


 Universidad de La Frontera  
 Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración  
 Departamento de Ingeniería Química

XVII Congreso Chileno  
 de Ingeniería Química  
 Villa del Mar, Valparaíso, Chile

## Radical scavenging capacity and inhibition of oxidation of ascorbic acid by six aqueous infusions of leaves

A. Silva-Weiss <sup>1,2</sup>, R. Graù <sup>3</sup>, F. Marx <sup>4</sup>, V. Bifani <sup>2</sup>, M. Ihl <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Cs. De Recursos Naturales, U. de La Frontera [acsilva@ufro.cl](mailto:acsilva@ufro.cl).  
<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química., U. de La Frontera, Temuco, Chile.  
<sup>3</sup> Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, U. de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil.  
<sup>4</sup> Institute of Nutrition and Food Sciences, U. of Bonn, Bonn, Germany.


 Universidad de La Frontera  
 Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración  
 Departamento de Ingeniería Química

XVII Congreso Chileno  
 de Ingeniería Química  
 Villa del Mar, Valparaíso, Chile

## Capacidad antirradicalaria e inhibición de la oxidación de ácido ascórbico de seis infusiones acuosas de hojas

A. Silva-Weiss <sup>1,2</sup>, R. Graù <sup>3</sup>, F. Marx <sup>4</sup>, V. Bifani <sup>2</sup>, M. Ihl <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Cs. De Recursos Naturales, U. de La Frontera [acsilva@ufro.cl](mailto:acsilva@ufro.cl).  
<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química., U. de La Frontera, Temuco, Chile.  
<sup>3</sup> Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, U. de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil.  
<sup>4</sup> Institute of Nutrition and Food Sciences, U. of Bonn, Bonn, Alemania.

### Introducción

Los antioxidantes actúan de varias formas:

- Neutralizando radicales libres
- Descomponiendo peróxidos
- Quelando iones metálicos.

Dependiendo del mecanismo de reacción, los métodos para medir la capacidad antioxidante se agrupan en dos:

- Método basados en la transferencia de átomos de hidrógeno
- Método basados en la transferencia de electrones

Estos dos métodos pueden ocurrir en paralelo

### Introducción

La estructura de los polifenoles es adecuada para donar átomos de hidrógeno y electrones, en algunos casos mejor que la vitamina C y E.

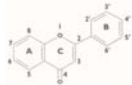


Figura 1. Estructura común de los flavonoles

| Grupos                                                                             | Función                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doble enlace en las posiciones 2, y 3 conjugados con la función 4-oxo del anillo C | Capacidad para neutralizar los radicales libres                                              |
| Grupos hidroxilos en las posiciones 3 del anillo C y 5 del anillo A                |                                                                                              |
| Grupo orto-difenol en el anillo B                                                  | Estabilizar los radicales libres formados<br>Especiales para la quelación de iones metálicos |

Erkan *et al.*, 2008; Rice-Evans *et al.*, 1996.

### Objetivo

Determinar y comparar la concentración de polifenoles, capacidad antirradicalaria e inhibición de la oxidación de ácido ascórbico de extractos acuosos de toronjil (*Melissa officinalis*), hojas de murta (*Ugni molinae* Turcz), romero (*Rosmarinus officinalis*), laurel (*Laurus nobilis*), cedrón (*Lippia citriodora*) y matico (*Buddleja globosa*).

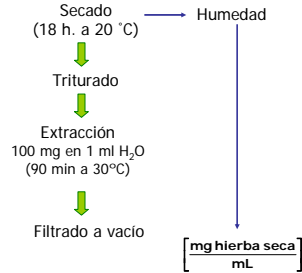
### Materiales y Métodos

#### Hierbas analizadas

|                                                                                                                                       |                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>Murta</b><br><i>Ugni molinae</i> Turcz      | <br><b>Laurel</b><br><i>Laurus nobilis</i>    |
| <br><b>Toronjil</b><br><i>Melissa officinalis</i>  | <br><b>Cedrón</b><br><i>Lippia citriodora</i> |
| <br><b>Romero</b><br><i>Rosmarinus officinalis</i> | <br><b>Matico</b><br><i>Buddleja globosa</i>  |

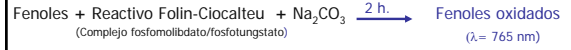
## Materiales y Métodos

### Elaboración de extractos



## Materiales y Métodos

### Contenido total de fenoles



Transferencia de electrones en medio alcalino de los compuestos fenólicos al complejo



\* Valores expresados como equivalentes de ácido gálico (EAG)

## Materiales y Métodos

### Capacidad antirradicalaria del radical DPPH.

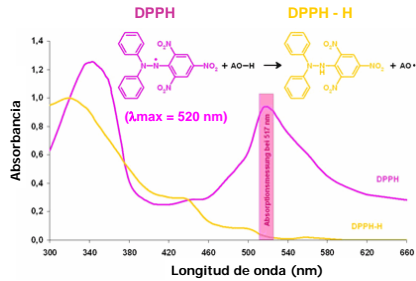
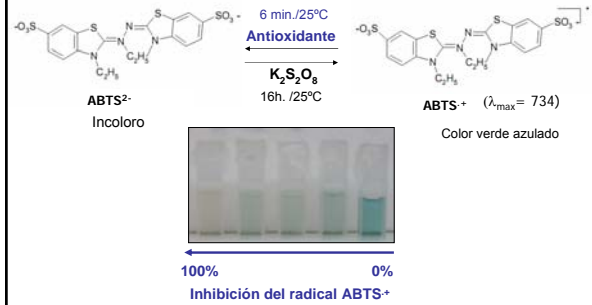


Figura 2. Reacción del radical DPPH: en presencia de compuestos antioxidantes.

## Materiales y Métodos

### Capacidad antirradicalaria del radical ABTS<sup>•+</sup>



## Materiales y Métodos

### Inhibición de la Oxidación de Ácido ascórbico (IOAAS)

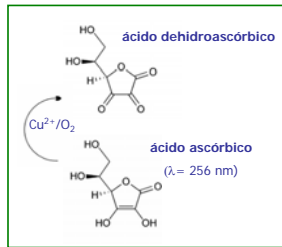


Figura 3. Oxidación de ácido ascórbico en presencia de cobre y oxígeno

## Materiales y Métodos

### Inhibición de la Oxidación de Ácido ascórbico (IOAAS)

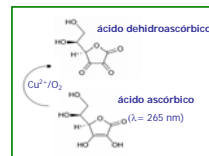
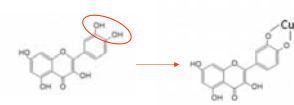


Figura 3. Oxidación de ácido ascórbico en presencia de cobre y oxígeno

• Los polifenoles pueden quelar el Cu<sup>2+</sup> para reducir la oxidación de ácido ascórbico.









• Inhibición de la oxidación del ácido ascórbico en presencia de sulfato de cobre a los 18 min, según metodología de Sarma *et al.* (1997)

$$I = \left( 1 - \frac{\Delta B_M}{\Delta B_B} \right) \cdot 100$$

## Resultados y Discusiones

**Tabla 1.** Fenoles totales y capacidad antioxidante de extractos de hojas

| Extracto                                                                          | Nombre Científico             | Fenoles Totales <sup>1</sup> | I.O.A.S <sup>2</sup> [%]   | Cl <sub>50</sub> <sup>3</sup> ABTS <sup>+</sup> | Cl <sub>50</sub> <sup>4</sup> DPPH <sup>·</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|  | <i>Ugni molinae</i>           | 46,64 ± 0,85 <sup>a</sup>    | 84,60 ± 12,99 <sup>b</sup> | 1,08 ± 0,05 <sup>a</sup>                        | 2,55 ± 0,10 <sup>f</sup>                        |
|  | <i>Melissa officinalis</i>    | 31,42 ± 2,21 <sup>b</sup>    | 90,74 ± 11,78 <sup>a</sup> | 3,96 ± 0,57 <sup>d</sup>                        | 10,95 ± 1,10 <sup>a</sup>                       |
|  | <i>Rosmarinus officinalis</i> | 19,56 ± 0,60 <sup>c</sup>    | 41,61 ± 8,27 <sup>b</sup>  | 8,03 ± 0,21 <sup>c</sup>                        | 30,26 ± 1,38 <sup>c</sup>                       |
|  | <i>Laurus nobilis</i>         | 6,82 ± 0,81 <sup>d</sup>     | 0,01 ± 0,01 <sup>d</sup>   | 9,30 ± 0,10 <sup>b</sup>                        | 48,28 ± 1,48 <sup>b</sup>                       |
|  | <i>Lippia citriodora</i>      | 13,58 ± 0,61 <sup>d</sup>    | 23,57 ± 8,40 <sup>c</sup>  | 11,27 ± 0,81 <sup>a</sup>                       | 56,09 ± 3,61 <sup>a</sup>                       |
|  | <i>Piper a ngustifolium</i>   | 13,31 ± 0,38 <sup>d</sup>    | 2,80 ± 1,12 <sup>d</sup>   | 11,40 ± 0,15 <sup>a</sup>                       | 22,36 ± 0,78 <sup>d</sup>                       |

Estadística Duncan (p ≤ 0,05)







<sup>1</sup> Fenoles Totales [mg EAG/g b.s.]

<sup>2</sup> I.O.A.S.: Inhibición de la oxidación de ácido ascórbico

<sup>3</sup> Cl<sub>50</sub>: concentración de extracto que inhibe el 50% de los radicales ABTS<sup>+</sup>, expresada como [mg hoja b.s./mL]

<sup>4</sup> Cl<sub>50</sub>: concentración de extracto que inhibe el 50% de los radicales DPPH<sup>·</sup> expresada como [mg hoja b.s./mL]

## Resultados y Discusiones

| Extracto                                                                            | pH puro                  | pH 1:10                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | 5,11 ± 0,12 <sup>f</sup> | 5,66 ± 0,98 <sup>d</sup> |
|  | 7,44 ± 0,03 <sup>b</sup> | 7,62 ± 0,05 <sup>b</sup> |
|  | 6,67 ± 0,10 <sup>c</sup> | 7,60 ± 0,09 <sup>b</sup> |
|  | 5,93 ± 0,05 <sup>d</sup> | 7,71 ± 0,15 <sup>b</sup> |
|  | 5,51 ± 0,03 <sup>e</sup> | 8,80 ± 0,12 <sup>a</sup> |
|  | 8,42 ± 0,03 <sup>a</sup> | 7,02 ± 0,47 <sup>c</sup> |

**Tabla 2.** pH de extractos acuosos puros y diluidos en metanol

## Resultados y Discusiones

### Análisis de pH vs Capacidad antioxidante

Dilución de extracto en alcohol

↓  
↑ pH

↓  
Reacción de polimerización

↓  
Capacidad antioxidante

• En medio alcalino los polifenoles son oxidados (Couzinet-Mossion *et al.*, 2010)

• Los polifenoles con grupos catecol a pH sobre 7 son más fácilmente oxidados, dado el aumento del número de electrones envueltos en este proceso, generando posteriormente reacciones químicas de polimerización (Hotta *et al.*, 2001)

• En particular algunos ácidos fenólicos como cafeico, galico y clorogénico son degradados a altos pH. Sin embargo polifenoles como rutina, ácido ferúlico y catequina resisten mejor esta degradación (Friedman y Jürgens, 2000).

## Conclusiones

• El extracto de murta presentó una concentración de polifenoles y capacidad antirradicalaria sobre los radicales DPPH<sup>·</sup> y ABTS<sup>+</sup> significativamente superior (p < 0,05) que toronjil, romero, laurel, matico y cedrón.

• Un aumento en la concentración de polifenoles provoca un efecto equivalente en la concentración inhibitoria del 50% de los radicales ABTS<sup>+</sup>

• De los extractos estudiados, el porcentaje de inhibición de la oxidación de ácido ascórbico fue significativamente mayor (p < 0,05) para toronjil (90,74 ± 11,78 %) y murta (84,60 ± 12,99%)

• El alcohol afecta el pH de los extractos, causando un precipitado visible, exceptuando al extracto de hojas de murta, lo cual pudiera ser una explicación a su mayor capacidad antirradicalaria.

## Referencias

- Couzinet-Mossion A., Balayssac S., Gilard V., Malet-Martino M., Potin-Gautier M., Behra P. (2010). Interaction mechanisms between caffeine and polyphenols in infusions of *Camellia sinensis* leaves. *Food Chemistry*, 119 (2010) 173–181.
- Erkan N., Ayranci G., Ayranci E. (2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*, 110: 76–82
- Friedman M., Jürgens H. (2000). "Effect of pH on the Stability of Plant Phenolic Compounds" *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 48 (6): 2101–2110.
- Hotta H., Sakamoto H., Nagano S., Osakai T. (2001). Unusually large numbers of electrons for the oxidation of polyphenolic antioxidants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*. 1526(2): 159-167.
- Rice-Evans C. A., Miller N. J., Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7): 933–956

## Agradecimientos

- Beca de Doctorado N°21070302, CONICYT
- Beca de apoyo para la realización de tesis doctoral AT N° 24090134, CONICYT
- Proyecto INNOVA-CORFO N° 06N12PAT-57
- Proyecto DIUFRO 120617, DI08-4001, DI06-0001
- Programa de Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, Temuco – Chile.



Universidad de La Frontera  
Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración  
Departamento de Ingeniería Química

XVII Congreso Chileno  
de Ingeniería Química  
Vita del Mar, Valparaiso, Chile

## Radical scavenging capacity and inhibition of oxidation of ascorbic acid by six aqueous infusions of leaves

A. Silva-Weiss <sup>1,2</sup>, R. Graü <sup>3</sup>, F. Marx <sup>4</sup>, V. Bifani <sup>2</sup>, M. Ihl <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Cs. De Recursos Naturales, U. de La Frontera [gsilva@ufro.cl](mailto:gsilva@ufro.cl).

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química., U. de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>3</sup> Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, U. de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Institute of Nutrition and Food Sciences, U. of Bonn, Bonn, Germany.

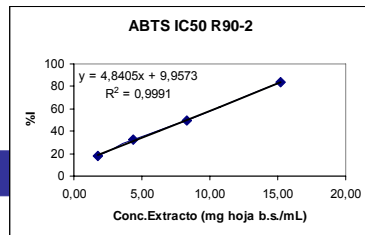


Laurel diluido  
en etanol

### Materiales y Métodos

#### Capacidad antirradicalaria del radica ABTS<sup>•+</sup>

Las muestras filtradas se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco



$$\% \text{ Inhibición Radical} = 4,8405 \times \text{Concentración extracto} + 9,9573$$