

## Consideraciones sobre la variabilidad química en las plantas superiores

MARCELO L. WAGNER Y ALBERTO A. GURNI

Cátedra de Farmacobotánica y Museo de Farmacobotánica "Juan A. Domínguez",  
Facultad de Farmacia y Bioquímica, Univ. Bs. Aires.  
Junín 956 (1113) Buenos Aires. ARGENTINA.

**Resumen:** Se presentan datos experimentales que demuestran diferentes tipos de variaciones químicas en plantas superiores. Se discuten las posibles causas de las mismas. Se recomienda el estudio integral de la distribución de compuestos potencialmente activos en los distintos órganos del mismo individuo y en distintas poblaciones a fin de conocer mejor el comportamiento químico de la especie.

**Summary:** *Considerations about chemical variability in higher plants.* Experimental data in which different chemical variations are shown, are reported. The possible causes of them are discussed. A complete study about the distribution of potential active substances in organs from one specimen and in other specimens from different populations is recommended, in order to understand the chemical behaviour of the species.

### Introducción

En este Universo conocido todo es continuo cambio, todo sigue una dinámica. Los seres vivos, también están regidos por esa dinámica universal.

Las plantas, seres muy particulares por cuanto son capaces de transformar la energía luminosa en energía química, presentan un modo especial de relación con otros seres vivos y con el medio en que se desarrollan. El mecanismo, las leyes que regulan esas relaciones no son del todo conocidos, a pesar de los continuos estudios dedicados a esclarecer este complicado fenómeno. Un hecho es comprobable: las especies varían tanto en su morfología como en su química.

Se pudo demostrar, principalmente mediante el análisis de distribución de los compuestos químicos dentro de una especie que, cuando aparecen variaciones químicas, aparentemente, no estarían regidas por las mismas leyes

---

**PALABRAS CLAVE:** Variabilidad, variación química cuantitativa, variación química cualitativa.

**KEY WORDS:** Variability, quantitative chemical variation, qualitative chemical variation.

que regulan las variaciones morfológicas (1).

## Desarrollo

Si se observa una planta de *Coleus blumei* Benth (cretona), sus hojas muestran, aparte del color verde característico de toda hoja debido a la presencia de clorofila, una coloración roja que se debe a antocianinas y que las hace particularmente vistosas. Este es un ejemplo claro de que en el mismo órgano el mismo tejido se comporta de dos maneras químicamente distintas, en este caso particular, fácilmente detectables.

Por tanto, cuando se estudian variaciones químicas, se debe tener en cuenta, el hecho de la posible existencia, dentro de un mismo tejido, de células productoras de alguna sustancia y de otras que puedan producir compuestos diferentes. Este diferente comportamiento químico puede aparecer sin que existan necesariamente modificaciones morfológicas de las células que lo constituyen.

En general, los análisis que se realizan sobre un determinado órgano, no tienden a establecer ese tipo de localizaciones. Técnicas histoquímicas podrían determinar qué células de un determinado tejido serían las responsables de la producción del principio activo en estudio.

Si se parte de la base de que en un determinado órgano existe una distribución desigual de sustancias, resulta lógico inferir que en un mismo individuo esa distribución puede llegar a ser sumamente diferente.

En algunas *Ephedra* argentinas se pudo determinar que la distribución de las proantocianidinas variaba según la porción de la planta que se sometía al

**Tabla 1**  
Distribución de proantocianidinas en especies de *Ephedra* en relación con la parte del vegetal en análisis.

		PD	PP	PA
<i>E. chilensis</i>	tallo 1rio.	++	-	-
	tallo 2rio.	-	+	+
<i>E. breana</i>	tallo 1rio.	++	-	-
	tallo 2rio.	(+)	+	+
	raíz	-	++	++
<i>E. frustillata</i>	tallo 1rio.	++	(+)	(+)
	tallo 2rio.	(+)	+	+
	raíz	-	++	++

PD: prodelfinidina, PP: propelargonidina, PA: proapigeninidina.

**Tabla 2**  
Distribución de proantocianidinas en *Pho. liga* en relación  
con el órgano analizado

Procedencia	Tallo	Hoja	Flor
San Juan: Las Lajas 04.84. (Ej. 1)	+++	++	+++
San Juan: Las Lajas 04.84. (Ej. 2)	+++	++	+
Catamarca: Pirquitas 04.84	+++	+++	++
Catamarca: Gruta Virgen del Valle. 04.84.	+++	++	++
Córdoba: Cruz del Eje. 04.84.	+++	++	++

análisis. Así, los tallos aéreos con estructura primaria al transcorte, demostraron poseer prodelfinidina en cantidades apreciables, en tanto que tallos aéreos con estructura secundaria al transcorte y las raíces presentaron una concentración de prodelfinidina mucho menor (a veces no detectable), y a su vez prope-largonidina y proapigenidina en distintas proporciones (Tabla 1) (2).

Este hecho debe ser tenido en cuenta cuando se trate de establecer relaciones de parentesco químico entre distintas especies, dado que resulta de gran interés el modelo de distribución de los compuestos dentro del individuo.

**Tabla 3**  
Distribución de tiramina en tallos y hojas de *Phoradendron liga*

Procedencia	Tallos	Hojas
San Juan: Las Lajas 04.84. (Ej. 1)	0.30	0.03
San Juan: Las Lajas 04.84. (Ej. 2)	0.04	vest.
Catamarca: Gruta Virgen del Valle. 04.84. (Ej. 1)	0.13	vest.
Catamarca: Gruta Virgen del Valle. 04.84. (Ej. 2)	0.32	0.02
Córdoba: Cruz del Eje 04.84.	0.21	0.10

Resultados expresados en gramos por cien gramos de material seco.

En Viscaceae, *Phoradendron liga* (Gill.) Eichl. presenta variación cuantitativa de los compuestos analizados, proantocianidinas (Tabla 2) y tiramina (Tabla 3), de acuerdo con el órgano que se analiza (3-5).

En general, se puede considerar que el clima y el suelo, en consonancia con el área de dispersión de la especie, afecta a la producción de metabolitos sólo desde el punto de vista de la concentración relativa de cada uno de ellos. Generalmente aparecen en los cromatogramas todas las sustancias, pero en proporciones diferentes.

Resulta particularmente interesante cuando una variación cuantitativa se transforma en una variación cualitativa por ausencia de algún compuesto o por la aparición de otro. En ese caso, la conclusión resultará muy distinta, pues esto indica que otros factores están influyendo para que la transformación ocurra.

Es por ello que, cuando se supone que una variación cuantitativa se transforma en cualitativa, se hace necesario aumentar la sensibilidad de los métodos analíticos y, de esta manera, interpretar el comportamiento de la especie que se estudia con mayor fidelidad. Es distinto cosignar ausencia de un compuesto que su presencia aún en ínfimas concentraciones.

Un ejemplo de variación cuantitativa se pudo establecer en distintos individuos de *Davilla elliptica* St. Hil. (Tabla 4) (6).

Tabla 4  
Distribución de glicósidos de quercetina y miricetina en *Davilla elliptica*.

Muestra	Mi-Ar	Mi-Ga	Mi-Rh	Qu-Ar	Qu-Rh
Hatschbach 36993	++	+++	++	+	++
Gottsberger 416	++	+++	++	+	++
Gottsberger 53 R 1472	++	+++	++	(+)	(+)
Hatschbach 39020	++	+++	++	(+)	++
Hatschbach 38768	++	+++	++	(+)	(+)
Hatschbach 39042	++	+++	++	(+)	++

Mi-Ar: Miricetina-3-0-arabinósido, Mi-Ga: Miricetina-3-0-galactósido, Mi-Rh: Miricetina-3-0-rhamnósido, Qu-Ar: Quercetina-3-0-arabinosido, Qu-Rh: Quercetina-3-0-rhamnósido.  
Las cruces indican la proporción relativa de cada compuesto.

**Tabla 5**  
Distribución de glicósidos y sulfatos de flavonoles en *Tetracera alnifolia*

Muestra	QuAr	QuGa	QuRh	QuGl	QuSu	KaGa	KaSu	RcSu
Dubois 473	-	-	-	+	+	-	+	-
Laurent 1508	-	-	-	+	+	-	+	+
Wellens 439	-	-	-	+	+	+	+	+
Leonard 78	-	-	-	+	+	-	+	+
Bequaert 904	-	-	-	+	+	-	+	+
Lebrun 661	-	-	-	+	+	-	+	-
Robijns 416	+	+	(+)	+	+	-	-	-
Bonnivoir 39	+	+	+	+	+	+	-	-
Wagemans 556	-	-	+	+	+	+	-	-
Flamigni 467	+	+	+	+	+	+	+	+
Louis 8563	+	+	+	+	+	+	+	+
Corbisier & Baland 1245	+	+	+	+	+	+	+	+

QuAr: Quercetina-3-0-arabinósido, QuGa: Quercetina-3-0-galactósido, QuRn: Quercetina-3-0-ramnósido, QuGl: Quercetina-3-0-Glucuronato, QuSu: Quercetina-3-OSO<sub>3</sub>K, KaGa: Kampferol-3-0-Galactósido, KaSu: Kampferol-3-OSO<sub>3</sub>K, RcSu: Ramnocitrina-3-OSO<sub>3</sub>K. Las cruces sólo indican presencia del compuesto.

Las variaciones de tipo cualitativo obedecen a factores intrínsecos de la especie que se analiza. Las causas más comunes de variaciones de este tipo son:

- a. **Ritmos de producción de las sustancias:** De acuerdo con el estado fisiológico del individuo (momento biológico) puede haber diferencias en las sustancias que se detectan. Estos cambios se deben a la estimulación de ciertas rutas biosintéticas y, consecuentemente, a la inhibición de otras (7).

Está comprobado que una determinada sustancia no permanece en concentraciones constantes durante todo el ciclo de vida de la planta. Un ejemplo típico de lo mencionado resulta la producción de cianoglicósidos en especies del género *Cynodon* (*C. dactylon* (L.) Pers., *C. affi-*

*nis* Caro et Sánchez), conocidos comúnmente como "gramilla". Cuando la planta es joven, invasora, se puede comprobar la liberación de HCN por hidrólisis del cianoglicósido. Cuando la misma planta florece, no se ha podido detectar desprendimiento de HCN aunque se aumentó la sensibilidad del método analítico (8).

- b. **Hibridización:** Cuando se trabaja con flavonoides como sustancias de referencia para estudios quimiosistemáticos, el híbrido resultante del cruzamiento de dos especies muestra en los cromatogramas los flavonoides de ambos progenitores.

Un ejemplo de esto parece ocurrir en *Tetracera alnifolia* Wild. Los ejemplares analizados provenían de Zaire (Africa). (Tabla 5) (6).

Al analizar la Tabla 5 se desprende que, si bien algunos ejemplares poseen tres o cuatro compuestos, otros contienen un número mayor, que llega hasta ocho. Esta situación puede ser explicada como producida por un fenómeno de hibridización.

- c. **Razas químicas (quimiotipos ) (9):** Son individuos morfológicamente

Tabla 6

Distribución de proantocianidinas en *Pho. liga* en relación con la procedencia de los ejemplares analizados.

Procedencia	Proap.	Prolut.
Catamarca: Gruta Virgen del Valle	+	-
Catamarca: El Juncal	+	-
Catamarca: Pirquitas	+	-
Catamarca: Piedra Blanca	+	-
San Juan: Las Lajas (Ej. 1)	-	+
San Juan: Las Lajas (Ej. 2)	-	+
San Juan: Las Lajas (Ej. 3)	-	+
Córdoba: Cruz del Eje (Ej. 1)	+	+
Córdoba: Cruz del Eje (Ej. 2)	+	+

Proap: Proapigeninidina, Prolut.: Proluteolinidina.  
Las cruces indican sólo presencia del compuesto

idénticos (determinados botánicamente como pertenecientes a la misma especie) y que poseen comportamientos químicos diferentes. Estos no, no se deben a fenómenos de hibridación ni a la presencia de un ritmo de producción del compuesto en análisis. Se deben a modificaciones más o menos drásticas de rutas metabólicas.

En Viscaceae, ejemplares de *Phoradenaran liga* provenientes de San Juan muestran diferencias químicas en la producción de proantocianidinas con respecto a ejemplares colectados en Catamarca. Se pudo determinar un tercer quimiotipo, colectado en el NO de Córdoba que, aparentemente, se origina de la hibridación de los dos quimiotipos anteriores (Tabla 6) (3).

En Loranthaceae, el análisis de los compuestos aminados de *Ligaria cuneifolia* (R. et P.) Tiegh. var., *cuneifolia* (R. et P.) Blume también per-

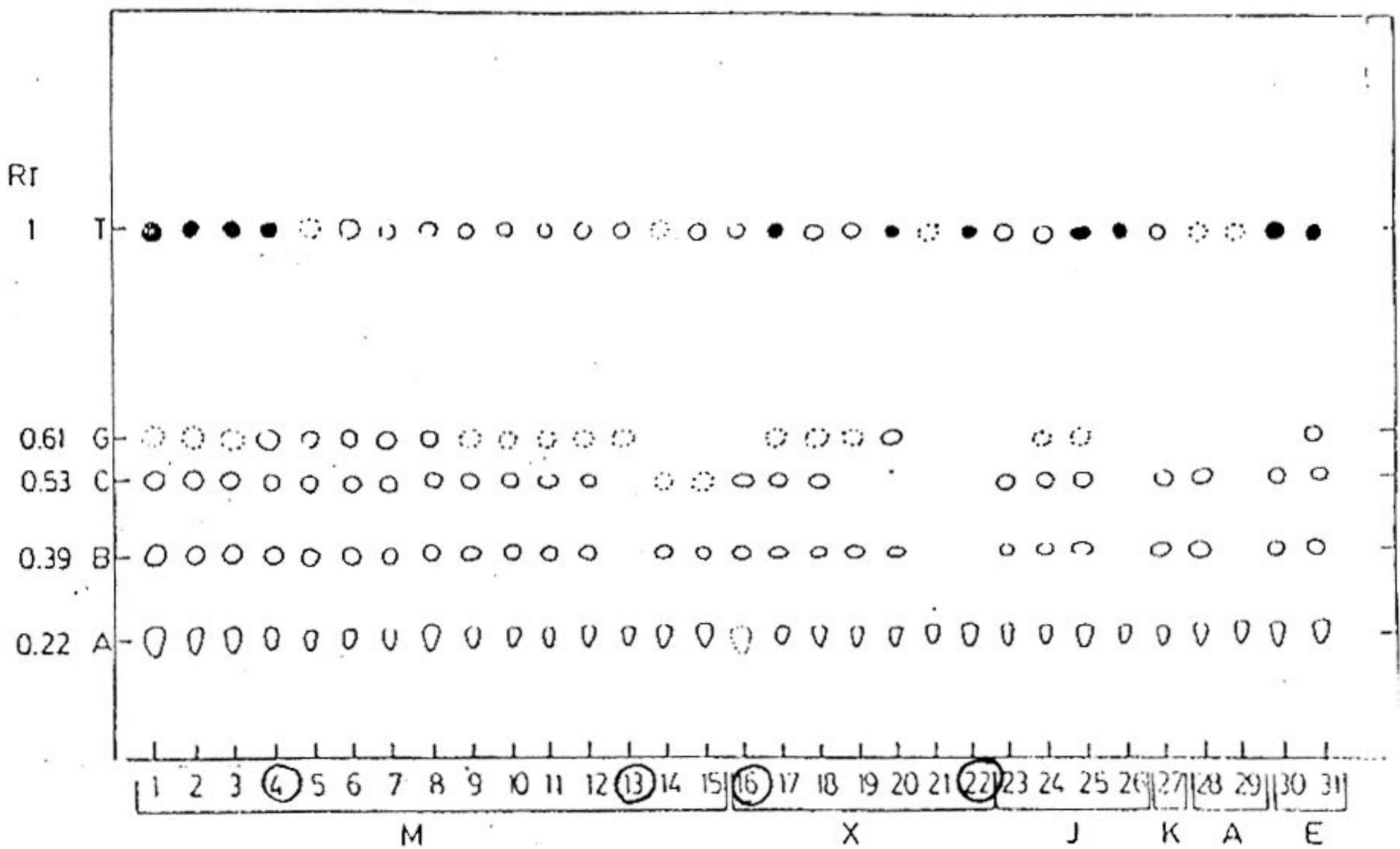


Figura 1. Cromatograma de los compuestos aminados presentes en los tallos analizados de *Ligaria cuncifolia* var. *cuneifolia*. Espacio lleno: concentración superior a 100 mg/100 g de material desecado. Contorno entero: conentración entre 10 y 100 mg/100 mg de material desecado. Contorno puntado: vestigios, concentración inferior a 10 mg/100 g de material desecado. M: Mendoza, X: Córdoba, J: San Juan, K: Catamarca, A: Salta, E: Entre Ríos. Los números 4, 13, 16 y 22 indican los patrones de cada supuesta raza.

mitó establecer la presencia de razas químicas (Fig. 1) (10).

La presencia de razas químicas también fue comprobada en el análisis de compuestos aminados de ejemplares de *Phoradendron liga* de distintas procedencias (5).

## Conclusión

Cuando se realizan estudios químicos sobre plantas potencialmente útiles en terapéutica, a las que se les atribuye alguna propiedad que justifique ese empleo, se hace sumamente necesario un estudio integral de la distribución y de la variabilidad de los principios activos que pudieran ser responsables de esa acción farmacológica en distintos individuos y en distintos órganos de cada individuo.

La determinación de la existencia de ritmos de producción de los distintos compuestos contribuye a una mejor comprensión del comportamiento químico de la especie. Esto permitiría emplearla en el momento de su mayor rendimiento y propender a su mejoramiento productivo. Además se podrán proporcionar nuevas pautas para su normatización y control, con lo que se habrá mejorado el producto e, indirectamente, la calidad de vida de la sociedad consumidora del mismo.

## Bibliografía

1. Gurni, A.A. y K Kubitzki (1981) *Biochemicl Systematics and Ecology* 9 (2-3): 109-114.
2. Gurni, A.A. y M.L. Wagner (1982) *Phytochemistry* 21: 2428-2429.
3. Wagner, M.L. y A.A. Gurni (1989) "Leucoderivatives from *Phoradendron liga* " (No publicado).
4. Wagner, M.L.; M. del C. Vaccaro; R.V.D. Rondina; A.A. Gurni y J.D. Coussio (1986) "Comunicaciones presentadas en la VI Reunión Técnica Nacional sobre especies y productos Aromáticos y Medicinales" SAIPA, Buenos Aires, 7: 99-104.
5. Wagner, M.L.; M. del C. Vaccaro; A.A. Gurni; J.D. Coussio y R.V.D. Rondina (1986). *Acta Farmacéutica Bonaerense* 5 (3): 139-148.
6. Gurni, A.A. (1979). Tesis doctoral. Hamburgo.
7. Ebel, J. y K. Hahlbrock (1982) *The Flavonoids: Advances in Research*" Ed. Harborne J.B. y T.J. Mabry. Londres.
8. Gurni, A.A. (1974) *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 10, entrega 1-2; 73-80.
9. Hegnauer, R. (1975) *Planta Médica* 28 (3): 230-243.
10. Vázquez y Novo, P.S.; M.L. Wagner; A.A. Gurni y R.V.D. Rondina (1989) *Acta Farmacéutica Bonaerense* 8 (1): 23-29.