

RESEARCH / INVESTIGACIÓN

## Caracterización química y nutricional de harina de chañar de diferente distribución geográfica

### Chemical and nutritional characterization of chañar flour from different geographical distribution

J.I. Maschio<sup>1</sup>, P. Boeri<sup>2</sup>, D. Dalzotto<sup>2</sup>, L. Piñuel<sup>2\*</sup>, S. Sharry<sup>3</sup>

DOI. 10.21931/RB/2021.06.01.18

**Resumen:** El chañar (*Geoffroea decorticans*) es una planta nativa que se distribuye en regiones áridas y semiáridas de sudamérica, cuyos frutos constituyen un recurso alimenticio para las comunidades rurales y originarias. El conocimiento sobre la biodiversidad no solo permite poner en valor estas especies, sino también generar alternativas de uso y consumo de nuevos recursos bio-basados. Los metabolitos secundarios constituyen una fuente importante de aditivos alimenticios, productos farmacéuticos e industriales cuya síntesis y composición está influenciada por las características ambientales de donde crecen las plantas. Dada a su amplia distribución geográfica, la caracterización fitoquímica de los frutos de chañar podría presentar diferencias de acuerdo a su procedencia. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química y nutricional de los frutos de *G. decorticans* procedente de dos ecorregiones argentinas: el Chaco árido y Monte Oriental o de transición. Se determinó la composición nutricional de harinas integrales de ambas procedencias y se evaluó el contenido total de polifenoles (CTP), de antocianinas y la actividad antioxidante *in vitro*, tanto de harinas integrales como de harinas de mesocarpio. La composición nutricional no presentó diferencias significativas entre las muestras evaluadas. El CTP varió entre 87-124 mg GAE/100g de harina base seca, y fue mayor en los extractos de las harinas integrales. El contenido de antocianinas en las muestras de Río Negro fue un 70% mayor que en las de Catamarca. Los extractos de harina de mesocarpio de Río Negro presentaron un 20% menos de CTP que de las de Catamarca, sin embargo, la actividad antioxidante obtenida por ABTS fue comparable entre ellas. En conclusión, los resultados sugieren que la harina integral de *G. decorticans* podría utilizarse como una fuente de antioxidantes naturales de uso alimentario.

1563

**Palabras clave:** *Geoffroea decorticans*, actividad antioxidante, antocianinas, polifenoles, Chaco Árido, Monte Oriental.

**Abstract:** The chañar (*Geoffroea decorticans*) is a native plant that is distributed in arid and semi-arid regions of South America, whose fruits constitute a food resource for rural and native communities. The knowledge about biodiversity not only allows us to value these species, but also to generate alternatives for the use and consumption of new bio-based resources. Secondary metabolites constitute an important source of food additives, pharmaceutical and industrial products whose synthesis and composition is influenced by the environmental characteristics of where the plants grow. Given its wide geographical distribution, the phytochemical characterization of the Chañar fruits could present differences according to their origin. Therefore, the aim of this work was to study the chemical and nutritional composition of *Geoffroea decorticans* fruits from two Argentinean ecoregions: the Arid Chaco and Oriental Monte or Transitional Monte. It was determined the nutritional composition of integral flours from both origins and the total polyphenols content (TPC), anthocyanins and the *in vitro* antioxidant activity, both of integral and mesocarp flours were evaluated. The nutritional composition did not present significant differences between the samples. However, the TPC varied between 87-124 mg GAE/100g of dry flour, and was higher in the extracts of integral flours. Anthocyanin content in Río Negro samples was 70% higher than in Catamarca samples. Río Negro's mesocarp flour extracts presented 20% less TPC than those from Catamarca, however, the antioxidant activity obtained by ABTS was comparable between them. In conclusion, the results suggest that the integral flour of *G. decorticans* could be used as a source of natural antioxidants for food use.

**Key words:** *Geoffroea decorticans*, antioxidant activity, anthocyanins, polyphenols, Arid Chaco, Oriental Monte, Transitional Monte.

## Introducción

El chañar, *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. et Arn.) Burkart, es una especie arbórea nativa de regiones áridas y semiáridas de Sudamérica y en Argentina, se encuentra presente desde el extremo septentrional del país (provincias de Jujuy, Salta y Formosa) hasta norte de la Patagonia (provincia de Río Negro). Esta especie posee frutos drupáceos, ovoides o globosos, pardo-rojizo a la madurez<sup>1</sup> los cuales presentan diversas formas de uso y consumo como recurso alimenticio y medicinal<sup>2</sup>. Actualmente los frutos del chañar son una fuente de materias primas que permiten a las poblaciones rurales y

comunidades originarias satisfacer sus necesidades cotidianas, como el tratamiento de afecciones de la salud, alimentación, provisión de forrajes y energía, entre otras<sup>3-5</sup>, de esta manera, las especies nativas constituyen recursos alimenticios que pueden potenciar el desarrollo de las economías regionales. En este sentido, resulta indispensable profundizar el conocimiento sobre estas, especialmente cuando se trata de especies de ambientes áridos y semiáridos, que presentan una mejor adaptación ante el futuro escenario de cambio climático global. Por otra parte, existe un creciente interés por conocer

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, Viedma, Argentina.

<sup>3</sup> Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata- Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, Viedma, Argentina.

los recursos silvestres regionales y su valor nutricional, con el objeto de buscar nuevos alimentos para el consumo humano y garantizar la soberanía alimentaria, particularmente en las regiones rurales<sup>6</sup>. Así, la caracterización fitoquímica de *G. decorticans* se ha llevado a cabo por diversos autores, pero siempre basándose en individuos de una población específica. Dada la amplia distribución geográfica de esta especie se plantea el interrogante de si existen cambios de índole morfológico, genético y químico ya que crece bajo condiciones climáticas y edáficas disímiles<sup>7</sup>. En este sentido, Akula & Ravishankar, indicaron que la síntesis y acumulación de metabolitos suele producirse en plantas sometidas a factores de estrés que incluyen diversos elicitores<sup>8</sup>. Los metabolitos secundarios, como los compuestos fenólicos, desempeñan un papel importante en la adaptación de las plantas al medio ambiente y en la supervivencia bajo condiciones de estrés. Los factores ambientales como la altitud, la temperatura, la humedad, la intensidad de la luz, los minerales, entre otros, influyen tanto en el crecimiento de la planta como en la producción de metabolitos secundarios<sup>8</sup>. Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en los alimentos que le confieren diferentes propiedades funcionales y contribuyen con la actividad antioxidante de los mismos. Dentro de esa caracterización fitoquímica del chañar, el análisis de polifenoles como fuente de antioxidantes de origen natural cobra mayor importancia al tratarse de una especie de amplia distribución, que podría impactar tanto en las economías rurales donde naturalmente se consume como fuera de estos entornos. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición nutricional y evaluar las propiedades antioxidantes de diferentes fracciones del fruto de chañar procedentes de dos ecorregiones argentinas.

## Materiales y métodos

### Material vegetal y preparación de las muestras

Los frutos maduros de *Geoffroea decorticans* fueron colectados durante noviembre 2018 y enero 2019, a partir de 20 individuos seleccionados al azar sobre la base de su óptimo estado fitosanitario. La colecta se realizó en dos ecorregiones de Argentina, habiendo incluido el límite de distribución más austral definido para esta especie (Provincia de Río Negro). Los sitios de muestreo fueron: Departamento Capital de la Provincia de Catamarca (28°27'26.21"S; 65°46'59.65"O), correspondiente a la Ecorregión de Chaco Árido y Departamento Adolfo Alsina

de la provincia de Río Negro (41°1'15.24"S; 62°49'10.31"O), ecorregión de Monte Oriental o de Transición<sup>9</sup>. A fin de caracterizar la materia prima utilizada por las poblaciones rurales en diferentes preparaciones culinarias, se obtuvieron dos tipos de harinas. En una de ellas, se incluyó el mesocarpio y pericarpio (en adelante, harina de mesocarpio) y en otra los frutos completos y semillas (en adelante, harina integral) (Figura 1). Se obtuvieron, entonces, las siguientes muestras: a) harina integral de Catamarca (IC); b) harina de mesocarpio de Catamarca (MC); harina integral Río Negro (IRN); y harina de mesocarpio de Río Negro (MRN). Para la obtención de estas harinas, los frutos completos fueron secados en estufa eléctrica SanJor modelo SL70C a  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , hasta alcanzar peso constante. Luego los frutos con y sin semilla fueron molidos, en molino de cuchillo y tamizados manualmente (500 micrones) para obtener una harina homogénea. Las diferentes muestras fueron almacenadas a  $-20^\circ\text{C}$  hasta su uso en las determinaciones químicas correspondientes.

### Evaluación de los componentes de interés nutricional de las harinas de *G. decorticans*

Por su simplicidad, la materia prima más frecuentemente utilizada en preparaciones culinarias es la harina integral, es decir, aquella que se obtiene a partir de los frutos completos. Por ello, las muestras caracterizadas nutricionalmente fueron las harinas integrales de Catamarca (IC) y de Río Negro (IRN).

### Composición química

La determinación del contenido de humedad, hidratos de carbono, fibra dietaria, proteínas, lípidos y cenizas se realizó de acuerdo con la metodología especificada por la AOAC<sup>10</sup> y todas las determinaciones se hicieron por triplicado.

### Determinación de humedad

Para determinar el contenido de humedad, se utilizaron 20 g de harina integral de las diferentes localidades. La humedad se determinó por diferencia de peso antes y después de secar la muestra a  $55^\circ\text{C}$  en estufa eléctrica SanJor modelo SL70C, hasta alcanzar un peso constante.

### Hidratos de Carbono

El contenido de carbohidratos se calculó por diferencia a través del método utilizado por Rodríguez y Zuluaga<sup>11</sup>. Este método, consiste en restar a 100, la sumatoria de los porcentajes de humedad, proteína, lípidos y cenizas.



**Figura 1.** Separación de mesocarpio y pericarpio de la semilla, para la obtención de diferentes harinas. a) Semillas, b) mesocarpio y pericarpio, c) fruto completo de *G. decorticans*.

### Proteína total

El contenido proteico de las muestras se determinó mediante el método Kjeldahl. El cálculo de proteína se realizó a partir de los datos de nitrógeno obtenidos de la muestra, aplicando el factor de conversión 6,25.

### Lípidos

Para la cuantificación de lípidos se usó el método de Soxhlet en el cual se pesó 5 gramos de harina y se utilizó éter de petróleo, como solvente de extracción. Las muestras fueron calentadas durante 2 h y el balón donde se extrajeron los lípidos se secó en estufa a 60°C. El contenido de aceite se determinó por diferencia de peso.

### Cenizas

Brevemente, se pesó 4 gramos de cada una de las muestras y se calcinaron. En primer lugar, cada muestra se quemó con un mechero bajo campana hasta que no se desprendieran humos. Posteriormente se introdujo a la mufla 2 h, a 550 °C y se obtuvieron cenizas blancas o ligeramente grises y homogéneas. Por último, las muestras se enfriaron en desecador y se pesaron.

### Estimación del aporte calórico

El aporte calórico se determinó de acuerdo a la ecuación descrita por Indrayan *et al.*<sup>12</sup>, donde los lípidos aportan 9 Kcal/g y los carbohidratos y proteínas 4 Kcal/g.

### Extracción de polifenoles

En este caso, se evaluó el contenido de polifenoles totales en cuatro muestras diferentes: a) harina integral de Catamarca (IC); b) harina de mesocarpio Catamarca (MC); c) harina integral Río Negro (IRN); y d) harina de mesocarpio Río Negro (MRN).

La extracción de polifenoles en cada muestra, se llevó a cabo en reflujo a ebullición en 3 etapas de extracción de 30 minutos cada una con una solución metanólica 70% v/v en una proporción 1:3 p/v. Las tres fracciones se unificaron en una única muestra y el solvente fue evaporado y recuperado a través de un evaporador rotatorio (RE100-PRO DragonLab) a 60°C durante 30 min. La solución acuosa final fue liofilizada, para la estimación del rendimiento.

### Cuantificación de polifenoles totales

El contenido total de polifenoles (CTP) se cuantificó mediante el método colorimétrico Folin-Ciocalteu<sup>13</sup> y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico (GAE)/g de peso seco de harina.

### Cuantificación de las antocianinas

El contenido total de antocianinas -expresado en mg de equivalentes de cianidina-3-glucósidos (C3GE) por 100 g de peso seco- se evaluó por el método de diferencial de pH<sup>14</sup>.

### Determinación de la actividad antioxidante

Se determinó la capacidad de capturar radicales libres

de los extractos metanólicos de IC, MC, IRN y MRN. Para la medición de esta actividad se utilizaron los métodos DPPH y ABTS<sup>15-17</sup>. El patrón de referencia utilizado fue Trolox (0-0,95 mM de curva de calibración). La curva estándar obtenida para DPPH fue  $Y = -0.4594x + 0.5033$ ,  $R^2 = 0,999$ ; y la curva estándar para ABTS fue  $Y = -0.1249x + 0.171$ ,  $R^2 = 0,985$ .

### Análisis estadístico

Todas las determinaciones realizadas fueron realizadas por triplicado, y los resultados se calcularon sobre base seca, expresándose como promedio y desviación estándar.

## Resultados y discusión

### Macronutrientes de harinas integrales de *G. decorticans*

La determinación del valor nutricional de los frutos de chañar cobra especial importancia dado que éstos son comúnmente consumidos por los pobladores de Argentina en diversas preparaciones. Si bien existe información de frutos procedentes del norte argentino<sup>3,4</sup>, la información sobre esta especie en su límite de distribución más austral (Norpatagonia Argentina), es aún escasa. En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos de la composición nutricional de las harinas integrales de chañar de Catamarca y de Río Negro. A partir de la composición centesimal se pudo estimar el valor nutricional de estas harinas y se obtuvo que la harina proveniente de Catamarca tiene un valor nutritivo de 380.3 Cal/100 g y la harina de Río Negro 391.35 Cal/100 g. La diferencia observada en el valor nutricional, se basa principalmente en el contenido de lípidos, el cual es 1.7 veces mayor en los frutos de Río Negro. No obstante, estos valores, se encuentran en el mismo orden que los descritos en la bibliografía<sup>3</sup>. Indrayan *et al.*<sup>12</sup> analizaron el beneficio nutricional de los recursos vegetales comestibles y clasificaron a las plantas en categorías de alimentos, forraje y/o usos medicinales. Según esta clasificación, los valores nutricionales obtenidos a partir de la harina de *G. decorticans* la presenta entonces, como una fuente alternativa de alimentos.

El contenido de agua de los frutos fue bajo (<10%) y estable en ambas muestras, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Dado que esta característica impacta en la conservación y la estabilidad microbiológica de los frutos, es recomendable que los valores de humedad en harinas no superen el 15%, especialmente para su aplicación en la elaboración de panificados. Con respecto a la composición centesimal, los carbohidratos representan el principal componente de ambas muestras (>80%). Resultados similares fueron informados para la especie por Orrabalis *et al.*<sup>18</sup>, quienes describieron a este fruto como altamente energético. Por otra parte, el contenido de ceniza es un indicativo de la calidad de la muestra en estudio, dado que constituye la base para evaluar su pureza. Los valores de ceniza obtenidos en las dos muestras analizadas reflejan un buen aporte de materia inorgánica, siendo incluso superiores a los obtenidos en otras harinas de uso frecuente en el sector alimenticio, como la de trigo (0.98%) y de otra leguminosa como el algarrobo (1.80-2.19%)<sup>19,20</sup>. Respecto

Origen de las muestras	Humedad	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Cenizas
Catamarca	6.8±0.23	5.4 ±0.17	3.6±0.82	84.9 ±5.67	2.7±0.2
Río Negro	7±0.18	5.9±0.31	6.1±0.13	81.6±5.23	2.9±0.13

Tabla 1. Composición centesimal, expresada en g/100g peso seco (PS), de la harina integral del fruto de chañar (*G. decorticans*).

del contenido de proteína total de frutos provenientes de ambas regiones se observaron valores del mismo orden que lo descrito por Costamagna *et al.*<sup>21</sup> para frutos de esta especie, lo cual indica que este parámetro no fue influenciado por las condiciones ambientales. Cabe destacar que, a excepción del contenido de lípidos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las harinas integrales de distinta procedencia.

#### Contenido de fitocompuestos en harinas de *G. decorticans*

Los polifenoles son componentes bioactivos presentes en alimentos de origen vegetal, que le confieren diferentes propiedades funcionales y contribuyen con la actividad antioxidante de los mismos. Además, estos compuestos pueden ser incorporados mediante el consumo de una dieta enriquecida con polifenoles, como complementos alimenticios o como formulaciones en fármacos/nutracéutico<sup>22</sup>. El rendimiento alcanzado en la obtención de polifenoles depende del método de extracción utilizado, en este trabajo, fue de 1.91 y 3.54 % para extractos de harina integral de Catamarca y de Río Negro, respectivamente. En la figura 2 se observa el contenido total de polifenoles (CTP) de los extractos metanólicos de *G. decorticans*, de ambas procedencias y en diferentes tipos de harinas. El CTP promedio de las cuatro muestras evaluadas varió entre 87-124 mg GAE/100 g de harina base seca y fue mayor en los extractos de las harinas integrales, respecto de las de mesocarpio. Además, se encontraron diferencias significativas en el CTP entre las muestras de diferentes procedencias. El CTP observado en las de Catamarca fue aproximadamente un 20% superior a las de Río Negro. Dado que el rendimiento obtenido en las muestras de Río Negro fue mayor que el obtenido en harinas de Catamarca y que éste no se corresponde con el CTP, se podría inferir que el método de extracción utilizado favoreció la solubilización de otros compuestos asociados a los polifenoles como carbohidratos, lípidos y proteínas. Además, las diferencias observadas en el CTP de las muestras de diferente procedencia podrían deberse a las condiciones ambientales presentes en cada sitio de muestreo. En este sentido, ha sido informado que la síntesis de compuestos fenólicos podría estar influenciada por las condiciones climáticas, de suelo e incluso la altitud propia de las dos ecorregiones evaluadas<sup>23</sup>.

Rufino *et al.*<sup>24</sup> clasificaron los frutos de acuerdo a su CTP en materia seca en tres categorías: bajo (<100 mg GAE/100 g), medio (100-500 mg GAE/100 g) y alto (>500 mg GAE/100 g). De acuerdo a esta clasificación, las harinas de *G. decorticans* evaluadas en este trabajo podrían ser consideradas de categoría media, no obstante, el resultado obtenido por Costamagna *et al.*<sup>21</sup> con el mismo medio de extracción, clasificó a los frutos evaluados como altos en CTP.

#### Contenido de antocianinas

Las antocianinas son compuestos bioactivos del tipo flavonoides que están presentes en la nutrición humana a través de alimentos de origen vegetal. Debido a sus propiedades antioxidantes, se reportan en la literatura varios beneficios para la salud relacionados con su consumo<sup>25</sup>.

El contenido de antocianinas de los extractos metanólicos obtenidos de harina integral mostraron diferencias significativas entre las muestras de Catamarca y de Río Negro, con valores de  $0.95 \pm 0.08$  y  $1.62 \pm 0.08$  g C3GE/100g de harina, respectivamente. El contenido de antocianinas en las muestras de Río Negro fue un 70% mayor que en las de Catamarca. Esto podría deberse a que las antocianinas proporcionan protección ante efectos de la temperatura, UV, patógenos, tipos de suelo, entre otros<sup>26</sup>. Así, la síntesis de estos compuestos está directamente influenciada por estos factores externos e incide sobre la coloración de los frutos como puede observarse en la figura 3 a y b.

#### Actividad antioxidante de extractos enriquecidos con polifenoles de harina de Chañar

Los compuestos fenólicos están presentes en muchos alimentos de origen vegetal y debido a su poder antioxidante y antiinflamatorio, se los asocia con beneficios para la salud. Por ello, estos compuestos han sido evaluados para la prevención de enfermedades cardiovasculares, aumento de las defensas naturales adaptativas del organismo, modulación de varios mecanismos patológicos involucrados en neurodegeneración, entre otros<sup>22</sup>.

Los extractos metanólicos enriquecidos con polifenoles de las harinas de chañar exhibieron capacidad antioxidante *in vitro*, determinados por los métodos de ABTS y DPPH (figura

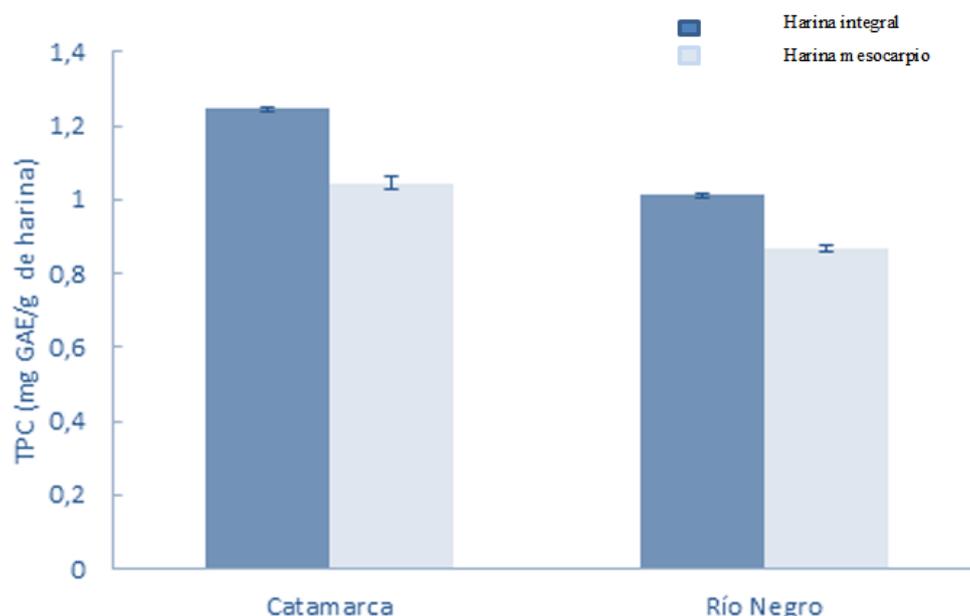
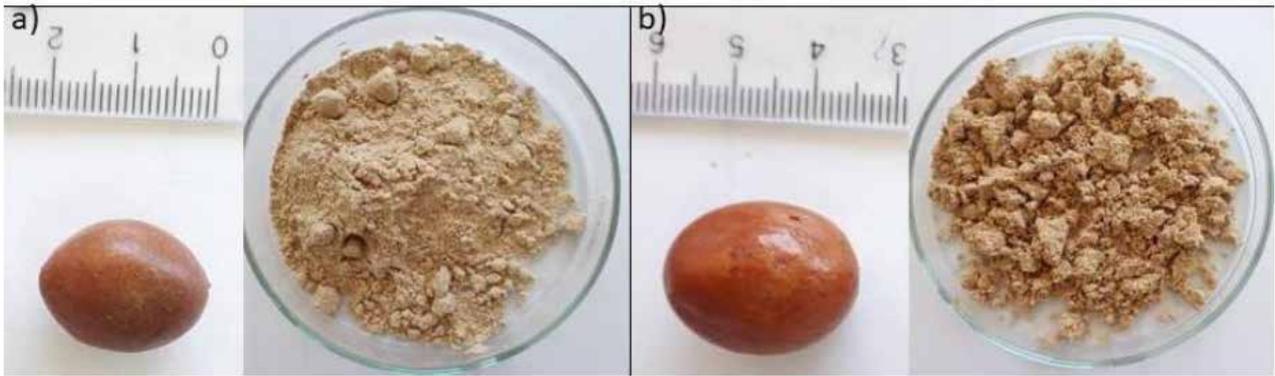


Figura 2. Contenido total de polifenoles (TPC) de extractos metanólicos obtenidos de diferentes harinas.



**Figura 3.** Morfología externa del fruto y harina integral de *G. decorticans* a) procedente de la ecorregión Chaco Árido (Pcia de Catamarca) b) procedente de la ecorregión de Monte Oriental o de transición (Pcia Río Negro).

4). Como se puede observar, cuando se utilizó el método de DPPH no se observaron diferencias significativas entre los extractos evaluados y se determinaron valores de actividad 0.15-0.35 mmol Eq. de Trolox/g de extracto. Sin embargo, con el método de ABTS la harina de integral de Río Negro presentó una actividad 2 veces menor respecto a los demás extractos evaluados.

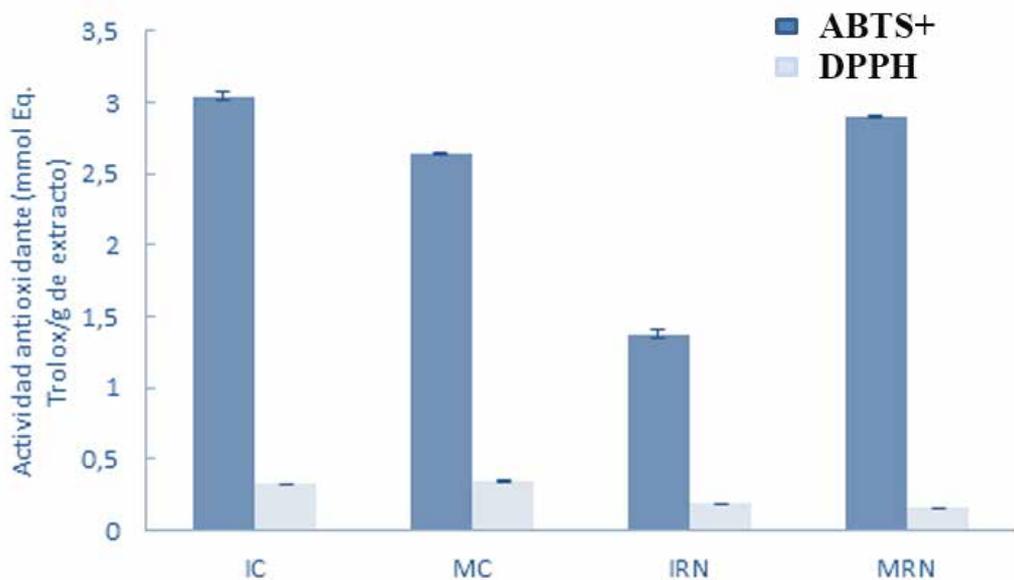
Como se ha informado en varias oportunidades, un mayor CTP no siempre se corresponde con una alta actividad antioxidante<sup>27</sup>. En este sentido, los extractos de harina de mesocarpio de Río Negro presentaron un 20% menos de CTP, sin embargo, su actividad antioxidante fue comparable con la observada en los extractos de Catamarca. Por otra parte, la menor actividad antioxidante obtenida en el extracto de la harina integral de Río Negro (IRN) podría relacionarse con el mayor rendimiento obtenido en la extracción (3.54%) que podrían incluir otras moléculas. Además, el contenido de lípidos determinados para esta muestra (IRN) fue 1.7 veces superior al resto, la presencia de estas moléculas podría afectar la actividad antioxidante. Sin embargo, la interacción de estos metabolitos con los polifenoles podría protegerlos de la oxidación durante su paso por el tracto gastrointestinal y favorecer así su absorción<sup>28</sup>.

## Conclusiones

La similitud obtenida en la caracterización nutricional de los frutos del chañar de diferente procedencia es un indicio de la estabilidad que poseen los metabolitos primarios ante los cambios ambientales. Sin embargo, este trabajo evidenció que el CTP presentó diferencias significativas entre los extractos obtenidos de frutos de distintas ecorregiones. Esto confirma que la síntesis de metabolitos secundarios está directamente relacionada con los factores externos a los que se encuentra sometida la planta, como la altitud, latitud, tipos de suelo, estrés, entre otros.

Por otra parte, los valores de actividad antioxidante variaron según el tipo de muestra utilizada. En particular, el contenido de lípidos presentes en la harina integral de Río Negro pudo haber enmascarado la actividad asociada a los compuestos polifenólicos e impactar así su bioaccesibilidad y biodisponibilidad.

En conclusión, este trabajo permite proponer el uso de harinas integrales de frutos del chañar como una fuente alternativa natural para su uso alimenticio.



**Figura 4.** Determinación de la actividad antioxidante de los extractos metanólicos de las diferentes harinas por el método de ABTS+ y DPPH. IC (harina integral de Catamarca); FC (harina de mesocarpio de Catamarca); IRN (harina integral de Río Negro); FRN (harina de mesocarpio de Río Negro).

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de BIOALI-CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo) por su apoyo a la investigación científica y fortalecer las colaboraciones internacionales exitosas.

## Referencias bibliográficas

- Burkart A (1949). La posición sistemática del "chañar" y las especies del género *Geoffroea* (Leguminosae-Dalbergieae). *Darwiniana*, 9: 9-23.
- Costamagna MS, Zampini IC, Alberto MR, Cuello S, Torres S, Pérez J, Quispe C, Schmeda-Hirschmann G, Isla MI (2016). Polyphenols rich fraction from *Geoffroea decorticans* fruits flour affects key enzymes involved in metabolic syndrome, oxidative stress and inflammatory process. *Food Chemistry*, 190: 392-402.
- Orrabalis CJ (2014). Aprovechamiento integral de los frutos de *Geoffroea decorticans* (Chañar) de la Región Fitogeográfica de la provincia de Formosa. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina; 165 pp.
- Arena P, Scarpa G (2007). Edible wild plants of the Chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 153: 73-85.
- Silva S (1988). *Prosopis juliflora* (Sw) DC in Brazil. En: Habit M. (ed). The current state of the knowledge on *Prosopis juliflora*. FAO, Roma, 29-55.
- Figueiredo G, Leitão-Filho F, Begossi A (1993). Ethnobotany of atlantic forest coastal communities: diversity of plant uses in Gamboa (Itacuruça Island, Brazil). *Human Ecology*, 21: 419-430.
- Dellacassa E (2010). Normalización de productos Naturales Obtenidos de Especies de la Flora Aromática Latinoamericana. Ed. Universitária da PUCRS, Porto Alegre, Brasil; 337 pp.
- Akula, R., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11): 1720-1731.
- Oyarzabal M, Clavijo M, Oakley L, Biganzoli F, Tognetti P, Barberis I, Maturo HM, Aragón R, Campanello PI, Prado D, Oesterheld M, León RJC (2018). Unidades de Vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28: 40-63.
- Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) (1990). *Official Methods of Analysis*, 15th edn (edited by K. Helrich) Pp. 1028-1039. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Rodríguez N, Zuluaga J (1994). Cultivo de *Pluerotus pulmonarius* en la pulpa de café. *Cenicafe*, 45(3):81.
- Indrayan AK, Sharma S, Durgapal D, Kumar N, Kumar M (2005). Determination of nutritive value and analysis of mineral elements for some medicinally valued plants from Uttaranchal. *Current Science*, 1252-1255.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology Academic Press*, Vol 299: 152-178.
- Lee J, Durst RW, Wrolstad RE (2005). Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *J AOAC Int* 88(5): 1269-78.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 20: 25-30.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 9/10, 1231-1237.
- Kuskoski E, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Journal of Food Science and Technology*, 25(4): 726-732.
- Orrabalis CJ, Gorostegui H, Calandri E, Guzmán C (2013). Parámetros funcionales y contenido de glucosa en harinas obtenidas de fruto maduro de "chañar" (*Geoffroea decorticans*) de la zona semiárida y árida de la provincia de Formosa. *Multiequina*, vol. 22, 2013.
- Loconi M, Silva E (2014). Determinación de los parámetros de dilución y tiempo de fermentación para obtener una bebida alcohólica utilizando harina de algarroba (*Prosopis pallida*). Tesis de grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/149>
- Alamo Farroñan MR (2019). Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (*Prosopis pallida*) del distrito de Illimo. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor del Sipán. Perú; 51 pp.
- Costamagna MS, Ordóñez RM, Zampini IC, Sayago JE, Isla MI (2013). Nutritional and antioxidant properties of *Geoffroea decorticans*, an Argentinean fruit, and derived products (flour, arropo, decoction and hydroalcoholic beverage). *Food Research International*, 54(1): 160-168.
- Silva RFM, Pogačnik L (2020). Polifenoles de alimentos y productos naturales: neuroprotección y seguridad. *Antioxidants*, 9: 61.
- Marakis S, Lambraki M, Diamantoglou S (1993). Química de taninos de nueve variedades de algarrobo de Creta. *Chimica Chronica*, 22: 213-224.
- Rufino MDS, Pérez Jiménez J, Taberner M, Alves RE, De Brito ES, Saura Calixto F (2010). Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(11): 2227-2233.
- Tarone AG, Cazarin CBB, Junior MRM (2020). Antocianinas: nuevas técnicas y desafíos en microencapsulación. *Food Research International*, 133: 109092.
- Esteban MA, Villanueva MJ, Lissarrague JR (2001). Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science (JTAFS)*, 81(4): 409-420.
- Yang CM, Lee CN, Chou CH (2002). Effects of Three Allelopathic Phenolics on Chlorophyll Accumulation of Rice (*Oryza sativa*) Seedlings: I. Inhibition of Supply-Oriented. *Botanical Bulletin-Academia Sinica Taipei (Taiwan)*, 43: 299-304.
- Jakobek L (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry*, 175: 556-567.

Received: 17 diciembre 2020

Accepted: 26 enero 2021