is well extended throughout the world, knowledge regarding Noni juice (*Morinda citrifolia* L.) is different; the latter has been recognized for over 2000 years in many villages, cultivated throughout Central America, and commercialized by different companies¹¹. According to traditional knowledge, it has beneficial effects, believed to be useful in treating hypoglycemia, cholesterol levels, menstrual cramps, blood pressure, etc¹². It is also a typical situation that demonstrates the resistance of developing societies to further study on traditional activities. Nevertheless, Noni juice is commercialized throughout the entire world, but at an elevated price. It is an example of a plant that not only has possible

beneficial effects for health but is also commercial. The climatic conditions of the Caribbean are very favorable for this crop. This plant is an example of a value-added crop whose complete process from cultivation to market can be carried out in developing countries, thereby contributing to their industrialization.

Guayaba (*Psidium* spp.), guava in English, is one among more than 100 very popular species in Central America and the Caribbean. The trees of the Myrtaceae family produce an edible fruit that contains vitamins A, B and C; *Psidium guajara* is the most popular¹³. It is often used as an anti-influenza agent. This fruit is used in an ample variety of foods, frequently found in yogurt dairy products. In Mexina Calvillo, Aguascalientes, Mexico, within the Huajacar valley, the most important plantations of Guayaba are found. This could be considered a model of high yield sustained agriculture where, in addition to the beneficial effects of the fruit as a FF, the possibility of attaining great benefits for the development of the country can be taken into account.

Mango (*Mangifera indica* L.) is also an important fruit but, at present, the application of mango bark is considered for a pharmaceutical preparation (Vimang), made in Cuba¹⁴. This preparation is a raw extract with antioxidant, analgesic, antiinflammatory and immunomodulating activity. The activity has been demonstrated in more than 7,000 patients during a period of ten years (1994-2004). It is a clear example of the use of natural resources because, in addition to the fruit itself which has its interest in nutrition, the Cuban scientists have extended their studies and carried out scientific experimentation based on traditional observations; this offers the opportunity to introduce new products, as nutraceuticals or FF, in health treatment.

Naturally, when considering medicinal application of a plant, it is necessary to gather information that comes forth from its traditional use. One such case occurs in Costa Rica de Hombre Grande (*Quassia amara* L.ex. Blom). This plant, which extends from Mexico to the Amazon, is used in Europe as an appetizer, diuretic, and agent against dyspepsia and anorexia among others, which allows it to be considered as a nutraceutical. It also has an important use as an insecticide¹⁵, as can be deduced from the important importation of this plant for said use by the USA since 1940. The latter example offers a good reason to develop and conserve the biodiversity of these countries in addition to promoting research for additional uses other than the traditionally observed medical use.

Industrialization of FF

Industrialization of FF is an important question that should be considered with great care, for the benefit of the developing countries.

For example, in Mexico, the plants which are traditionally used for medicinal purposes are estimated to number 3000 (approximately 10% of the country's plants), of which the number estimated to be commercialized is approximately 250¹⁶; principally, their origin is in the central and southern areas of the country.

The project, "Mercados Verdes Herbolarios", supported by the USA is an example where farm workers have acquired the ability for the sustained use and management and in the processing of medicinal plants. However, as Bentacourt cites¹⁷, studies on this material that also consider the commercialization of these plants are scarce.

It is important to appreciate that if the use of plants for health purposes does not include industrial exploitation it will be impossible for them to reach societies which need them, and there will be no profitability for the societies that possess the plants. Likewise, a series of actions common among all countries is required for the management of plants as nutraceuticals or FF. In general, there is a need for national programs such as PRONAPLAMED (National Program of Medicinal Plants), in Mexico. The objective of these types of programs is to guarantee sustained cultivation, which permits conservation of the plants and an improvement of the species, whenever possible. It should be kept in mind that a great number of these plants that are used for nutraceuticals or FF are wild plants. In addition, the cultivators should be educated in this matter because, if not, certain aspects will be negatively affected. One such example is the quality, which is sometimes affected during the process "plant to finished product". This is largely due to lack of knowledge or poor habits which are sometimes observed in the handling of the plants.

One possible solution for these cases lies in the formation of microcompanies, an activity much used today in developing countries; they are becoming accepted by the cultivators as they are beginning to realize the need for them.

There is a need for technology for the different phases that are involved in the preparation of these compounds. Important questions such as storage and treatment can be real problems when there is a lack of properly ventilated warehouses, refrigerators, ... etc.

The reasons behind the interest shown in plants by the national companies appear to be commonly shared by the native population whereas the transnational companies only seem to show interest in relation to the sectors that possess adequate economic availability.

In the Latin American countries a series of common characteristics appears, one being that their great tradition in the use of plants as FF or nutraceuticals corresponds to only 10% of their rich variety of plants. The most immediate consequence in this world of climatic changes and general aggressions on nature is the danger of losing the species.

The countries being considered here have formed organizations that support the producers, which principally refers to the training of the cultivators, the sustained management of the plants and proper production of the final product. It should always be kept in mind that this action for the development of communities will result in good products, and efforts should be made so that the products may have the greatest possible added value. Producing fruit is not the same as producing juice, and the trade of plant extracts reduces the transportation costs and increases economic profit when compared with the commercialization of plain dried vegetable materials. Such development, in many cases, is out of the reach of plant producers and requires a technological input in order to establish, optimize and scale – up such processes. Organizations are being established through the creation of microcompanies in all of these countries and they reflect a great sense of solidarity. The training of these cultivators is becoming an important aspect of this action because in many cases, the plants are wild and there is a possibility of unscrupulous exploitation which, in some cases, could result in mixing up some plants with others in a fraudulent attempt to satisfy possible market demands. An additional risk associated to this issue is the permanent loss of valuable species in their natural environments, which is a patent problem when roots are the organs of traditional use. The increasing concern in environmental affairs of the population from developed societies – consumers of natural resources produced in developing

countries – could effectively contribute to the preservation of such resources, demanding the sustainable production of the raw material for the production of nutraceuticals and phytomedicines.

ACKNOWLEDGMENTS

This work is part of an IUPAC project, “Project 2005-031-2-700. Latin American Plants as Sources for Nutraceuticals” and has been discussed by the IUPAC Subcommittee on Medicinal Chemistry and Drug Development (at a meeting chaired by C. R. Ganellin, where the following members were present: S. O. Bachurin, E. Breuer, J. Fischer, A. Ganesan, G. Gaviraghi, and J. Senn-Bilfinger) part of Division VII Chemistry and Human Health (contemporary President P. W. Erhardt). We thank Professor C. R. Ganellin for help with the manuscript.

BIBLIOGRAPHY

1. E.K. Kalra, AAPS PharmSci, 2003, 5 (3), Article 25.
2. Functional Food and Nutraceuticals. Agriculture and Agr-Food of Canada. Policy Paper-Nutraceuticals/Functional Foods and Health Claims and Foods. Definitions. <http://www.ana-jana.org>
3. www.woopit.com, woopit. Famous coutes.
4. C.M. Hasler, Food Technology, 1998, 52 (II), 63-70; E. Farmworth, Medicinal Food News, 1997 (June) N° 11
5. http://www.eu.wikipedia.org/wiki/orthorexia_nervosa
6. United Nations General Assembly Resolutions 55/2 (&September 2000)
7. Compañía independiente de Investigación Clínica Vegetal del Amazonas. <http://www.amazonasherbs.com>
8. <http://kroger.naturalstandard.com>
9. <http://www.la-razon.com> (28 de agosto de 2005); La Prensa (La Paz. Bolivia) Edición Digital (11 de febrero de 2007)
10. Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú) (<http://www.lamolina.edu.pe>)
11. The GEF. Small Grants Programme (Global Environment Facility) as a corporate programme implemental by the United Nations Development programme (UNDP). Conservación de Raíces Andinas (5/2003 – 6/2005)
12. <http://www.noni.com.pa>; Morinda Inc. Solicitud Europea Aprobada por decisión 2003/426/CE.
13. <http://es.wikipedia.org>
14. Alberto J. Núñez-Selles, et call. Pharmacological Research (Accepted date 8-1-2007).
15. R. Ocampo y R. Villalobos., Etnobotánica (4) Diciembre 1994 y citas de los autores.
16. www.geocities.com/redmexicana/index.htm
17. Bentacourt A. S. Y; Gutierrez D.M.A. (1999). Proyecto Mercados Verdes Herbolarios. Informe técnico final. Fondo de América del Norte para la Cooperación Ambiental (FANCA), Ecología, Desarrollo de Tlaxcala y Puebla. A.C. México, D.F. 250 pp.

INFORMACIONES

A.- De la Sociedad Química del Perú

Congreso Iberoamericano de Química, “75 años de la Sociedad Química del Perú”, y XXIV Congreso Peruano de Química.

En el N° 1, vol. 74 de esta Revista se dieron algunas informaciones al respecto, como la fecha: 13 al 17 de octubre del presente año; y el lugar: la ciudad del Cusco, donde el Departamento Académico de Química, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad, está como co-organizador del evento. También se dieron las instrucciones para el envío de Resúmenes y Trabajos completos, entre otras.

En el presente número 2 se da la información, al día, de estos congresos.

Comité Nacional de Organización

Olga Lock Sing	SQP	Presidenta
Darwin Wiese Mujica	UNSAAC	Vicepresidente
Gloria Eva Tomás Chota	UNMSM	Secretaría Ejecutiva
Flor de María Sosa Masgo	SQP	Tesorera
Mario Ceroni Galloso	SQP	Director Científico
Emma Urrunaga Soria	UNSAAC	Directora de Organización
Leoncio Solís Quispe	UNSAAC	Director de RRPP y Protocolo
Manuel Otiniano Cáceres	UNMSM	Director de Publicación
Carlos E. Velasco Verástigue	SQP	Coordinador General
Agélica Rodríguez Best	UNMSM	Vocal
César Díaz Gonzales	SQP	Vocal

Comité Local (Cusco)

Darwin Wiese Mujica	Vice presidente
Emma Urrunaga Soria	Directora de Organización
Daniel Coavoy Ferro	Secretario
Carlos Serrano Flores	Director Científico
Yolanda Callo Choquevilca	Tesorera
Corina Álvarez Núñez	Directora de Logística
Leoncio Solís Quispe	Director de RRPP y Protocolo
Tomás Concha Tupa Mora	Vocal
Amanda Portocarrero Rodríguez	Vocal

Comité Científico Nacional

Ceroni Galloso, Mario	UNMSM	Director Científico
Kong Moreno, Maynard	PUCP	Subdirector Científico
Serrano Flores, Carlos	UNSAAC	Subdirector Científico

Otros miembros del Comité Científico

Morales Bueno, Patricia	PUCP	Enseñanza de la Química
Kong Moreno, Maynard J.	PUCP	Química como Ciencia Básica
Chung Tong, Betty	CQP	Química Ambiental
García Armas, Juan Marlon	UPAO	Productos Naturales
Muñoz Jáuregui, Ana María	USMP	Química para la Vida
Erazo Erazo, Raymundo	UNMSM	Ingeniería Química
Ponce Álvarez, Silvia	UNI	Nanotecnología y Ciencia de los Materiales

Otros integrantes

Alva Astudillo, Mario	UNT
Blanco Blasco, Teresa	UPC
Castañeda Castañeda, Benjamín	USMP
Chang, Lili	UPCH
Chávez, Haydée	UNSLG
Cosco, Gloria	UNMSN
Frujita Alarcón, Ricardo	USMP
Garrido, Alberto	UNMSM
Gorriti, Carlos	UPAO
La Rosa Toro Adolfo	UNI
Lombira, Joaquín	UNMSM
Méndez, Leonor	Consultora
Osorio, Ana María	UNMSM
Oyola Hermoza, Luz	UNMSM
Picasso, Gino	UNI
Rodríguez, Juan	UNI
Rueda, Juan Carlos	PUCP
Santiago Contreras, Julio	IPEN
Sun Kou, Rosario	PUCP
Valderrama, Ana	UNI

Comité Científico Internacional

Alderete, Joel	Chile	Universidad de Concepción
Bazito, Reinaldo	Brasil	Universidad de Sao Paulo
Castillejos, Adela	México	Universidad Nacional Autónoma de México
Cechinel, Valdir	Brasil	Universidad do Vale de Itajaí
Infante, Gabriel	Puerto Rico	Universidad de Puerto Rico
Mancini, Jorge	Brasil	Universidad de Sao Paulo
Pinto, Gabriel	España	Universidad Politécnica de Madrid.
Rivas, Bernabé	Chile	Universidad de Concepción
Serrano, Silvia	Brasil	Universidad de Sao Paulo
Soto, César	Chile	Universidad de Concepción
Sumodjo, Paulo	Brasil	Universidad de Sao Paulo
Urieta, José	España	Universidad de Zaragoza
Valenzuela Bonomo, Alfonso	Chile	Universidad de Chile

Áreas Temáticas

- **La Enseñanza de la Química**
- **La Química como Ciencia Básica**
- **Química Ambiental**
- **Productos Naturales**
- **Química para la Vida**
- **Química Industrial e Ingeniería Química**
- **Nanotecnología y Ciencias de los Materiales**

Cursos del Congreso

A. Boix y E. Miró
Chandezon, Frederic
García Asuero, Agustín
Loayza, Jorge

Monge, Antonio

San Feliciano, Arturo

Procesos catalíticos para la protección del ambiente
Desde nanopartículas hasta nanomateriales
Validación de métodos analíticos
Higiene y Seguridad en el Manejo de Sustancias y
Residuos Peligrosos (Precongreso)
Curso Superior de producción y gestión de la
innovación en un nuevo milenio
Determinación estructural de productos naturales,
Manual CYTED.

Foros, Mesas Redondas y Talleres

<i>FOROS</i>	<i>MESAS REDONDAS</i>	<i>TALLERES</i>
Responsabilidad social empresarial Coordinadora: Ena Cárcamo	La química como medio de conexión entre ciencia y sociedad Coordinadora: Patricia Morales Bueno. Área Temática: Enseñanza de la Química	Aprendizaje activo en la educación química American Chemical Society (por confirmar) Coordinador: Brad Miller, Director de Asuntos Científicos Internacionales
Biodiversidad, gas de Camisea, biocombustibles y minería Coordinadores: María Luisa Castro Rosalina Condemarín	Verdades y mitos de la coca Coordinadora: Ana María Muñoz. Área Temática: Química para la Vida	Validación de metodologías analíticas y cálculo de la incertidumbre Coordinadores: María Luisa Castro, Ricardo Crubellati
Retos y Oportunidades de Negocios en Química de Cara al TLC Coordinadora: Olga Lock	Confiabilidad en los resultados analíticos Coordinadores: María Luisa Castro, Ricardo Crubellati. Área Temática: Química Analítica	

Otras Actividades

1. Reunión de la Red Iberoamericana de Laboratorios de Calidad de Agua RILCA/CYTED

Coordinadores: María Luisa Castro, Ricardo Crubellati
2. Asamblea de la Asociación Peruana de Facultades y Escuelas de Química e Ingeniería Química. APFEIQ
3. Presentación del libro: Química de Productos Naturais, Novos Fármacos e a Moderna Farmacognosia. Autores: Rosendo Augusto Yunes y Valdir Cechinel Filho. Editora Univali, Itajaí 2008.

Fechas más Significativas

- | | | |
|------------------|---|--|
| 15 de julio | : | Fecha límite de presentación de resúmenes. |
| 15 de agosto | : | Aceptación de los resúmenes y comunicación a los autores. |
| 15 de Septiembre | : | Fecha límite de inscripción de los autores de trabajos de investigación al Congreso. |
| 30 de Septiembre | : | Entrega del trabajo de investigación completo. |
| 13 de Octubre | : | Ceremonia de inauguración del Congreso y QUIMITEC 2008. |
| 17 de Octubre | : | Ceremonia Central por el Aniversario 75 de la Sociedad Química del Perú y clausura de los eventos. |

P.D. Con el fin de asegurar el alojamiento en la ciudad del Cusco es necesario realizar, antes del 13 de junio, la reserva de hotel. Tan sólo llenar el formulario y enviarlo (todavía no es necesario realizar el pago). Luego en el mes de septiembre se realizará el pago respectivo por el alojamiento. Bajar reservas de hoteles y excursiones.

Conferencistas

Los siguientes reconocidos investigadores internacionales han confirmado su participación como conferencistas del Congreso Iberoamericano de Química.

Boix, Alicia Viviana	Argentina	Universidad Nacional del Litoral
Castedo, Luis	España	Universidad de Santiago
Cea, Raymundo	México	Universidad Autónoma de México
Cechinel, Valdir	Brasil	Universidad de Vale de Itajaí, Itajaí
Chandezon, Frederic	Francia	Universidad Joseph Fourier, Grenoble
Chifa, Carlos	Argentina	Universidad Nacional del Nordeste
Danil de Namor, Angela	Reino Unido	Universidad de Surrey
De Feo, Vincenzo	Italia	Universidad de Salerno
García Asuero, Agustín	España	Universidad de Sevilla
García, Federico	México	Universidad Autónoma de México
Gil, Andoni	España	Universidad de Navarra
Giusti, Mónica	Estados Unidos	Universidad de Ohio

Hostettmann, Kurt	Suiza	Universidad de Ginebra, Lausanne
Infante, Gabriel	Puerto Rico	Universidad de Puerto Rico
Marston, Andrew	Suiza	Universidad de Ginebra, Lausanne
Miró, Eduardo	Argentina	Universidad Nacional del Litoral
Monge, Antonio	España	Universidad de Navarra
Norte, Manvel M.	España	Universidad de La Laguna
Pizza, Cósimo	Italia	Universidad de Salerno
Polenova, Tatiana	Estados Unidos	Universidad de Delaware
Ravelo, Ángel	España	Universidad de la Laguna
Rivas, Bernabé	Chile	Universidad de Concepción
Sauvain, Michel	Francia	Universidad de Toulouse
San Feliciano, Arturo	España	Universidad de Salamanca
Sbarbati Nudelman, Norma	Argentina	Universidad de Buenos Aires
Serrano, Silvia	Brasil	Universidad de Sao Paulo
Suwalsky, Mario	Chile	Universidad de Concepción
Teplyakoy, Andrew	Estados Unidos	Universidad de Delaware
Valente, Álvaro	Estados Unidos	Universidad de Ohio
Waksman, Noemí	México	Universidad Autónoma de Nuevo León
Yoshida, Massayoshi	Brasil	Universidad de Sao Paulo

Nuevos Socios Correspondientes:

El Consejo Directivo de la Sociedad Química del Perú, en su sesión del día tres de abril del presente año, acordó nombrar como Socios correspondientes a:

Dr. Arturo San Feliciano, de la Universidad de Salamanca - España

Dr. Raymundo Cea Olivares, de la Universidad Autónoma de México.

Dado sus grandes méritos como investigadores en el área de la Química y su constante apoyo al desarrollo científico del Perú. La SQP se siente honrada de contar entre sus miembros a tan distinguidos científicos.

Reconocimiento a la Revista de la SQP

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, nos felicita por el esfuerzo en mantener la calidad de la misma.

El cuerpo editorial de la Revista de la Sociedad Química del Perú agradece a DSIC – CONCYTEC, en la persona del Ing. Nilton Ulloa Peláez, por sus palabras de aliento, que nos motivan a un mayor esfuerzo por acrecentar la calidad de la publicación.

Adiós a un Socio Activo

El día jueves 29 de mayo del presente año dejó de existir nuestro apreciado Socio Activo, Dr. Marco Antonio Segura Marquina, Químico Farmacéutico de Profesión, quien desarrolló su actividad profesional en la Sanidad de la entonces Guardia Civil. En dicha institución desempeñó importantes cargos, tanto en dependencias de esa institución fuera de Lima, como también en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú y en la alta dirección de la Sanidad de Policía.

Past Presidente participó en importante reunión de universidades

La semana del 19 al 24 de mayo tuvo lugar en la ciudad de Alicante - España, dos importantes eventos en los que participó nuestro Past Presidente de la Sociedad, Dr. Fernando Quevedo Ganoza. El primero de estos eventos tenía como agenda la elaboración de la Guía para la Internacionalización de la Universidad Peruana en el que participó en representación del señor Rector de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Al segundo evento, denominado Encuentro OFIL España, fue invitado por los organizadores del mismo considerando su importante trayectoria profesional y el hecho de ser miembro de OFIL Perú. OFIL, es la Organización de Farmacéuticos Ibero Latinoamericanos, institución científica que reúne a los farmacéuticos de América Latina, España y Portugal.

Distinción a la Dra. Olga Lock Sing

La Sociedad Química del Perú se honra al comunicar a la comunidad científica que uno de sus miembros más destacados, la Dra. Olga Lock Sing, ha sido incorporada como Académico de Número por la Academia Nacional de Ciencias, en el mes de mayo último. Igualmente, el Consejo Departamental de Lima, del Colegio de Ingenieros del Perú ha condecorado a la Doctora, en ceremonia realizada el día 10 de junio, junto a otros tres ingenieros de diferentes especialidades, por su brillante trayectoria en el desempeño de la profesión al servicio del país.

¡Nuestras, más sinceras felicitaciones, querida Doctora!

B.- Otras Informaciones

Congreso Internacional de Educación Farmacéutica

La Asociación Peruana de Facultades y Escuelas de Farmacia y Bioquímica, institución que reúne a las Facultades y Escuelas de Farmacia y Bioquímica que ofrecen esta carrera profesional, está organizando para el mes de octubre de este año, del 5 al 8, el Congreso Internacional de Educación Farmacéutica. A este evento asistirán distinguidos profesionales del medio académico, como los doctores Benito Del Castillo García, Ex Decano de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, Socio Correspondiente de la Sociedad Química del Perú, y Agustín García Asuero, Decano de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. También se espera la presencia del Dr. Apodaca Presidente de la Conferencia de Decanos de Farmacia de España.

Nueva Revista: Damos la bienvenida a la publicación “Científica”, revista de la Universidad Científica del Sur, que ingresa a una nueva etapa. Está dirigida por el Dr. José Amiel Pérez, gran investigador en el área de farmacología. El Dr. Amiel es miembro de la Sociedad Química del Perú, en donde llegó a ser su presidente. La Sociedad Química del Perú les desea muchos éxitos.

Edición gráfica:

ESERGRAF

Jr. Huancavelica 293 Of. 412 , Lima

Telfs.: 9851-3545 / 4267147 / 4519968

mig5548@yahoo.com

SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ
CONSEJO DIRECTIVO
(marzo 2007 - marzo 2009)

Presidente

Quím. Farm. Juan José León Cam

Vice-Presidente

Dr. Jorge Angulo Cornejo

Secretario General

Dr. José Róger Juárez Eyzaguirre

Tesorera

Ing. Quím. Flor de María Sosa Masgo

Secretaria del Consejo Directivo

Quím. María Angélica Best de Rodríguez

Director de Biblioteca

Ing. Quím. César Raúl Díaz Gonzales

Director Administrativo

Lic. Fidel Yovera Portocarrero

Vocales

M. Sc. Luis Valles Fernández

Dr. Fernando Quevedo Ganoza

Quím. Ena Cárcamo Aranda

Mg. María Nieves Lino Pacheco

Ing. Quím. Ana María Osorio Anaya

Dra. Ana María Muñoz Jáuregui

Mg. Holger Maldonado García

Mg. Eduardo Calvo Buendía

Comisión de Economía y Finanzas

Presidente: Dr. José Amiel Pérez

Comisión de Publicaciones

Presidente: Dr. Mario Ceroni Galloso

Comisión de Actuaciones Científicas

Presidente: Dr. Eduardo Calvo Buendía

INSTITUCIONES Y EMPRESAS PROTECTORAS DE LA
SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ

CORPORACIÓN INFARMASA S.A.

H.W. KESSEL S.A.

LABORATORIO DANIEL ALCIDES CARRIÓN S.A.

MERCK PERUANA S.A.

UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS & JHONSTON S.A.

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA - UNMSM

UNIVERSIDAD NORBERT WIENER

ORO ANDINO S.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dpto ACADÉMICO DE QUÍMICA



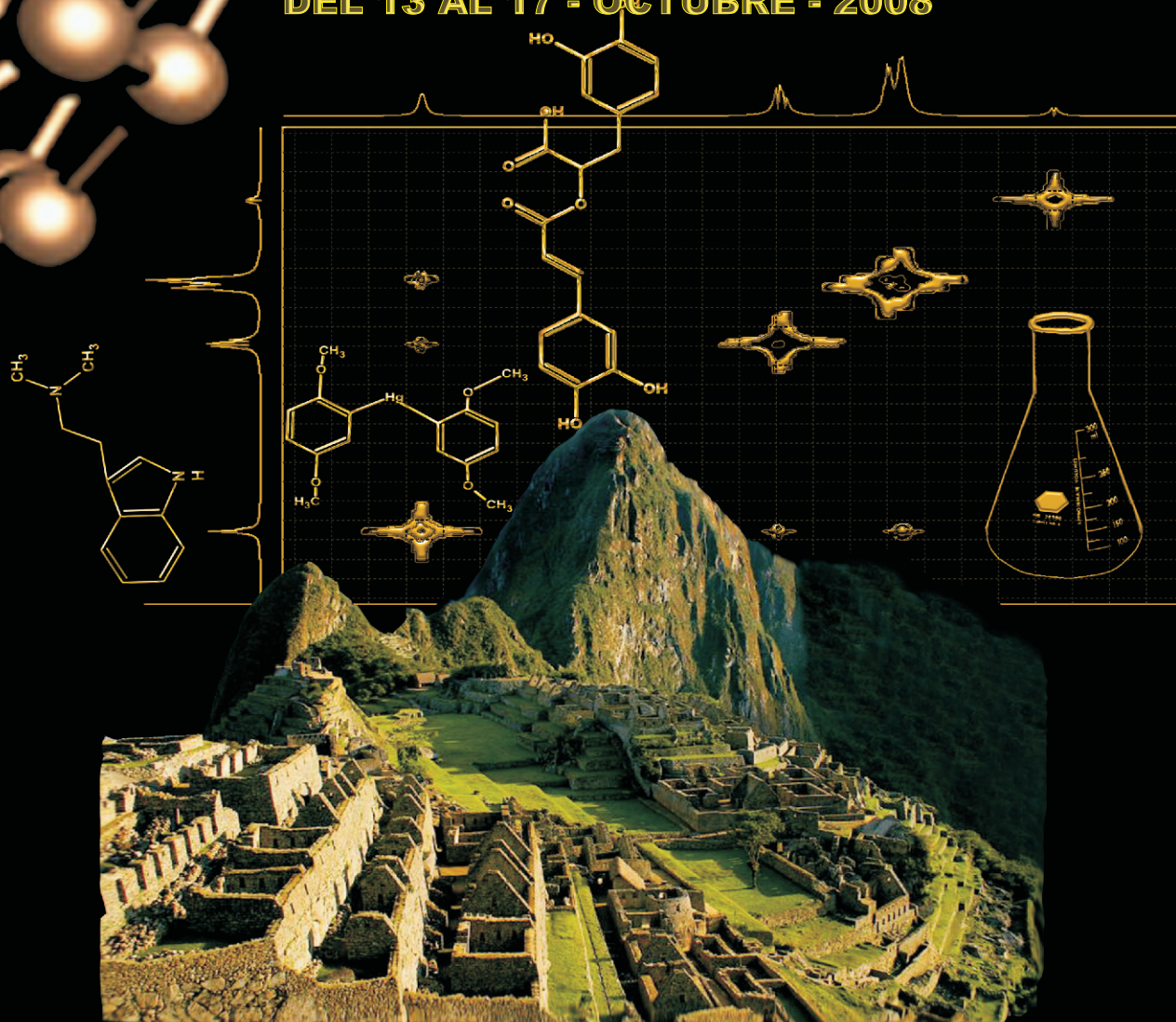
SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ

CONGRESO IBEROAMERICANO DE QUÍMICA

"75 AÑOS DE LA SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ"

XXIV CONGRESO PERUANO DE QUÍMICA

DEL 13 AL 17 - OCTUBRE - 2008



INFORMACIONES E INSCRIPCIONES:

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco Av. De La Cultura 733
Fax: 084-228661
Facultad de Cs. Químicas, Físicas y Matemáticas
Telfs: 084-224831, 232398 - Anexo 1209
emurru21@yahoo.es dawiesse@hotmail.com

Sociedad Química del Perú Secretaría de la Institución.
Av. Nicolás de Araníbar 696, Santa Beatriz Lima 01.
Teléfono: 472-3925 Fax: 265-9049
www.sqperu.com sqperu@gmail.com