

CONTENIDO FENÓLICO Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Larrea divaricata* Cav., *Larrea Cuneifolia* Cav. Y *Sarcomphalus Mistol* (Griseb.) Hauenschild, PROCEDENTES DE DIFERENTES ÁREAS DEL VALLE CENTRAL DE CATAMARCA.

Lorenzo M.E. ⁽¹⁾, Gómez P.E. ⁽²⁾, Segovia A.F. ⁽²⁾, Quiroga A. ⁽³⁾, Figueroa L.C. ⁽²⁾, Baroni M.V. ⁽⁴⁾

(1) Cátedra de Química Biológica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa. Maestro Quiroga 80- Catamarca, CITCA/CONICET-UNCA, (2) Cátedra de Química Analítica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCA. (3)Cátedra de Ecología Agraria. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCA. (4) Facultad de Ciencias Químicas, UNC. ICYTAC - CONICET/ISIDSA.
e-mail: ma.emilia.lor@gmail.com

PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF *Larrea divaricata* Cav., *Larrea cuneifolia* Cav. AND *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild, COMING FROM DIFFERENT AREAS OF THE CATAMARCA CENTRAL VALLEY

ABSTRACT

The sector of the Valle Central of Catamarca that corresponds to the Chaco Árido district (Chaqueña phytogeographic province) is characterized by its dry climate, being the main condition for the development of regional economies. Structurally, three physiographic units can be differentiated from areas with different microclimatic characteristics: piedmont, plain forest and bog areas. The synthesis of secondary metabolites in plants is subject to environmental factors. Polyphenols are metabolites with antioxidant capacity, which have important organoleptic and health properties. The objective of this work was to study the phenolic content and antioxidant activity of *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. and *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild coming from different areas of the Catamarca Central Valley, in order to detect possible variations in relation to species and sampling areas. Ten sampling points were selected, corresponding to areas of piedmont and plain forest. Composite samples of each species were taken, processed and lyophilized. Leaf and wood extracts were prepared separately with 50% ethanol. The PFT content was determined by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity was determined by three *in vitro* chemical methods (DPPH, FRAP, TEAC). The species *L. cuneifolia* was not found in five of the sampled points and the results of the chemical tests highlighted leaf extracts of this species with significant differences from the rest of the extracts evaluated. The leaf extracts of *S. mistol* and *L. cuneifolia* from plains areas had a phenolic content and antioxidant activity measured by DPPH significantly higher than those of piedmont, while in *L. divaricata* no differentiation was observed by sampling area but by points of sampling. In FRAP the trend for *S. Mistol* was similar to that observed in

PFT and DPPH, while for *L. cuneifolia* and *L. divaricata* the differences were associated with the sampling points, behaviour that was repeated for TEAC in all extracts. In wood extracts no significant differences were found in the PFT content of *L. cuneifolia*, *L. divaricata* and *S. mistol* and showed less variability between the analyzed areas than those of leaves. However, *S. mistol* showed higher PFT content and activity measured by DPPH, FRAP and TEAC in plain areas, while the PFT content in wood extracts of *L. cuneifolia* was higher in areas of piedmont. The activity of the wood extracts of *L. cuneifolia*, measured by DPPH and FRAP, was greater in plain samples and in TEAC the extracts of piedmonts how edgreater activity. For all chemical tests performed, wood extracts of *L. divaricata* were not differentiated by area but by sampling point.

KEY WORDS: polyphenols, antioxidant activity, native species.

RESUMEN

El sector del Valle Central de Catamarca que corresponde al distrito Chaco Árido (provincia fitogeográfica Chaqueña) se caracteriza por su clima seco, siendo el principal condicionante para el desarrollo de las economías regionales. Estructuralmente se pueden diferenciar tres unidades fisiográficas con características microclimáticas diferentes: piedemonte, bosque de llanura y área de barreales. La síntesis de metabolitos secundarios en las plantas está sujeta a factores ambientales. Los polifenoles son metabolitos con capacidad antioxidante, que presentan importantes propiedades organolépticas y para la salud. El objetivo del presente trabajo consistió en estudiar el contenido fenólico y la actividad antioxidante de *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. Y *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild procedentes de diferentes áreas del Valle Central de Catamarca, a fin de detectar posibles variaciones en relación a las especies y zonas de muestreo. Se seleccionaron diez puntos de muestreo, correspondientes a zonas de piedemonte y bosque de llanura. Se tomaron muestras compuestas de cada especie, se procesaron y liofilizaron. Se prepararon, por separado, extractos de hoja y madera con etanol al 50%. El contenido de PFT se determinó por el método de Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante se determinó por tres métodos químicos *in vitro* (DPPH, FRAP, TEAC). La especie *L. cuneifolia* se encontró en cinco de los puntos muestreados y los resultados de los ensayos químicos destacaron a los extractos de hoja de esta especie con diferencias significativas respecto al resto de extractos evaluados. Los extractos de hoja de *S. mistol* y *L. cuneifolia* provenientes de zonas de llanura presentaron un contenido fenólico y actividad antioxidante medida por DPPH significativamente mayor que los de piedemonte mientras que en *L. divaricata* no se observó diferenciación por área de muestreo sino por

puntos de muestreo. En FRAP la tendencia para *S. mistol* fue similar a lo observado en PFT y DPPH, mientras que para *L. cuneifolia* y *L. divaricata* las diferencias estuvieron asociadas a los puntos de muestreo, comportamiento que se repitió para TEAC en todos los extractos. En los extractos de madera no se hallaron diferencias significativas en el contenido de PFT de *L. cuneifolia*, *L. divaricata* y *S. mistol* y mostraron menos variabilidad entre las áreas analizadas que los de hojas. Sin embargo *S. mistol* evidenció mayor contenido en PFT y actividad medida por DPPH, FRAP y TEAC en áreas de llanura, mientras que el contenido en PFT en extractos de madera de *L. cuneifolia* fue mayor en zonas de piedemonte. La actividad de los extractos de madera de *L. cuneifolia*, medida por DPPH y FRAP, fue mayor en muestras de llanura y en TEAC los extractos de piedemonte presentaron mayor actividad. Para todos los ensayos químicos realizados, los extractos de madera de *L. divaricata* no se diferenciaron por área sino por punto de muestreo.

PALABRAS CLAVES: polifenoles, actividad antioxidante, especies nativas.

INTRODUCCIÓN

Zona de estudio

El Chaco Árido en Argentina ocupa una superficie aproximada de 10 millones de hectáreas, con bosques secos nativos, dedicados principalmente a la ganadería bovina y caprina en forma extensiva (Rueda *et al.*, 2013). El desplazamiento de la vegetación leñosa nativa, para la implantación de pasturas y cultivos intensivos, genera cambios en los flujos de agua con aumento potencial de la evaporación del agua del suelo y riesgo de erosión por escurrimiento. El Valle Central de Catamarca corresponde a una depresión tectónica incluida en el conjunto de sierras y bolsones con orientación predominante Norte-Sur, delimitada por las estructuras de la Sierras Pampeanas Nor-occidentales. Se delimita al Este por la Sierra del Alto-Ancasti y al Oeste por la Sierra del Ambato con alturas máximas de 1.573 m y 4.405 m respectivamente (Gómez del Campo *et al.*, 2010). El clima seco pertenece a la Diagonal Árida Sudamericana y es el principal limitante para el desarrollo integral de las economías regionales (Bruniard, 1982). El Chaco árido en el Valle Central de Catamarca abarca los departamentos Capital, Valle Viejo y Capayán. Desde el punto de vista estructural, se puede diferenciar tres unidades fisiográficas con características microclimáticas diferentes:

- Área de piedemonte, en la base de la ladera oriental de las sierras de Ancasti y ladera occidental de las Sierras del Ambato.

- Área de llanura, con estructura de bosque abierto, mayormente caducifolio, con un estrato arbustivo continuo y semi caducifolio, actualmente muy modificado por desmontes, aprovechamiento forestal y sobre pastoreo. En el Departamento Capayán, la fisonomía de la vegetación cambia, transformándose en un bosque muy abierto primero y luego un arbustal, cada vez más bajo, a medida que el contenido de sales del suelo aumenta, al acercarse a los barriales del sur y a las Salinas Grandes.

-Área de barreales, zonas bajas inundables en el límite con la provincia de Córdoba, la vegetación se vuelve más rala y aparecen especies halófitas.

Contenido fenólico y actividad antioxidante

Los polifenoles constituyen un grupo de compuestos que presentan importantes propiedades organolépticas y para la salud, generados como producto del metabolismo secundario de plantas (De Torres-Sánchez, 2013) y se les atribuye, entre otras propiedades, la capacidad de ser antioxidantes.

La síntesis de metabolitos secundarios en las plantas está sujeta a factores ambientales, como disponibilidad de agua, luz y nutrientes (Estomba *et al.*, 2010). Investigaciones dan evidencia de que un estrés abiótico controlado puede promover la producción de estos compuestos (Andrade Bustamante *et al.*, 2017). Muchas plantas se destacan por su contenido de compuestos con capacidad antioxidante como los polifenoles y vitaminas E y C. (Ulrich-Merzenich *et al.*, 2009).

Los antioxidantes naturales provenientes de plantas han sido frecuentemente usados en diferentes campos de la industria farmacéutica, en la preservación de alimentos y en medicina. Muchos de estos compuestos como la quercetina, α -tocoferol y el β -caroteno, entre otros, son antioxidantes naturales, que presentan una actividad comparable con antioxidantes sintéticos de mayor uso como el 2-terbutil-hidroxitolueno (BHT) y el 2-terbutil-hidroxianisol (BHA) los cuales pese a sus propiedades antioxidantes presentan la desventaja de ser tóxicos (Lto *et al.*, 1983). Existe un creciente interés por alternativas a los antioxidantes sintéticos tanto de los investigadores, la industria, como de los consumidores y resulta relevante investigar nuevas fuentes naturales de antioxidantes, como pueden ser las plantas aromáticas y medicinales. (Borneo *et al.*, 2007; Krishhnaiah *et al.*, 2011).

Para aprovechar al máximo las cualidades terapéuticas de una especie vegetal, su valoración requiere de un estudio sistemático de extractos obtenidos a partir de diferentes partes de la planta (hojas, tallo, flores, frutos, raíces), con el fin de identificar aquella porción con el mayor porcentaje de sustancias bioactivas (Irakli *et al.*, 2015).

En investigaciones precedentes se evaluó el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos etanólicos de hoja y madera de especies leñosas nativas del Chaco árido en Catamarca. Los resultados destacaron a las especies *Larrea cuneifolia* Cav. *Larrea divaricata* Cav. Y *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild entre siete especies evaluadas (Lorenzo *et al.*, 2016).

El objetivo del presente trabajo consistió en estudiar el contenido fenólico y la actividad antioxidante de extractos etanólicos de hoja y madera de *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. y *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild procedentes de áreas de llanura y de piedemonte del Valle Central de Catamarca, a fin de detectar posibles variaciones en relación a las especies y zonas de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección y acondicionamiento de muestras

Se realizó el muestreo de *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. Y *Sarcomphalus mistol* (Griseb) Hauenschild en el Valle Central de Catamarca.

La Figura N° 1 corresponde a una imagen satelital del Valle Central de Catamarca, definido por las sierras de El Alto-Ancasti en su sector más oriental y las sierras del Ambato-Manchao en su sector más occidental.

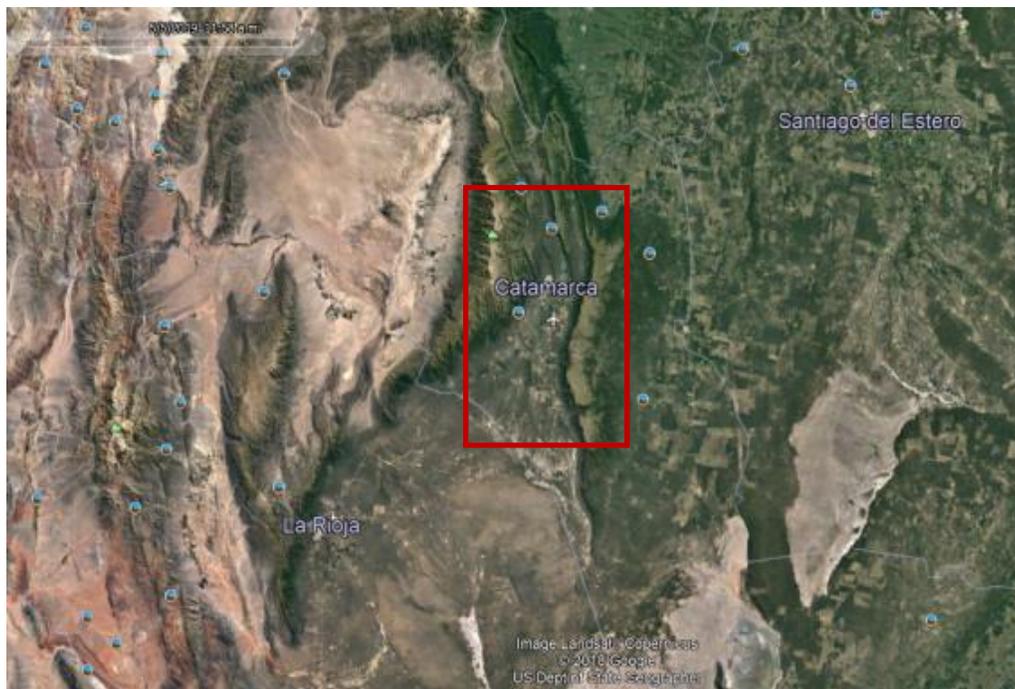


Figura N°1: Imagen satelital del Valle Central de Catamarca.

Fuente. Google Earth pro.

Se seleccionaron 10 puntos de muestreos distribuidos en las áreas de piedemonte y llanura. En cada punto se tomó una muestra compuestas de 10 plantas seleccionadas al azar, para cada una de las especies encontradas en el sitio. El muestreo se realizó en Abril-Mayo de 2017, posterior a la época de lluvias y previo a las primeras heladas.

En este trabajo no se considera el muestreo en áreas de barreales en virtud de la escasez de las especies vegetales seleccionadas en ese microclima. .

En la Figura N° 2 se observan los puntos de muestreo seleccionados en el Valle Central de Catamarca.



Figura N°2: Imagen satelital del Valle Central de Catamarca, con puntos de muestreo seleccionados.

Fuente. Google Earth pro

Las especies vegetales muestreadas fueron *Larrea cuneifolia* Cav. (jarilla macho), *Larrea divaricata* Cav. (jarilla hembra) y *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild (mistol) seleccionadas en función a la mejor performance en contenido fenólico y actividad antioxidante (Lorenzo *et al.*, 2016).

Obtención de extractos orgánicos

Se prepararon extractos orgánicos de hoja y madera de cada muestra compuesta de *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. y *Sarcophagus mistol* (Griseb.) Hauenschild con etanol 50%. Para los extractos de hoja el procedimiento se realizó en tres etapas extractivas con proporción final 0,1 g / 5 mL, mientras que en madera fueron cuatro etapas extractivas con proporción final 0,5 g / 32 mL (Lorenzo *et al.*, 2016).

Determinación del contenido de polifenoles

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton *et al.* (1965). El mecanismo básico del ensayo involucra una reacción redox. El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico que actúan como oxidantes, por lo que se reducen en presencia de los compuestos polifenólicos presentes en las muestras a ensayar. Los ácidos reducidos a óxidos de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}) poseen un máximo de absorbancia a 750 nm (Lingua, 2016).

Para el procedimiento de determinación del contenido de polifenoles totales (PFT) de los extractos de *L. cuneifolia*, *L. divaricata* y *S. mistol* se realizó una dilución previa en metanol de 1:10 para extractos de hoja y 1:5 para extractos de madera debido a la intensidad de la reacción. Se midió la absorbancia de la solución a 750 nm contra un blanco de reactivo procesado de igual forma que las muestras. Las muestras y los blancos fueron determinados por duplicado. Para calcular el contenido de polifenoles totales (PFT), se construyó una curva de calibración utilizando ácido gálico como estándar externo. Los resultados se expresaron como μg ácido gálico mg^{-1} muestra.

Determinación de la actividad antioxidante:

La capacidad antioxidante *in vitro* se midió a través de los ensayos FRAP, que mide el poder reductor de una muestra y las pruebas TEAC y DPPH, que evalúan la capacidad de captación de radicales libres. Los resultados en todos los casos se expresaron en relación a la capacidad antioxidante del Trolox, un análogo hidrosoluble de la vitamina E de reconocida actividad antioxidante.

Los resultados obtenidos se expresan en mmoles de Trolox 100 g^{-1} muestra. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

El método FRAP (poder antioxidante de reducción del ión férrico), introducido por Benzie y Strain (1996) para medir la capacidad antioxidante total en plasma, se basa en la capacidad para reducir, por transferencia electrónica, el ión férrico (Fe^{3+}) a ferroso (Fe^{2+}) en medio acuoso ácido ($\text{pH} = 3,6$). Para

cuantificar este poder reductor se utiliza una reacción colorimétrica por agregado de TPTZ (2, 4, 6-tripiridil-s-triazina) que, bajo estas condiciones, forma un complejo coloreado con el Fe^{2+} con un máximo de absorbancia a 593 nm. Este método no detecta compuestos que actúan por transferencia de hidrógeno, particularmente tioles y proteínas (Prior *et al.*, 2005). Se leyó la absorbancia de la solución a 593 nm luego de 30 min de incubación a temperatura ambiente y en oscuridad, contra un blanco. El ensayo DPPH mide la capacidad para captar radicales libres por medio de la capacidad que presentan los compuestos antioxidantes para atrapar el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•), convirtiéndolo en un producto sin color. El DPPH• es uno de los pocos radicales orgánicos nitrogenados estables y disponibles comercialmente. Este radical tiene un espectro de absorción característico, con un máximo a 515 nm, y posee una coloración púrpura intensa (Prior *et al.*, 2005). Es muy soluble en medio orgánico, sin embargo soluciones conteniendo hasta un 50 % de agua permiten utilizarlo para medir la capacidad antioxidante tanto de compuestos liposolubles como hidrosolubles (Stasko *et al.*, 2007). La reacción que tiene lugar en este ensayo es dependiente del pH (Foti *et al.*, 2004) y la disminución de la concentración del DPPH• es directamente proporcional a la concentración de antioxidantes presentes en la muestra (Prior *et al.*, 2005). La metodología utilizada para este ensayo fue la descrita por Brand-Williams *et al.* (1995). Luego de 30 min de incubación a temperatura ambiente y en oscuridad, se leyó la absorbancia de la solución a 515 nm contra un blanco.

El ensayo TEAC mide la capacidad de un compuesto para captar el radical catión coloreado 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS•+), convirtiéndolo a un producto sin color (Arts *et al.*, 2003). El radical tiene un espectro de absorción característico, con máximos a 414, 645, 734 y 815 nm y posee una coloración verde-azulada. La reacción es independiente del pH y la disminución de la concentración de ABTS•+ es linealmente dependiente de la concentración de antioxidantes presentes en la muestra (Prior *et al.*, 2005). La metodología utilizada en este trabajo es una variante del método original, propuesto por Re *et al.* (1999), en la que el ABTS•+ se genera directamente a través de la reacción con persulfato de potasio. El ABTS•+ se preparó diariamente mezclando 10 mL de una solución de ABTS 7 mM en agua ultra pura, con 6,7 mg de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$. A esta solución se la protegió de la luz y se la dejó estabilizar durante 12-16 h a temperatura ambiente. El reactivo de trabajo se preparó diluyendo el ABTS•+ generado con metanol hasta una absorbancia de $0,80 \pm 0,02$, a una longitud de onda de 734 nm y a una temperatura de 25 °C. Luego de 30 min de incubación a temperatura ambiente y en oscuridad, se leyó la absorbancia de la solución a 734 nm contra un blanco procesado de la misma forma. La curva de calibración fue construida utilizando Trolox como antioxidante. Los estándares se procesaron por duplicado de la misma forma que las muestras.

Análisis estadísticos de los datos

Los datos fueron analizados con el Software estadístico InfoStat, versión 2013. El ANAVA es una de las herramientas de inferencia estadística, o estadística inductiva, que permite comparar simultáneamente varias medias (procedentes de distintos grupos de muestra) para establecer si son iguales, o si al menos una de ellas es distinta de las demás, con lo cual el o los grupos asociados a dichas medias podrán diferenciarse. El ANAVA se aplicó para determinar diferencias entre especies y puntos de muestreo.

Cuando el ANAVA indicó diferencias significativas ($p < 0,05$), la comparación de los valores medios de a pares se realizó empleando el método de comparaciones múltiples DGC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN*Contenido de polifenoles totales*

En la Tabla N° 1 se muestran los contenidos medios de PFT ($\text{mg ácido gálico mg}^{-1}$ muestra seca), desviaciones estándar y significancia de las diferencias entre extractos etanólicos al 50% de *L. cunefolia* Cav., *L. divaricata* Cav. y *S. mistol* (Griseb.) para hoja y madera.

Tabla N°1: Medias y desviaciones estándar de los rendimientos en PFT ($\mu\text{g ácido gálico mg}^{-1}$ muestra seca) de extractos etanólicos de hojas y madera de especies leñosas autóctonas de Catamarca.

Spp.	PFT ($\mu\text{g ácido gálico mg}^{-1}$ muestra seca)	
	hoja	madera
M	92,59 \pm 35,29 C	81,92 \pm 29,41 A
Lc	232,39 \pm 36,12 A	82,91 \pm 23,9 A
Ld	136,38 \pm 28,64 B	76,35 \pm 16,03 A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cunefolia*; Ld= *L. divaricata*

Letras distintas indican diferencias significativas en el contenido de PFT entre extractos etanólicos de distintas especies para un mismo órgano ($p < 0,05$).

En los extractos de hoja se confirma la tendencia observada en ensayos previos (Lorenzo *et al.*, 2016): *L. cunefolia* Cav. > *L. divaricata* Cav. > *S. mistol* (Griseb.) Hauenschild, con diferencias significativas entre estos. Por su parte, en extractos de madera, no se encontraron diferencias significativas entre las tres especies en estudio. Estos resultados difieren a los presentados previamente (Lorenzo *et al.*, 2016), donde *L. divaricata* Cav. mostró un contenido significativamente menor a *L. cunefolia* Cav. y *S. mistol* (Griseb.)

Hauenschild. Sin embargo, el mayor número de ejemplares analizados en esta investigación incrementa la representatividad de las muestras en los valores de PFT presentados.

Uno de los propósitos planteados en este estudio consistió en detectar las posibles variaciones del contenido fenólico y actividad antioxidante de las especies estudiadas en relación a las diferentes zonas de muestreo. Por ello, las extracciones se realizaron conservando los órganos obtenidos en cada punto de muestreo por separado. Los contenidos medios de PFT (μg ácido gálico mg^{-1} muestra seca), desviaciones estándar y significancia de las diferencias entre extractos etanólicos al 50% de hoja y madera para los diferentes puntos de muestreo se presentan en la Tabla 2 y 3 respectivamente.

Tabla N° 2: Medias y desviaciones estándar de los rendimientos en PFT (μg ácido gálico mg^{-1} muestra seca) de extractos etanólicos de hojas de especies leñosas muestreadas en 10 sitios del Valle Central Catamarca.

		PFT (μg ácido gálico mg^{-1} hoja seca)								
Punto de muestreo		M			Lc			Ld		
Piedemonte	El Jumeal	48,37	\pm 10,18	c C	203,31	\pm 14,26	b A	113,82	\pm 10,77	b B
	Concepción	60,67	\pm 5,46	c B	NM			170,62	\pm 33,00	a A
	Miraflores	61,08	\pm 5,44	c C	228,42	\pm 29,83	b A	116,62	\pm 13,78	b B
	Chumbicha	73,30	\pm 5,12	c B	NM			148,28	\pm 39,81	a A
	El Portezuelo	96,42	\pm 5,27	b B	219,76	\pm 51,37	b A	NM		
Llanura	Gruta V. del Valle	91,31	\pm 10,15	b C	249,11	\pm 32,99	a A	140,04	\pm 32,14	a B
	Colonia del Valle	118,98	\pm 17,42	b A	NM			128,55	\pm 13,79	b A
	Las Tejas	104,84	\pm 21,89	b B	NM			147,31	\pm 14,09	a A
	Chumbicha	165,02	\pm 23,15	a B	261,34	\pm 24,28	a A	115,94	\pm 10,18	b C
	Huaycama	105,87	\pm 19,79	b B	NM			146,26	\pm 32,2	a A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en PFT entre diferentes puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en PFT entre especies para un mismo punto de muestreo. ($p < 0,05$).

NM= no se encontró muestra

Tabla N° 3: Medias y desviaciones estándar de los rendimientos en PFT (μg ácido gálico mg^{-1} muestra seca) de extractos etanólicos de madera de especies leñosas muestreadas en 10 sitios del Valle Central Catamarca.

		PFT (μg ácido gálico mg^{-1} madera seca)								
Punto de muestreo		M			Lc			Ld		
Piedemonte	El Jumeal	51,74	± 4,66	b B	86,47	± 11,84	a A	64,98	± 9,29	b B
	Concepción	58,70	± 4,05	b B	NM			65,17	± 5,40	b B
	Miraflores	58,85	± 4,59	b B	105,81	± 5,55	a A	73,66	± 2,31	b B
	Chumbicha	58,51	± 1,36	b B	NM			83,65	± 6,38	a A
	El Portezuelo	121,09	± 61,59	a A	107,61	± 6,42	a A	NM		
Llanura	Gruta V. del Valle	87,45	± 9,92	a A	61,20	± 6,35	b B	66,68	± 9,57	b B
	Colonia del Valle	89,26	± 7,81	a A	NM			57,75	± 3,18	b B
	Las Tejas	88,78	± 4,95	a A	NM			86,70	± 7,76	a A
	Chumbicha	114,34	± 10,22	a A	53,41	± 5,73	b B	90,35	± 5,32	a A
	Huaycama	90,48	± 2,90	a A	NM			101,26	± 15,76	a A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en PFT entre diferentes puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en PFT entre especies para un mismo punto de muestreo. ($p < 0,05$).
 NM= no se encontró muestra

Los extractos etanólicos de hoja de *S. mistol* de zonas de llanura presentaron un contenido fenólico significativamente mayor que los de piedemonte, en la mayoría de los casos. La muestra proveniente de Chumbicha (en zona de llanura) se distinguió con valores significativamente superiores al resto de los extractos de hoja de la especie. Las otras muestras de llanura (Gruta Virgen del Valle, Colonia del Valle, Las Tejas y Huaycama) presentaron un contenido fenólico significativamente mayor que las muestras provenientes de zonas de piedemonte; con excepción de la muestra de El Portezuelo que no presentó diferencia estadística con las muestras de llanura.

Para la especie *L. cuneifolia* se manifestó la misma tendencia: ejemplares de llanura (Chumbicha, Gruta Virgen del Valle) presentaron mayor contenido fenólico que los de piedemonte (El Portezuelo, Miraflores y El Jumeal). No existieron diferencias significativas dentro de la misma área.

En los extractos de *L. divaricata* no se observó diferenciación del contenido fenólico por área de muestreo pero sí por punto de muestreo. Los extractos de Concepción y Chumbicha por el acceso a la Cébila (zona piedemonte) y los de Las Tejas y Huaycama (zona de llanura) presentaron contenidos fenólicos significativamente superiores a los de Miraflores, El Jumeal (zona de piedemonte) y Colonia del Valle y Chumbicha por acceso a gasoducto (zona de llanura).

Para los extractos de madera se observó menor variabilidad en contenido fenólico entre las especies y áreas analizadas. Sin embargo para *S. mistol* el comportamiento es similar a lo expuesto para sus extractos de hoja, donde se evidencia un contenido fenólico significativamente superior en las áreas de llanura. En *L. cuneifolia* el comportamiento fue inverso a lo observado en los extractos de hoja, siendo mayor el contenido fenólico en las áreas de piedemonte, con diferencias significativas respecto a áreas de llanura. En los extractos etanólicos de madera de *L. divaricata*, los mayores contenidos en polifenoles se observaron en tres puntos de llanura (Las Tejas, Chumbicha en zona de llanura y Huaycama) y en uno de piedemonte (Chumbicha acceso a la Cébila) sin diferencias significativas entre ellas. Para el resto de sitios considerados, los contenidos fenólicos de los extractos de esta especie vegetal, resultaron menores y sin diferencias significativas entre ellos.

Actividad Antioxidante in vitro

En la Tabla N° 4 se muestran los valores medios y desvíos estándares de la actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de hoja y madera de tres especies leñosas nativas de Catamarca sin discriminar por puntos de muestreo, medidas por tres métodos: DPPH, FRAP y TEAC.

Tabla N°4: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de hoja y madera de especies leñosas nativas de Catamarca, medidas por tres métodos: DPPH, FRAP y TEAC

spp.	DPPH			FRAP			TEAC					
	(mmoles de Trolox 100 g-1 hoja seca)											
M	15,88	±	1,62	C	17,36	±	8,91	C	51,61	±	34,87	B
Lc	97,80	±	12,50	A	74,21	±	8,31	A	132,61	±	107,5	A
Ld	67,40	±	10,58	B	49,14	±	5,46	B	126,16	±	30,26	A
(mmoles de Trolox 100 g-1 madera seca)												
M	19,79	±	9,01	B	17,88	±	7,38	C	55,31	±	14,92	A
Lc	43,62	±	11,25	A	27,47	±	7,35	A	54,71	±	13,06	A
Ld	39,07	±	7,7	A	22,32	±	4,92	B	48,30	±	6,13	B

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*.
Letras distintas indican diferencias significativas en DPPH, FRAP y TEAC entre extractos etanólicos de distintas especies para un mismo órgano (p<0,05).

Los valores de DPPH y FRAP, expresados en mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra, posicionan a los extractos etanólicos de hoja de *L. cuneifolia* como los más activos, con diferencias significativas respecto a los extractos etanólicos de *L. divaricata* y de *S. mistol*, que a su vez difieren significativamente entre sí. Esta tendencia ya fue observada en investigaciones previas (Lorenzo *et al.*, 2016). En cuanto a la actividad antioxidante medida por TEAC, no se observaron diferencias significativas entre las dos especies del género *Larrea*.

Para los extractos etanólicos de madera, *L. cuneifolia* mostró mayor actividad antioxidante, sin diferencias significativas respecto a *L. divaricata* en DPPH y TEAC, ubicando a la especie *S. mistol* en tercer puesto con actividad antioxidante significativamente menor al resto de especies estudiadas. Este comportamiento se diferenció con lo observado en estudios anteriores en los que los extractos etanólicos de madera de *S. mistol* mostraron las mayores actividades en DPPH y FRAP, sin diferir significativamente de *L. cuneifolia*.(Lorenzo *et al*, 2016).

Los valores medios y desviaciones estándares de actividad antioxidante, medida por los tres métodos in vitro: DPPH, FRAP y TEAC (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra seca) se presentan para extractos etanólicos de hoja (Tablas N° 5, N° 6 y N°7) y madera (Tablas N° 8, N° 9 y N° 10) de *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea divaricata* Cav. y *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild, recolectadas en diez puntos de muestreo diferentes distribuidos en el Valle Central de Catamarca.

Tabla N° 5: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de hojas de especies leñosas nativas de Catamarca, medida por DPPH

		DPPH (mmoles de Trolox 100 g ⁻¹ muestra hoja)											
Punto de muestreo		M		Lc		Ld							
Piedemonte	El Jumeal	4,23	± 0,91	d	C	92,80	± 3,89	b	A	57,15	± 5,30	c	B
	Concepción	3,37	± 0,55	d	B	NM				77,63	± 3,31	a	A
	Miraflores	1,44	± 1,04	d	C	87,51	± 7,14	b	A	73,89	± 6,55	a	B
	Chumbicha	5,99	± 0,98	d	B	NM				57,19	± 4,29	c	A
	El Portezuelo	12,60	± 3,28	c	B	92,64	± 14,7	b	A	NM			
Llanura	Gruta Virgen del Valle	15,84	± 1,15	c	C	104,35	± 9,60	a	A	79,77	± 4,54	a	B
	Colonia del Valle	25,87	± 1,1	b	B	NM				61,92	± 1,02	c	A
	Las Tejas	18,54	± 3,35	c	B	NM				68,40	± 1,51	b	A
	Chumbicha	56,30	± 1,87	a	B	111,70	± 9,54	a	A	52,60	± 3,20	c	B
	Huaycama	14,68	± 2,03	c	B	NM				78,11	± 2,69	a	A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en DPPH entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en DPPH entre especies para un mismo punto de muestreo (p<0,05).

NM= no se encontró muestra.

Tabla N° 6: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de hojas de especies leñosas nativas de Catamarca, medida por FRAP

		FRAP (mmoles de Trolox 100 g ⁻¹ muestra hoja)											
Punto de muestreo		M		Lc		Ld							
Piedemonte	El Jumeal	5,38	± 0,99	c	C	75,70	± 8,63	b	A	74,42	± 5,05	b	B
	Concepción	10,25	± 0,72	c	B	NM				50,89	± 2,24	a	A
	Miraflores	8,48	± 1,20	c	C	65,44	± 5,04	c	A	53,96	± 3,28	a	B
	Chumbicha	12,40	± 0,57	c	B	NM				41,49	± 2,82	b	A
	El Portezuelo	18,79	± 1,95	b	B	73,73	± 4,18	b	A	NM			
Llanura	Gruta Virgen del Valle	17,83	± 1,67	b	C	74,27	± 10,19	b	A	51,52	± 4,22	a	B
	Colonia del Valle	24,68	± 2,68	b	B	NM				43,66	± 1,94	b	A
	Las Tejas	20,12	± 1,51	b	B	NM				52,30	± 6,17	a	A
	Chumbicha	37,25	± 1,48	a	C	81,92	± 5,64	a	A	47,41	± 3,39	b	B
	Huaycama	18,47	± 0,55	b	B	NM				53,59	± 444	a	A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en FRAP entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en FRAP entre especies para un mismo punto de muestreo (p<0,05).

NM= no se encontró muestra.

Tabla N° 7: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g-1 muestra) de extractos etanólicos de hojas de especies leñosas nativas de Catamarca, medida por TEAC

		TEAC (mmoles de Trolox 100 g-1 muestra hoja)								
Punto de muestreo		M		Lc		Ld				
Piedemonte	El Jumeal	33,84	± 5,55	b B	154,20	± 2,50	a A	126,4	± 8,84	a A
	Concepción	41,22	± 2,81	b B	NM			148,6	± 8,39	a A
	Miraflores	39,34	± 5,68	b C	102,51	± 35,20	b B	145,4	± 38,94	a A
	Chumbicha	44,13	± 2,71	b B	NM			117,8	± 20,12	b A
	El Portezuelo	37,29	± 23,90	b B	109,32	± 32,60	b A	NM		
Llanura	Gruta Virgen del V	54,77	± 20,71	b C	78,64	± 16,71	b B	161,9	± 25,24	a A
	Colonia del Valle	43,19	± 12,55	b B	NM			97,88	± 16,53	b A
	Las Tejas	23,44	± 9,37	b B	NM			89,28	± 24,02	b A
	Chumbicha	133,37	± 55,92	a A	114,41	± 8,17	b B	135,86	± 9,95	a A
	Huaycama	58,43	± 2,59	b B	NM			112,4	± 31,59	b A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en TEAC entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en TEAC entre especies para un mismo punto de muestreo (p=0,05).

NM= no se encontró la especie o muestra.

Para los extractos de hoja, la actividad antioxidante medida por DPPH (Tabla N° 5) mantiene el comportamiento observado en PFT. Es decir, para *S. mistol* y *L. cuneifolia*, las muestras provenientes de áreas de llanura exhiben una actividad significativamente superior a las muestras de piedemonte. Mientras que en *L. divaricata* esta diferenciación no se observa, aunque se mantiene las diferencias entre puntos de muestreos, siendo significativamente mayor la actividad antioxidante por DPPH en muestras de Concepción, Miraflores, Gruta Virgen del Valle y Huaycama, sin diferencias significativas entre ellas.

En FRAP (Tabla N° 6) la tendencia para *S. mistol* es similar, a la tendencia que mostró en PFT y DPPH; para *L. cuneifolia* y *L. divaricata* las diferencias estuvieron más asociadas a los sitios de muestreo que a las zonas de llanura y piedemonte.

En TEAC (Tabla N° 7) no hubo diferenciación entre extractos de hojas de *L. cuneifolia* y *L. divaricata*, los extractos de *S. mistol* presentaron actividad significativamente inferior. Los extractos mostraron diferenciación asociada a puntos de muestreos y no a zonas. En *S. mistol* la muestra de Chumbicha llanura se distinguió significativamente del resto de las muestras de la especie. En *L. cuneifolia* la muestra con mayor actividad TEAC fue la de El Jumeal y en *L. divaricata* las de El Jumeal, Concepción, Miraflores, Gruta Virgen del Valle y Chumbicha llanura. Entre estas muestras en particular no existió diferencia significativa entre especies.

Tabla N° 8: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de madera de especies leñosas nativas de Catamarca, medida por DPPH

		DPPH (mmoles de Trolox 100 g ⁻¹ muestra madera)								
Punto de muestreo		M		Lc		Ld				
Piedemonte	El Jumeal	8,93	± 1,98	c C	42,90	± 4,86	b A	32,11	± 3,24	c B
	Concepción	11,58	± 1,20	c B	NM			37,79	± 0,88	c A
	Miraflores	8,32	± 1,65	c C	49,95	± 3,97	b A	41,62	± 2,04	b B
	Chumbicha	12,10	± 1,58	c B	NM			32,38	± 2,40	c A
	El Portezuelo	22,32	± 2,78	b B	60,20	± 2,35	b A	NM		
Llanura	Gruta Virgen del Valle	26,14	± 4,76	b C	33,76	± 1,06	a A	35,32	± 3,95	c B
	Colonia del Valle	22,87	± 0,29	b B	NM			31,43	± 2,22	c A
	Las Tejas	26,93	± 1,33	b B	NM			41,71	± 1,83	b A
	Chumbicha	35,96	± 2,12	a C	31,31	± 1,95	a A	44,42	± 3,74	b B
	Huaycama	22,81	± 1,47	b B	NM			54,85	± 4,54	a A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en DPPH entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en DPPH entre especies para un mismo punto de muestreo (p<0,05).

NM= no se encontró la especie o muestra.

Tabla N° 9: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de madera de especies leñosas nativas de Catamarca, medida por FRAP

		FRAP (mmoles de Trolox 100 g ⁻¹ muestra madera)								
Punto de muestreo		M		Lc		Ld				
Piedemonte	El Jumeal	10,38	± 1,62	c B	26,72	± 5,22	c A	18,03	± 2,34	b A
	Concepción	11,87	± 1,03	c B	NM			22,59	± 3,57	b A
	Miraflores	8,22	± 0,52	c C	30,31	± 4,41	b A	24,29	± 2,25	b B
	Chumbicha	11,64	± 1,11	c B	NM			18,42	± 1,27	b A
	El Portezuelo	18,55	± 4,78	b B	37,58	± 5,11	a A	NM		
Llanura	Gruta Virgen del Valle	19,75	± 3,76	b A	21,53	± 3,38	c A	21,23	± 4,71	b A
	Colonia del Valle	21,73	± 1,69	b A	NM			16,15	± 1,51	b A
	Las Tejas	23,63	± 4,10	b A	NM			24,63	± 2,75	b A
	Chumbicha	31,12	± 4,33	a A	21,18	± 3,26	c B	24,77	± 2,49	b B
	Huaycama	21,96	± 1,77	b B	NM			30,76	± 2,53	a A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en FRAP entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en FRAP entre especies para un mismo punto de muestreo (p<0,05).

NM= no se encontró la especie o muestra.

Tabla N° 10: Valores medios y desvíos estándar de actividad antioxidante (mmoles de Trolox 100 g⁻¹ muestra) de extractos etanólicos de madera de especies leñosas nativas de Catamarca, medidas por TEAC

		TEAC (mmoles de Trolox 100 g ⁻¹ muestra madera)		
Punto de muestreo		M	Lc	Ld
Piedemonte	El Jumeal	33,87 ± 4,,55 d C	55,61 ± 7,51 b A	47,03 ± 3,36 b B
	Concepción	38,89 ± 3,77 c A	NM	45,87 ± 5,50 b A
	Miraflores	42,85 ± 3,67 c B	54,51 ± 3,5 b A	49,23 ± 2,03 b B
	Chumbicha	45,62 ± 3,37 c A	NM	41,78 ± 1,44 b A
	El Portezuelo	59,60 ± 6,78 b B	75,99 ± 7,65 a A	NM
Llanura	Gruta Virgen del Valle	57,86 ± 4,37 b A	45,35 ± 3,11 c B	48,49 ± 6,71 b B
	Colonia del Valle	62,71 ± 5,88 b A	NM	43,67 ± 0,89 b B
	Las Tejas	63,28 ± 4,06 b A	NM	47,40 ± 8,02 b B
	Chumbicha	83,83 ± 4,08 a A	42,12 ± 3,14 c C	54,19 ± 4,50 a B
	Huaycama	64,58 ± 2,64 b A	NM	57,02 ± 3,93 a A

Código de muestras para especies: M= *S. mistol*; Lc= *L. cuneifolia*; Ld= *L. divaricata*
 Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en TEAC entre puntos de muestreos para una misma especie. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas en TEAC entre especies para un mismo punto de muestreo (p<0,05).

NM= no se encontró muestra.

Para los extractos de madera, la actividad DPPH (Tabla N° 8) el comportamiento por zonas de muestreo se diferenció también por especie. En *S. mistol* y en *L. cuneifolia* las muestras de llanura generaron extractos con mayor capacidad de atrapar el radical libre DPPH que las de piedemonte, salvo la muestra *S. mistol* de El Portezuelo (piedemonte) que no mostró diferencia significativa con las de llanura. *L. divaricata* por su parte mostró diferencias entre sitios de muestreo y no por zona, siendo la muestra de Huaycama la que manifestó mayor actividad antirradicalaria.

El comportamiento de los extractos frente al ensayo del FRAP (Tabla N° 9) fue similar al observado para DPPH. En *S. mistol*, a excepción de El Portezuelo, las muestras de piedemonte presentaron menor poder reductor del ión Fe³⁺ que las de llanura. En *L. cuneifolia* las muestras de El Portezuelo y Miraflores (ambos de piedemonte) presentaron mayor actividad FRAP que el resto de los sitios de muestreo (El Jumeal, Gruta Virgen del Valle y Chumbicha). En *L. divaricata*, la muestra de Huaycama, al igual que en DPPH, presentó el mayor poder reductor.

Para el ensayo TEAC (Tabla N° 10) el *S. mistol* mostro un comportamiento similar al de los ensayos DPPH y FRAP. El extracto de la muestra de madera de *S. mistol* de Chumbicha (Llanura) presentó una

actividad frente al TEAC superior al resto de los extractos, seguido por el extracto de *L. cuneifolia* de El Portezuelo. En *L. cuneifolia* los extractos de piedemonte presentaron mayor actividad TEAC que los de llanura. Por su parte en *L. divaricata* las muestras de Huaycama y Chumbicha (de llanura) mostraron mayor actividad TEAC que el resto de las muestras de la especie.

En los extractos de madera se observó la influencia de la especie en la actividad antirradicalaria DPPH (*L. cuneifolia*>*L. divaricata*>*S. mistol*). Por su parte, para los ensayos FRAP y especialmente para TEAC, los extractos de madera de las 3 especies presentaron un comportamiento menos diferenciado por especie.

CONCLUSIONES

La especie *L. cuneifolia* Cav. no se encontró en dos de los puntos de muestreo de piedemonte (Concepción y Chumbicha) y en tres de los puntos de llanura (Colonia del Valle, Las Tejas y Huaycama).

En los extractos de hoja la tendencia observada en el contenido fenólico fue *L. cuneifolia* Cav. > *L. divaricata* Cav. > *S. mistol* (Griseb.) Hauenschild, con diferencias significativas entre estas. Los valores de actividad antioxidante, determinadas por DPPH y FRAP muestran la misma tendencia. En cuanto la actividad medida por TEAC, no se observaron diferencias significativas entre las dos especies del género *Larrea*. Los extractos de *S. mistol* y *L. cuneifolia* de zonas de llanura presentaron un contenido fenólico significativamente mayor que los de piedemonte. En *L. divaricata* no se observó diferenciación de PFT por área de muestreo sino por puntos de muestreo. Por su parte, la actividad DPPH mantuvo el comportamiento observado en PFT. En FRAP la tendencia para *S. mistol* es similar, a la tendencia que mostró en PFT y DPPH. Para *L. cuneifolia* y *L. divaricata* las diferencias estuvieron asociadas a los puntos de muestreo, comportamiento que se repitió para TEAC en todos los extractos.

En los extractos de madera no se hallaron diferencias significativas en el contenido de PFT de *L. cuneifolia* Cav., *L. divaricata* Cav. y *S. mistol* (Griseb.) Hauenschild. El comportamiento en la actividad antirradicalaria DPPH por especie fue *L. cuneifolia* > *L. divaricata* > *S. mistol*. Por su parte, para los ensayos FRAP y especialmente para TEAC, los extractos de madera de las tres especies presentaron un comportamiento menos diferenciado. Los extractos de madera mostraron menos variabilidad entre las especies y áreas analizadas en contenido fenólico que los de hojas. Sin embargo *S. mistol* evidenció un contenido fenólico significativamente superior en las áreas de llanura mientras, que *L. cuneifolia* en las áreas de piedemonte. En *L. divaricata* no se diferenció el contenido fenólico por área sino por punto de

muestreo, tal como se observó en los extractos de hoja de esta especie. La actividad DPPH y FRAP de los extractos de madera, en *S. mistol* y en *L. cuneifolia* fue mayor en las muestras de llanura que en las de piedemonte, mientras que *L. divaricata* mostró diferencias entre puntos de muestreo y no por zona. Para TEAC el *S. mistol* mostro un comportamiento similar al de los ensayos DPPH y FRAP; en *L. cuneifolia* los extractos de piedemonte presentaron mayor actividad y en *L. divaricata* el TEAC no se diferenció por zonas.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade-Bustamante, G.; García-López, A. M.; Cervantes-Díaz, L.; Aíl-Catzim, C. E.; Borboa-Flores, J.; Rueda-Puente, E. O. (2017). Estudio del potencial biocontrolador de las plantas autóctonas de la zona árida del noroeste de México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1).
- Arts, M. J.; Dallinga, J. S.; Voss, H. P.; Haenen, G. R.; Bast, A. (2003). A critical appraisal of the use of the antioxidant capacity (TEAC) assay in defining optimal antioxidant structures. *Food Chemistry*, 80(3), 409-414.
- Benzie, I. F.; Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Borneo, R.; León, A. E.; Aguirre, A.; Ribotta, P.; Cantero, J. J. (2007). Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. *Food Chemistry* 112, 664–670.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Bruniard, E.D. (1982). La diagonal árida Argentina: un límite climático real. *Revista Geográfica*, (95), 5-20.
- De-Torres-Sánchez, A. (2013). Influencia de los factores tecnológicos en la calidad y en el contenido en antioxidantes del aceite de oliva virgen. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2013). *InfoStat Versión 2013*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba (AR).
- Estomba, D.; Mattes - Fernandez, H.; Stella, A. M. (2010). Antioxidantes y porfirinas de *Adesmia boronioides*, *Larrea divaricata* y *Atriplex lampa* cultivadas in vitro. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 42(2)

- Foti, M. C.; Daquino, C.; Geraci, C. (2004). Electron-transfer reaction of cinnamic acids and their methyl esters with the DPPH• radical in alcoholic solutions. *Journal of Organic Chemistry*, 69, 2309-2314.
- Gómez-del-Campo, M.; Morales-Sillero, A. M.; Vita-Serman, F.; Rousseaux, M. C.; Searles, P. S. (2010).El
- Olivar de los Valles áridos del Noroeste de Argentina (provincia de Catamarca, La Rioja y San Juan). *Olivae: revista oficial del Consejo Oleícola Internacional*, 2010 (114), 23-45.
- Google.S/F. [Direcciones de Google Earth prodel Valle Central de Catamarca]. Recuperado en agosto de 2017 <https://google-earth-pro.softonic.com/>
- Irakli, M.; Katsantonis, D.; Kleisaris, F. (2015). Evaluation of quality attributes nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. *J. Cereal Sci.*; 65(9):74-80.
- Krishnaiah, D.; Sarbatly, R.; Nithyanandam, R. (2011).A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and BioproductsProcessing*.89(3):217-233
- Lingua, M. S.; Fabani, M. P., Wunderlin, D. A.; Baroni, M. V. (2016). From grape to wine: Changes in phenolic composition and its influence on antioxidant activity. *Food Chemistry*, 208: 228–238.
- Lorenzo, E.; Segovia, A. F.; Gómez, P. E.; Baroni, M. V. (2016).Relevamiento de principios bioactivos de especies leñosas nativas de Catamarca (Departamento Capital). VI Congreso Internacional en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Resumen disponible en https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=23898&inst=yes&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=6031105
- Lto, N.; Fukushima, S.; Hagiwara, A.; Shibata, M.; Ogiso, T. (1983). Carcino genecity of butylatedhydroxylanisole in F344 rats. *J Natl Cancer Inst.*; 70(2):343-52
- Prior, R.L.; Wu, X.; Schaich, K. (2005).Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.53(10):4290-4302.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice - Evans, C. (1999).Antioxidant activity apply in ganin proved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology& Medicine*. 26(9-10):1231-1237.
- Rueda, C. V.;Baldi, G.;Verón, S.R.;Jobbágy, E. G. (2013). Apropiación humana de la producción primaria en el Chaco Seco. *Ecología Austral* 23:44-54.

- Singleton, V. L.; Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphor molybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic*, 16: 144-158.
- Stasko, A.; Brezova, V.; Biskupic, S.; Misik, V. (2007). The potential pitfalls of using 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl to characterize antioxidants in mixed water solvents. *Free Radical Research*, 41, 379-390.
- Ulrich-Merzenich, G.; Zeitler, H.; Vetter, H.; Kraft, K. (2009). Synergy research: vitamins and secondary plant components in the maintenance of their homeostasis and in cell signaling. *Phytomedicine*, 16(1), 2-16.