

Actividad antioxidante de cuatros especies vegetales del nordeste argentino

Ariadna Soledad Soro*, Gabriela Malena Valenzuela, María Beatriz Núñez

Universidad Nacional del Chaco Austral, Comandante Fernández 755, Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

*Autora para correspondencia: ariadna@uncaus.edu.ar

Recibido: 31 de julio de 2020

Revisado: 7 de diciembre de 2020

Aceptado: 9 de diciembre de 2020

RESUMEN

Objetivos: determinar la composición fitoquímica y evaluar la actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de *S. haematospermum*; *P. niruri*; *P. tenellus*; *E. serpens*. **Metodología:** la composición fitoquímica se analizó por cromatografía en capa fina y la actividad antioxidante se observó de modo cualitativo por ensayo autográfico. Los fenoles totales se cuantificaron con el método de Folin-Ciocalteu y flavonoides totales con la reacción de complejación de aluminio. Para determinar la actividad antioxidante se utilizaron las técnicas de decoloración del radical libre DPPH• (2,2- difenil-1-picrilhidracilo) y del radical catión ABTS•+ (ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) y del poder reductor del catión hierro (III). **Resultados:** el estudio fitoquímico evidenció en todas las especies la presencia de metabolitos bioactivos. El contenido de fenoles totales osciló entre: $627,71 \pm 1,45$ y $369,8 \pm 52,6$ mg EAG/g muestra y de flavonoides totales fue de $12,2 \pm 0,1$ hasta $4,5 \pm 0,3$ mg Q/g muestra. Las especies *S. haematospermum* y *P. tenellus* presentaron mayor contenido de polifenoles. Los ensayos de actividad antioxidante permitieron reconocer que *S. haematospermum* y *P. tenellus* tienen capacidad de mayor inhibición de los radicales libres probados y mostraron mayor poder reductor los extractos hidroalcohólicos *S. haematospermum* y *P. niruri*.

Palabras claves: Radicales libres, polifenoles, *Euphorbiaceae*, *Phyllanthaceae*.

SUMMARY

Antioxidant activity of four plant species in the Argentine Northeast

Objectives: To determine the phytochemical composition and evaluate the antioxidant activity of the hydroalcoholic extracts of *S. haematospermum*; *P. niruri*; *P. tenellus*; *E. serpens*. **Methodology:** The phytochemical composition was analyzed by thin layer chromatography and the antioxidant activity was observed qualitatively by autographic assay. Total phenols were quantified with the Folin-Ciocalteu method and total flavonoids with the aluminum complexation reaction. To determine the antioxidant activity, the discoloration techniques of the free radical DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrilhydrazil) and of the cation radical ABTS•+ (2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic acid) and the reducing power of the iron (III) cation. **Results:** The phytochemical study showed the presence of bioactive metabolites in all species. The total phenol content ranged from: 627.71 ± 1.45 to 369.8 ± 52.6 mg EAG / g sample and total flavonoids was 12.2 ± 0.1 to 4.5 ± 0.3 mg Q / g sample. The species *S. haematospermum* and *P. tenellus* presented higher content of polyphenols. The antioxidant activity tests allowed recognizing that *S. haematospermum* and *P. tenellus* have a capacity for greater inhibition of the tested free radicals and the hydroalcoholic extracts *S. haematospermum* and *P. niruri* showed greater reducing power.

Key words: Free radicals, polyphenols, *Euphorbiaceae*, *Phyllanthaceae*.

RESUMO

Atividade antioxidante de quatro espécies de plantas no Nordeste argentino

Objetivos: determinar a composição fitoquímica e avaliar a atividade antioxidante dos extratos hidroalcoólicos de *S. haematospermum*; *P. niruri*; *P. tenellus*; *E. serpens*. **Metodologia:** a composição fitoquímica foi analisada por cromatografia em camada delgada e a atividade antioxidante foi observada qualitativamente por ensaio autográfico. Fenóis totais foram quantificados pelo método de Folin-Ciocalteu e flavonóides totais pela reação de complexação de alumínio. Para determinar a atividade antioxidante, as técnicas de descoloração do radical livre DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

e do radical catiónico ABTS ^{•+} (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfônico ácido) e o poder redutor do cátion ferro (III). **Resultados:** o estudo fitoquímico mostrou a presença de metabólitos bioativos em todas as espécies. O conteúdo total de fenol variou de: $627,71 \pm 1,45$ a $369,8 \pm 52,6$ mg EAG / g amostra e flavonóides totais foi de $12,2 \pm 0,1$ a $4,5 \pm 0,3$ mg Q / g amostra. As espécies *S. haematospermum* e *P. tenellus* apresentaram maior teor de polifenóis. Os testes de atividade antioxidante permitiram reconhecer que *S. haematospermum* e *P. tenellus* apresentam maior capacidade de inibição dos radicais livres testados e os extratos hidroalcoólicos *S. haematospermum* e *P. niruri* apresentaram maior poder redutor.

Palavras-chave: Radicais livres, polifenóis, *Euphorbiaceae*, *Phyllanthaceae*.

INTRODUCCIÓN

La familia *Euphorbiaceae* es una gran familia de distribución cosmopolita. Se trata de una amplia familia con más de 7000 especies reunidas en 240 géneros, que son más abundante en regiones tropicales de Sudamérica y África. Para Argentina se han citado 29 géneros y 216 especies; de las cuales, unos 20 géneros son indígenas de Salta y 12 se localizaron en el valle de Lerma [1]. Entre las especies nativas de esta familia en el nordeste argentino están *Acalypha communis*, *Cnidocolus loasoides*, *Croton bonplandianus*, *Euphorbia serpens*, *Jatropha isabelli*, *Sapium haematospermum* y *Sebastiania schottiana* [2]. Actualmente, sus usos más frecuentes son en alimentación (con la mandioca) y en la producción de medicinas, venenos, aceites y grasas, ceras, gomas, caucho y componentes para pinturas, barnices y otros productos industriales. Algunas de ellas se cultivan como ornamentales [3]. Muchos compuestos extraídos de las euforbiáceas tienen propiedades farmacológicas de gran potencial. Se reconocen sustancias con actividades anticancerígena, antimicrobiana, antimicótica, antiulcerosa, tripanocida, vasorelajante, antiinflamatoria, analgésica, antimalárica, citotóxica, antiséptica, antiviral, antimutagénica, lipolítica y antioxidante [4, 5].

Sapium haematospermum Müll. Arg., en medicina popular, su látex es utilizado para calmar el dolor de muelas; la decocción de las hojas es febrífuga y combate los dolores reumáticos, mientras que su corteza es empleada en cataplasmas para cicatrizar heridas [6]. *Euphorbia serpens* (yerba meona, golondrina) es una planta tradicionalmente empleada como diurética, el látex como antitumoral, purgante drástico y en uso externo contra enfermedades o problemas de la piel (callo, verrugas, herpes, tatuajes) [7-9].

En APG II Angiosperm Phylogenetic Group [10], la familia *Euphorbiaceae* fue dividida en 4 familias: *Euphorbiaceae* s. str., *Phyllanthaceae*, *Picodendraceae* y *Putranjivaceae*.

De acuerdo con esta clasificación, en la familia *Euphorbiaceae* están incluidos los géneros que se caracterizan por ser uniovulados, mientras que en la familia *Phyllanthaceae* se incluyen los géneros biovulados [2, 11].

Otra familia *Phyllanthaceae* se encuentran ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo [12] son muy utilizadas en la medicina popular para trastornos urinarios, infecciones intestinales, diabetes y hepatitis B. *Phyllanthus niruri* es una especie conocida como “quebra-pedra” (Brasil), “helechito”, “sarandicito” (Argentina), entre otros. La planta es nativa de América; sudeste de Brasil, noroeste argentino (Misiones, Formosa y Chaco), sur de Paraguay y este de Uruguay. Empleada popularmente en todo el continente para eliminar pequeños cálculos renales y vesiculares, con propiedades diurética, antidiabética, antirreumática, uricosúrica, sudorífica, sedante, tónica, eupéptica y protectora hepática [13, 14].

Phyllanthus tenellus Roxb., conocida popularmente en Brasil como “quebra-pedra” y “erva-pombinha”. Las propiedades medicinales de esta especie están relacionadas con la eliminación de cálculos renales, actividad diurética, hipoglucemiante y en el tratamiento de las infecciones del hígado [15].

El estudio de componentes bioactivos como los polifenoles totales presentes en los extractos hidroalcohólicos nos aportarán información para explicar su potencial acción antioxidante. Esta actividad está relacionada con la prevención de enfermedades crónicas. El desarrollo de la enfermedad y sus complicaciones ocurre por el daño inducido por los radicales libres, los cuales causan la oxidación de las macromoléculas biológicas que no siempre pueden contrarrestarse por los sistemas de defensa antioxidante del organismo. Las sustancias antioxidantes extraídas de plantas serían beneficiosas ante patologías como infecciones, enfermedades inflamatorias, diabetes, etc. [16].

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la composición fitoquímica y evaluar la actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de *Sapium haematospermum*, *Phyllanthus niruri*, *P. tenellus* y *Euphorbia serpens*.

METODOLOGÍA

Recolección y acondicionamiento del material vegetal

Las especies en estudio se recolectaron durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018, en la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, provincia del Chaco. La localización por coordenadas fue para *Sapium haematospermum* (s) 26°46'22,6" (w) 60°25'46,6", *Phyllanthus niruri* (s) 26°46'36,9" (w) 60°25'79,8", *Phyllanthus*

tenellus (s) 26°46'37,2" (w) 60°25'78,5", y *Euphorbia serpens* (s) 26°46'38,2" (w) 60°25'77,9". Un ejemplar de cada especie fue herborizado y depositado con el código: CTES0060491, CTES0061228, CTES0061227, CTES0061229, respectivamente; en el Herbario del Instituto de Botánica del Nordeste, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

El material vegetal para el trabajo se secó a la sombra y a temperatura ambiente durante 7 días. Luego se procedió con molinillo de cuchilla a la pulverización de la droga y posterior tamización para definir la granulometría de polvo. Dicho polvo se conservó en frasco de vidrio color caramelo y de cierre hermético hasta su empleo en el proceso de extracción.

Preparación de los extractos

Los extractos de las cuatro especies vegetales se prepararon siguiendo el método de maceración descrito por *Farmacopea argentina* [17], obteniendo tinturas. Para eso se pesaron 20 g de cada material vegetal en polvo y se colocaron en frasco color caramelo, añadiendo 100 ml de EtOH al 70% (v/v). El mismo se dejó en contacto durante 7 días a temperatura ambiente y con agitación periódica. Finalmente, el líquido extractivo se separó por filtración a presión reducida y se dispuso en botellas color caramelo de buen cierre y se almacenó en refrigeración hasta su uso.

Caracterización fitoquímica cualitativa de los extractos

La detección de metabolitos secundarios se efectuó por cromatografía en capa fina (CCF) de los extractos hidroalcohólicos (correspondientes a las cuatro especies vegetales). Se usaron placas con sílica gel 60 (Merck, 10 x 10) y como eluyente se utilizó la mezcla de tolueno: acetato de etilo: ácido acético (36:12:5). La placa cromatográfica se reveló por aspersión del reactivo NP (ácido 2-amino-etil éster difenilbórico al 1% en metanol (p/v) y se visualizó a la luz visible y a la luz UV a una longitud de onda de 365 nm [18].

Ensayo cualitativo de actividad antioxidante

Se realizó la siembra de una alícuota 10 µl de extracto de cada especie medicinal y de los patrones de referencia quercetina y catequina (0,1 mg/ml) sobre 2 placas TLC de silicagel 60 Merck (10 x 10 cm); utilizando como fase móvil cloroformo: metanol (9,5: 0,5 v/v) como eluyente. Una placa se asperjó con una solución de ABTS^{•+} de color verde y la otra placa con una solución de DPPH[•] de color violeta (ambas soluciones preparadas 1 mg/ml en EtOH 70 %); se dejaron secar a temperatura ambiente 15 min. Los componentes activos de cada extracto con capacidad antioxidante se visualizaron por decoloración del radical ABTS^{•+} y DPPH[•], sobre la banda activa (autografía en bandas).

Cuantificación de fenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Singleton *et al.* [19], que se fundamenta en que los compuestos fenólicos reducen el reactivo de Folin-Ciocalteu (reactivo de tungsteno y molibdato) formando un complejo azulado que absorbe a 765 nm. En un tubo de ensayo se colocó 50 μl de extracto, se agregaron 1650 μl de agua deionizada y 100 μl del reactivo de Folin-Ciocalteu; después de 2 min se agregó 200 μl de carbonato de sodio (20 %). Cada tubo de reacción se incubó a 50 °C durante 5 min y luego se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-visible (UV-1800, Shimadzu). Se realizó la curva de calibración con una solución alcohólica de ácido gálico (1 mg/ml) (figura 1). Los resultados de la reacción de los extractos fueron expresados en mg equivalente de ácido gálico por gramo de muestra seca (mg EAG/g MS). Este ensayo se efectuó por triplicado para cada extracto.

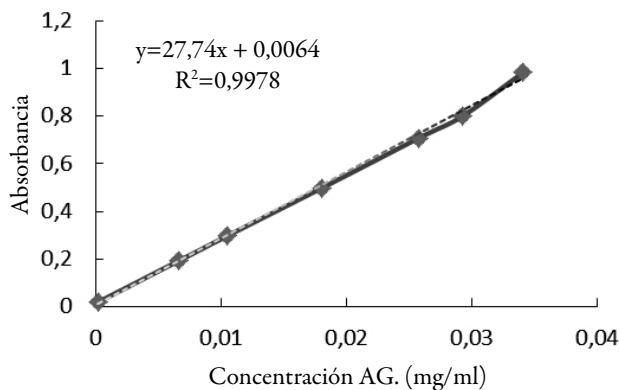


Figura 1. Curva de calibración de ácido gálico (AG) .

Cuantificación de flavonoides totales

El contenido de flavonoides totales se determinó por el método modificado de complejación con nitrato de aluminio de Look *et al.* [20]. En la reacción se coloca 30 μl del extracto hidroalcohólico con 120 μl de la solución de acetato de potasio (1 M) y 120 μl de nitrato de aluminio al 10% y se llevó a 2730 μl de volumen con EtOH 70%. Se dejó reposar por 40 min y se procedió a leer la absorbancia a 415 nm en espectrofotómetro UV-visible (UV-1800, Shimadzu). Se realizó la curva de calibración con una solución alcohólica de quercetina (Q) (2,7 mg/ml EtOH 70 %) (figura 2). Los resultados del contenido de flavonoides en los extractos se expresaron como miligramos equivalentes de quercetina por gramo de muestra seca (mg Q/g MS).

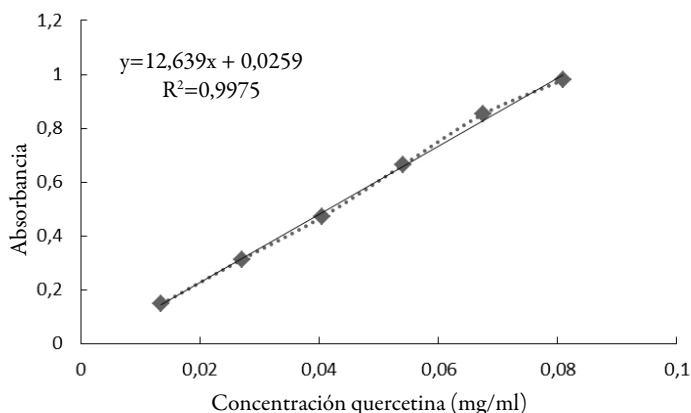


Figura 2. Curva de calibración de quercetina (Q).

Determinación cuantitativa de la actividad antioxidante

Método con radical DPPH•

Los ensayos de inhibición de radicales DPPH• se hicieron utilizando el método descrito por Brand-Williams *et al.* [21] con algunas modificaciones. Este método está basado en la reducción de una solución alcohólica de DPPH• en presencia de un antioxidante donador de hidrogeno como los extractos vegetales. Este radical fue disuelto en EtOH 70° (0,004% p/v); se tomaron 1000 µl de solución de DPPH• y se midió la absorbancia a 515 nm hasta tener una absorbancia de 0,9, luego se agregaron alícuotas de cada uno de los extractos a diferentes concentraciones. Se agitó el contenido de los tubos, se dejó a temperatura ambiente durante 30 min en la oscuridad y se midió la absorbancia a 515 nm en espectrofotómetro UV-visible (1800 Shimadzu) y la disminución de las mismas fue registrada a intervalos de 0,5 min durante 7 min. Los resultados se expresaron como porcentajes de actividad de captación de radicales (% AAR), calculados como:

$$\% \text{ AAR} = \frac{1 - \text{muestra}}{\text{control}} \cdot 100$$

El reactivo Trolox se usa como antioxidante de referencia y la actividad se expresa como el valor de IC50 que representa la cantidad de extracto que inhibe el 50% del radical libre DPPH•.

Método con radical catión ABTS^{•+}

Otro método probado para evaluar la actividad antioxidante fue el ensayo de decoloración del catión radical ABTS^{•+}. En este caso se usó la metodología desarrollada por Re *et al.* [22] y descrita por Kuskoski *et al.* [23]. El radical ABTS^{•+} se obtiene tras la reacción del reactivo ABTS^{•+} (7 mM) con persulfato potásico (2,45 mM) incubado a temperatura ambiente (25 °C) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical catión ABTS^{•+} se diluye con EtOH hasta obtener un valor de absorbancia de 0,70 (\pm 0,1) a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción). Luego a 1000 μ l de la solución de ABTS^{•+} se adicionaron alícuotas de extracto (distintas concentraciones) y se midió a 754 nm la absorbancia de la misma a los 6 min en espectrofotómetro UV-visible (UV-1800, Shimadzu). El reactivo Trolox se usa como antioxidante de referencia y la actividad se expresa como el valor de IC50 que representa la cantidad de extracto que inhibe el 50% del radical ABTS^{•+}. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Poder reductor

La capacidad de las especies vegetales para reducir el Fe (III) a Fe (II) se determinó por espectrofotometría UV-visible de acuerdo con la técnica descrita por Oyaizu *et al.* [24] con modificaciones. Esta técnica se basa en la formación de ferrocianuro de potasio, este compuesto reacciona con el FeCl₃ produciéndose una intensa coloración verde esmeralda que absorbe a 700 nm, cuya intensidad es dependiente de la concentración de los antioxidantes que se encuentran en la muestra. Cuanto mayor sea la absorbancia en el medio de reacción, mayor será el poder reductor de las sustancias antioxidantes que se evalúan [25].

Para este ensayo se mezcló 200 μ l de extracto (distintas concentraciones) con 500 μ l de tampón fosfato (0,5 mol/L, pH7) y 500 μ l de una disolución de ferricianuro de potasio (1 %). La mezcla se incubó a 50 °C durante 20 min. Posteriormente, se adicionaron 500 μ l de ácido tricloroacético (TCA 10 %) y se agitó con vortex por 5 min. Parte de la solución sobrenadante (1000 μ l) fue mezclada con 2000 μ l de agua destilada y 500 μ l FeCl₃ (0,1 %), y se repite la agitación con vortex. Finalmente, se determinó la absorbancia a 700 nm. Se consideró el aumento de la absorbancia como indicador del poder reductor de los extractos.

Análisis de datos

Se utilizó el procedimiento de análisis de varianza (Anova) mediante el programa estadístico *Statgraphics Plus*. Los resultados se expresaron como media/desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización fitoquímica por cromatografía CCF (figura 3), la especie *S. haematospermum* mostró una banda azul que coincide con el testigo ácido gálico (Rf 0,17); banda amarilla (Rf 0,33) que coincide con el testigo rutina y una banda celeste (Rf 0,41) que concuerda con el testigo apigenina. *E. serpens* presentó una banda amarilla (Rf 0,3) coincidente con el patrón luteolina, y una banda verde (Rf 0,33) que coincide con el patrón de apigenina. Respecto a *P. niruri* mostró bandas azul (Rf 0,33) coincidente con el ácido gálico. *P. tenellus* presentó una banda azul que coincide con el patrón de ácido gálico. Este ensayo fitoquímico evidenció en todas las especies la presencia de flavonas (luteolina, apigenina), flavonol (rutina) y ácidos fenólicos (ácido gálico) los cuales coinciden con los reportados por da Silva *et al.* [26], Gratti *et al.* [27], Nascimento *et al.* [28], Sandini *et al.* [15], Sobreira *et al.* [29], Bagalkotkar *et al.* [30] y Calixto *et al.* [12].

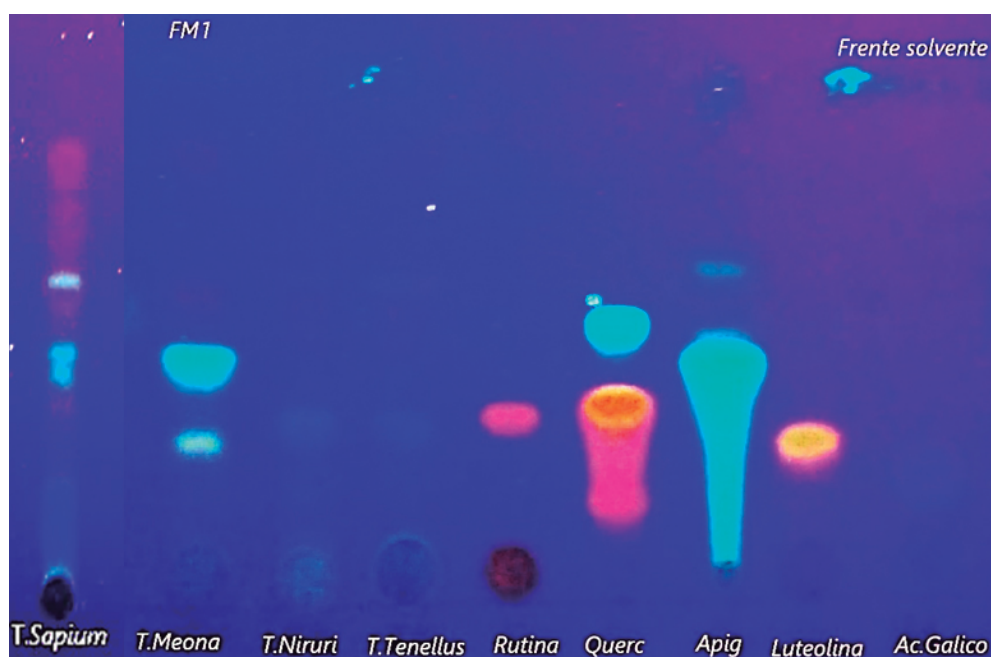


Figura 3. Cromatograma de los extractos hidroalcohólicos y patrones de referencia.

Los resultados obtenidos del ensayo cualitativo de actividad antioxidante (figura 4) mostraron que los extractos de *S. haematospermum*, *P. niruri*, *P. tenellus* y *E. serpens* presentaron actividad al exhibir bandas de color blancas-amarillentas sugiriendo la presencia de componentes bioactivos con actividad antioxidante. Todos los extractos presentaron una banda que coincide con el testigo de quercetina (Rf 0,4) al asperjarlo

con $ABTS^{\bullet+}$ y *S. haematospermum* se destacan porque presentan una banda que coincide con el patrón catequina (R_f 0,5) al asperjarlo con el radical DPPH•. Teniendo en cuenta que el radical DPPH• permite determinar compuestos con características polares y el radical $ABTS^{\bullet+}$ compuestos con características más apolares; este ensayo cualitativo es un medio rápido; simple porque es colorimétrico (no requiere equipo analítico); sensible ya que no necesita grandes cantidades de antioxidante y muestra, lo cual permitió detectar rápidamente los compuestos bioactivos con potencial capacidad antioxidante presentes en estas especies vegetales.

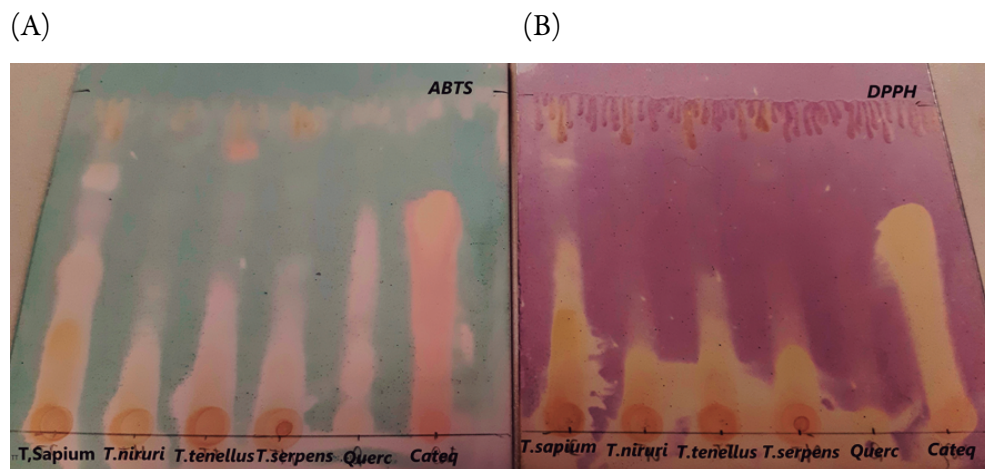


Figura 4. Autografía en bandas de los extractos hidroalcohólicos revelados con radical $ABTS^{\bullet+}$ (A) y con radical DPPH• (B).

Recientemente, no se encontraron reportes sobre el contenido de fenoles totales (TPC) de la especie *S. haematospermum*; sin embargo, este valor se ha determinado para la especie *S. glandulosum* perteneciente a la misma familia, cuyos valores de TPC son $280,68 \pm 6,36$ (mg TAE/g PS) y TFC $312,56 \pm 7,34$ (mg RE/g PS). Además, se observó que *S. haematospermum* presentó un valor superior de TPC y un valor inferior de contenido de flavonoides totales (TFC) a los informados por Silva *et al.* [31] (tabla 1). Respecto a *P. tenellus* presento valores mayores de TPC a los reportados por Sobreira *et al.* [29] cuyo valor fue de $271,97 \pm 5,45$ (mg EAG/g PS). Sin embargo, *P. niruri* presenta valores superiores de contenidos fenólicos a los reportados por Amin *et al.* [32], Gularte *et al.* [33-34] y Mahdi *et al.* [35], los cuales varían entre $90,53 \pm 2,50$ y $270 \pm 3,0$ (mg EAG/g) y valores inferiores de flavonoides totales ($123,9 \pm 2,0$ mg EQ/g) a los informados por Amin *et al.* [32]. Por último, *E. serpens* obtuvo un valor de $369,8 \pm 52,6$ (mg EAG/g) TPC, mayor a lo informado por Gratti *et al.* [27]. También es posible observar que existe una correlación entre los resultados del contenido de

flavonoides totales presentados y los de fenoles totales puesto que los flavonoides son un subgrupo de los compuestos fenólicos. La importancia de la presencia de fenoles y flavonoides radica en su actividad como antioxidantes. Estudios recientes han demostrado que muchos constituyentes polifenólicos derivados de plantas son antioxidantes más eficaces *in vitro* que las vitaminas E o C, y, por tanto, podrían contribuir significativamente a los efectos de protección *in vivo* [36].

Tabla 1. Fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante.

Muestras	Fenoles totales (mgAG/g MS)	Flavonoides (mgQE/g MS)	Actividad antioxidante IC50	
			DPPH• (mg/ml)	ABTS ^{•+} (mg/ml)
<i>S. haematospermum</i>	627,7 ± 1,5	12,2 ± 0,1	5,12 ± 1,23	0,6 ± 0,01
<i>P. tenellus</i>	494,6 ± 37,9	7,2 ± 0,3	3,4 ± 0,94	0,71 ± 0,08
<i>P. niruri</i>	444,9 ± 43,2	6,9 ± 0,3	3,42 ± 0,08	0,72 ± 0,05
<i>E. serpens</i>	369,8 ± 52,6	4,5 ± 0,3	1,46 ± 0,04	0,52 ± 0,04

Valores obtenidos de CFT; CFT; DPPH• y ABTS^{•+}.

La evaluación de la actividad antioxidante se realizó utilizando dos radicales libres: DPPH• y ABTS^{•+}. Los resultados obtenidos con el radical DPPH•: los extractos que presentaron mejor actividad fueron *E. serpens* seguido de *P. tenellus*, *P. niruri*; y, por último, *S. haematospermum* (tabla 1). El valor obtenido de IC 50 3,42 mg/ml para *P. niruri* fue mayor a los hallados por Amin *et al.* [32] y Rusmana *et al.* [34]; al igual que *P. tenellus*, cuyo valor obtenido de IC50 3,4 mg/ml fue superior al reportado por Sobreira *et al.* [29]; *S. haematospermum* presentó un IC 50 5,12 mg/ml también superiores a los obtenidos para la especie *S. glandulosum* por Ocampos *et al.* [37]; finalmente, *E. serpens* presentó un IC 50 1,46 mg/ml, mayor que la especie *E. prostrata* informado por Soto-Valenzuela *et al.* [38]. Los resultados obtenidos muestran una inhibición significativa del radical DPPH•, lo que indica la potencial acción reductora de radicales libres de estos extractos. Respecto de la actividad antioxidante por el método ABTS^{•+}, las especies *P. niruri* y *P. tenellus* presentaron un IC 50 de 0,72 y 0,71 mg/ml respectivamente, superior a lo informado por Amin *et al.* [32] y Rusmana *et al.* [34], mientras que la especie *E. serpens* mostró un IC 50 0,52 mg/ml, que es menor a lo reportado por Payne *et al.* [39], cuyo valor fue de IC 50 3,92 mg/ml. Por otro lado, el poder reductor es definido como la habilidad de un compuesto para reducir el Fe³⁺ a Fe²⁺, lo cual indica su capacidad de actuar como antioxidante al donar electrones.

Con esta técnica se logró determinar que los extractos con mayor capacidad reductora fueron en orden decreciente: *S. haemastorpermum* > *P. niruri* > *P. tenellus* > *E. serpens* (figura 5). *S. haemastorpermum* presentó un valor superior al reportado por Valdés-Izaguirre *et al.* [40], comparado con otras especies de la misma familia. Analizando los resultados obtenidos es posible afirmar que el poder reductor de los extractos aumenta con el aumento de la concentración fenólica descrito por Yen y Yen [41], Benzie y Szeto [42] y Yildirim *et al.* [43]. A partir de los resultados y datos de la literatura se puede relacionar que los compuestos presentes en los extractos pueden interactuar con la química redox del hierro interfiriendo con el ciclo redox de este metal. Los ensayos realizados sugieren un vínculo entre la acción de los radicales libres y ciertas enfermedades. Uno de los factores etiológicos implicados en el desarrollo de la enfermedad y sus complicaciones es el daño inducido por los radicales libres, quienes provocan la oxidación de las macromoléculas biológicas que no pueden ser contrarrestados por los sistemas de defensa antioxidante del organismo, por lo que sustancias antioxidantes serían beneficiosas ante patologías como infecciones, enfermedades inflamatorias, diabetes, etc. [16].

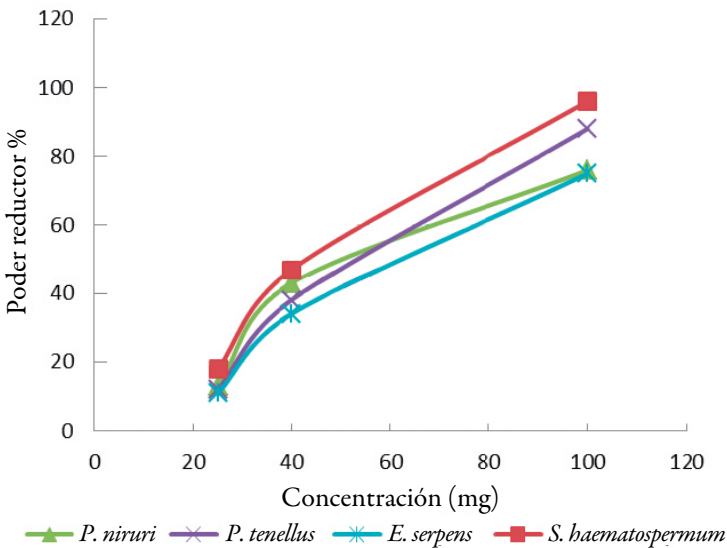


Figura 5. Poder reductor de las distintas especies vegetales.

La formación de los metabolitos secundarios en las especies vegetales está determinada por diferentes factores como suelo, clima, edad de la planta, época de recolección, acondicionamiento y almacenamiento de la misma como también el método de extracción, entre otros; lo que podría explicar la variación de los datos alcanzados en comparación con otros autores. Los resultados obtenidos demuestran que las especies estudiadas

contienen metabolitos de interés terapéuticos (compuestos fenólicos, flavonoides) con propiedades antioxidantes, los cuales son beneficiosos para la salud, y son fuentes promisorias con potencial aplicación con fines medicinales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la Secretaría de Investigación, Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Chaco Austral.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de interés en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

1. M.J. Pascual-Villalobos, E. Correal-Castellanos. La familia *Euphorbiaceae* como fuente de aceites vegetales para la industria tecnouímica, *Grasas y Aceites*, **43**(1), 39-44 (1992).
2. L.J. Novara, M.A. Chemisqhy, *Euphorbiaceae Juss*, Flora del valle de Lerma, *Aportes Botánicos de Salta*, **9**(1) 90 p. (2012).
3. *Familia Euphorbiaceae, Eudicotiledónes Escenciales - Clado Rosides-Eurosides I-Malpighiales: Euphorbiaceae*, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 2010.
4. J.T. Mwine, P. Van Damme, Why do Euphorbiaceae tick as medicinal plants? A review of Euphorbiaceae family and its medicinal features, *J. Med. Plants Res.*, **5**(5), 652-662 (2011).
5. A.F. Díaz-Eljaiek, *Monografía sobre los conocimientos botánicos de la familia Euphorbiaceae y la especie Croton lechleri*, Monografía botánica, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2014.
6. J. Pensiero, J.D. Muñoz, V. Martinez, *Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas*, Argentina Banco Mundial - N° 4085-AR, Alternativas de sustentabilidad del bosque nativo del Espinal, Área Etnobotánica, 2004.
7. E. Alonso-Paz, M. Bassagoda, F. Ferreira, *Yuyos: Uso racional de las plantas medicinales*, Editorial Fin de Siglo, Montevideo, 1992.

8. A.M. Perez de Nucci, *La medicina tradicional del Noroeste argentino: Historia y presente*, Ediciones del Sol, Buenos Aires, 1988, 156 p.
9. E.L. Ratera, M.O. Ratera, *Plantas de la flora argentina empleadas en medicina popular*, Editorial Hemisferio Popular, Buenos Aires, 1980.
10. The Angiosperm Phylogenetic Group, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II, *Botanic. J. Linnean Soc.*, **141**(4), 399-436 (2003).
11. D.E. Soltis, P.S. Soltis, P.K. Endress, M.W. Chase, *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*, 2nd ed., Oxford University Press, New York, 2005.
12. J.B. Calixto, A.R. Santos, V.C. Filho, R.A. Yunes, Una revisión de las plantas del género *Phyllanthus*: su química, farmacología y potencial terapéutico, *Rev. Inv. Med.*, **18**(4), 225-258 (1998).
13. J. Alonso, C. Desmarchelier, *Plantas medicinales autóctonas de la Argentina: bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud*, Corpus editorial y distribuidora, Buenos Aires, 2015.
14. R.S. Gupta, Evolution of the chaperonin families (Hsp60, Hsp10 and Tcp-1) of proteins and the origin of eukaryotic cells, *Mol. Microbiol.*, **15**(1), 1-11 (1995).
15. T.M. Sandini, N.M. Rodrigues, K.E. Peli, E. Perez, Avaliação farmacognóstica de *Phyllanthus tenellus* Roxb., Euphorbiaceae (Quebra-Pedra) coletadas em Rancho Alegre D'Oeste, Paraná, *Biosaúde*, **13**(1/2), 1-11 (2016).
16. M. Alejandro-Espinosa, X. Jaramillo-Fierro, S. Ojeda-Riascos, O. Malagón-Aviles, J. Ramírez-Robles, Actividad antioxidante y antihiper glucemiante de la especie medicinal *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., al sur del Ecuador, *Bol. Latinoamer, Caribe Plantas Med. Aromát.*, **12**(1), 59-68 (2013).
17. Farmacopea Argentina, 7a edición, Comisión Permanente para la Farmacopea Argentina, Ministerio de Salud de la Nación, Argentina, URL: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/pfds/Farmacopea_Argentina_2013_Ed.7.
18. H. Wagner, S. Bladt, *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*, Springer Science & Business Media, New York, 1996.
19. V.L. Singleton, R. Orthofer, R.M. Lamuela-Raventós, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, *Meth. Enzymol.*, **299**, 152-178 (1999).

20. O. Lock, I. Cabello, V.H. Doroteo, *Práctica VI.6: Análisis de flavonoides en plantas*, URL: https://old.iupac.org/publications/cd/medicinal_chemistry/Practica-VI-6.pdf.
21. W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT – Food Sci. Technol.*, **28**(1), 25-30 (1995).
22. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, C. Rice-Evans, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radic. Biol. Med.*, **26**(9-10), 1231-1237 (1999).
23. E.M. Kuskoski, A.G. Asuero, M.C. García-Parilla, A.M. Troncoso, R. Fett, Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos, *Food Sci. Technol. (Campinas)*, **24**(4), 691-693 (2004).
24. M. Oyaizu, Studies on products of browning reaction, *Japan. J. Nutr. Diet.*, **44**(6), 307-315 (1986).
25. J.B. Martínez-Vázquez, *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de *Heliocarpus terebinthinaceus**, Tesis de grado, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México, 2007.
26. C.H.T.P da Silva, T.J.S.P. Sobrinho, A.M. Saraiva, M.N.C. Pisciotano, E.L.C. Amorim, Phytochemical profile and antibacterial activity of bark and leaves of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. and *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *J. Med. Plants Res.*, **6**(32), 4766-4771 (2012).
27. A. Gratti, R. Ricco, A. Gurni, Estudio fitoquímico preliminar en especies patagónicas del género *Euphorbia* (Euphorbiaceae), *Bol. Latinoamer. Caribe Plantas Med. Aromát.*, **6**(5), 248-249 (2007).
28. J.E. Nascimento, A.F.M. Melo, T.C. Lima, J. Veras Filho, E.M.X Santos, U.P. Albuquerque, E.L.C. Amorim, Estudo fitoquímico e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de três espécies medicinais do gênero *Phyllanthus* (Phyllanthaceae), *J. Basic Appl. Pharm. Sci.*, **29**(2), 145-150 (2008).
29. G.C. Sobreira, *Mecanismos de atividade antiúlcera de *Phyllanthus tenellus* Roxb. (Phyllanthaceae) e isolamento dos principais constituintes*, Tesis Doctoral, Universidade de São Paulo, 2016.
30. G. Bagalkotkar, S.R. Sagineedu, M.S. Saad, J. Stanslas, Phytochemicals from *Phyllanthus niruri* Linn. and their pharmacological properties: a review, *J. Pharm. Pharmacol.*, **58**(12), 1559-1570 (2006).

31. C.H. Tabosa-Pereira da Silva, T.J. da Silva-Peixoto Sobrinho, V.T. Nobre de Almeida e Castro, D. da C. Amaral-Lima, E.L. Cavalcanti de Amorim, Antioxidant capacity and phenolic content of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. and *Sapium glandulosum* (L.) Morong from Northeastern Brazil, *Molecules*, **16**(6), 4728-4739 (2011).
32. Z.A. Amin, M.A. Abdulla, H.M. Ali, M.A. Alshawsh, S.W. Qadir, Assessment of *in vitro* antioxidant, antibacterial and immune activation potentials of aqueous and ethanol extracts of *Phyllanthus niruri*, *J. Sci. Food Agric.*, **92**(9), 1874-1877 (2012).
33. C.A.O. Gularte, *Avaliação do perfil antioxidante de extratos aquoso e etanólico de Phyllanthus niruri in vitro*, Tesis de grado, Universidade Federal do Pampa, Uru-guaiana, R.G.S., Brasil, 2014.
34. D. Rusmana, R. Wahyudianingsih, M. Elisabeth, B. Balqis, M. Maesaroh, W. Widowati, Antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* extract, rutin and quercetin, *Indonesian Biomed. J.*, **9**(2), 84-90 (2017).
35. E.S. Mahdi, A.M. Noor, M.H. Sakeena, G.Z. Abdullah, M. Abdulkarim, M.A. Sattar, Identification of phenolic compounds and assessment of *in vitro* antioxidants activity of 30% ethanolic extracts derived from two *Phyllanthus* species indigenous to Malaysia, *African J. Pharm. Pharmacol.*, **5**(17), 1967-1978 (2011).
36. A.B. Bonilla-Rodríguez, *Estudio Fitoquímico y actividad antioxidante in vitro de hojas y flores de Passiflora manicata*, Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
37. F.M.M. Ocampos, *Estudo fitoquímico, toxicológico e avaliação das atividades biológicas da espécie vegetal Sapium glandulosum (L.) Morong. (Euphorbiaceae)*, Tesis de maestria, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, 2013.
38. R. Soto-Valenzuela, *Compuestos activos con capacidad hipoglucemiante en Cnidoscolus chayamansa (chaya), Euphorbia prostrata (hierba de la golondrina) y Jatropha dioica (sangre de drago)*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2014.
39. A. Payne, A.K. Mukhopadhyay, S. Deka, L. Saikia, S.P. Nandi, Anti-vibrio and antioxidant properties of two weeds: *Euphorbia serpens* and *Amaranthus viridis*, *Res. J. Med. Plants*, **9**, 170-178 (2015).

40. L.E. Valdés-Izaguirre, Q. Arias-Cedeño, J. Ramírez-Arzuaga, D. Peña-Fuentes, Actividad antiinflamatoria y antioxidante *in vitro* de extractos etanólicos de *Jatropha aethiopica* Müell Arg var *inermis*, *Rev. Cubana Quím.*, **30**(3), 440-453 (2018).
41. G.C. Yen, H.Y. Chen, Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity, *J. Agric. Food Chem.*, **43**(1) 27-32 (1995).
42. I.F.F. Benzie, Y.T Szeto, Capacidad antioxidante total de los tés mediante el ensayo de reducción de hierro / poder antioxidante, *Rev. Quím. Agríc. Aliment.*, **47**(2), 633-636 (1999).
43. A. Yildirim, A. Mavi, A.A. Kara, Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts, *J. Agric. Food Chem.*, **49**(8), 4083-4089 (2001).

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO

A.S. Soro, G.M. Valenzuela, M.B. Núñez, Actividad antioxidante de cuatros especies vegetales del nordeste argentino, *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, **50**(1), 236-252 (2021).