

# **QUIMIO-TAXONOMIA VEGETAL**

(CONFERENCIA DICTADA EN EL INSTITUTO DE  
CIENCIAS NATURALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS).

Doctor **EDUARDO CALDERÓN GÓMEZ.**

Director del Laboratorio de Investigaciones Fitoquímicas.

Los métodos hasta ahora utilizados para la clasificación de las plantas, son artificiales y desarrollados para servir propósitos prácticos. Después de Darwin, se han propuesto "sistemas naturales" fundados en relaciones reales, pero aun hoy día, no se ha podido elaborar un sistema verdaderamente "Filogenético". La principal razón de esto es que nos es desconocida la gran mayoría de las especies extinguidas. Los sistemas naturales se basan esencialmente en estudios comparativos de características morfológicas y anatómicas (es decir, "supermoleculares") de los vegetales, los cuales están indudablemente sujetos a control genético. Algunas de estas características son de naturaleza muy general y sirven para la separación en las grandes categorías sistemáticas tales como divisiones, clases y órdenes. Otras son menos generales y por lo tanto adecuadas para la delimitación de categorías más pequeñas: familias, géneros, subgéneros, etc. De esta manera la clasificación de las plantas depende de consideraciones de características biológicas muy disímiles.

La evolución depende de una combinación de factores tanto internos como externos, y entre ellos, mutación, recombinación de diferencias genéticas y selección. Durante la evolución puede ocurrir, que grupos de plantas, no relacionados, desarrollen similitudes morfológicas; esto es llamado "convergencia" o "Desarrollo Paralelo"; a la inversa plantas relacionadas pueden dar lugar a descendientes muy diferentes (divergencia). Estos fenómenos pueden causar considerables dificultades taxonómicas.

Casi desde el desarrollo de la química de los productos naturales, fue sugerida por varios botánicos y también por químicos, la posibilidad de caracterizar y clasificar las plantas basándose en sus constituyentes químicos. No es sorprendente que esta idea haya aparecido desde la etapa inicial, puesto que la mayoría de los primeros que se dedicaron al estudio de productos naturales, estaba constituida por Químicos-Farmacéuticos que tenían además de su formación química, un buen entrenamiento en ciencias biológicas y especialmente en Botánica. Con todo, el interés para la relación entre los constituyentes de las plantas y la clasificación de éstas, fue muy escaso durante largos años, debido posiblemente a que el número de productos químicos naturales de estructura "verdaderamente" conocida, era muy escaso y el conocimiento de su distribución en el reino vegetal era aún más precario. Por otra parte, la Botánica y la Química se fueron separando cada vez más, como resultado de la especialización cada vez también mayor, de sus respectivos investigadores.

Con el desarrollo prodigioso en los últimos tiempos de los métodos de investigación química, cada día se sabe más sobre la estructura de estos productos naturales, sobre los procesos biosintéticos que les dieron origen y sobre su distribución en las plantas, con lo cual se ha vuelto a considerar la importancia y las posibilidades de la Químio-Taxonomía.

El aspecto químico de la clasificación de las plantas se basa en sus constituyentes químicos, esto es, en sus características moleculares. Estas características también son controladas genéticamente, pero tienen la ventaja sobre las morfológicas, de que pueden ser descritas exactamente en términos de estructuras definidas y fórmulas químicas configuracionales. La elucidación de estructuras y configuraciones, abre el camino para entender su biosíntesis, la cual es de importancia sistemática fundamental. De esta manera, el método de la "Taxonomía Química" es simple en principio y consiste en la investigación de la distribución en series de plantas relacionadas o supuestamente relacionadas, de los compuestos químicos o grupos de compuestos relacionados biosintéticamente. Es posible que en un futuro, las enzimas sean de mayor importancia para la clasificación química de las plantas, que los productos "secundarios" de bajo peso molecular. Actualmente se está trabajando en este campo y en algunos casos los resultados parecen ser alentadores.

La principal virtud del método químico, es su completa independencia de los métodos biológicos clásicos. De esta manera es

posible a los Químicos Orgánicos no solamente ayudar a los Botánicos a precisar la exactitud de una clasificación, sino también plantearles problemas que pudieran no haberseles ocurrido.

Una limitación inherente al método químico, radica en el hecho de que como regla general, solamente se pueden examinar plantas de reciente recolección. Por otra parte, el aislamiento y determinación de la estructura de los componentes químicos de una planta puede ser en ocasiones bastante difícil y de todos modos se necesita cierto tiempo para hacerlo. Hasta el presente se han establecido las estructuras de unos cuantos miles de compuestos naturales pero esto solo representa un número muy pequeño comparado con los que aún faltan por descubrir; y una cosa peor, sabemos muy poco sobre la distribución de estos compuestos en la naturaleza.

Sin embargo, como decíamos antes, se espera un rápido progreso en este campo, en un inmediato futuro, debido a los poderosos métodos analíticos de que ahora se dispone. El aislamiento de nuevos compuestos en forma pura y el examen de rutina de los materiales vegetales, se ha facilitado enormemente por las técnicas cromatográfica, electroforética, de distribución en contracorriente y la posibilidad de disponer de columnas de destilación fraccionada altamente eficientes que permiten la separación de mezclas de compuestos volátiles. (A este respecto, se puede consultar con provecho, entre las varias obras de reciente aparición, la de K. Paech y M. V. Tracey "Modern Methods of Plant Analysis", cuyos seis primeros volúmenes se hallan en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias [Departamentos de Química y Farmacia]. En esta obra, publicada por J. Springer, Berlín, cada capítulo ha sido escrito por un especialista, lo que aumenta su utilidad).

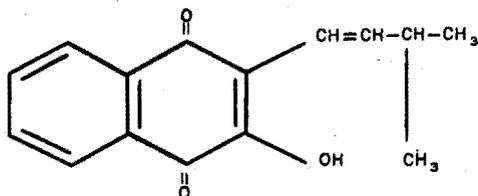
El trabajo de la determinación estructural ha sido simplificado por el descubrimiento de nuevos métodos degradativos y sintéticos, basados en reacciones químicas altamente específicas; y la introducción de nuevas y poderosas técnicas físicas entre las cuales podríamos citar la espectrofotometría (ultravioleta, visible, infra-rojo) y muy especialmente las técnicas de resonancia magnética nuclear y de espectrometría de masas. Entre la numerosa literatura que se ha publicado al respecto, podemos citar únicamente a título de ejemplo, la excelente revisión sobre los métodos clásicos para determinar estructuras moleculares publicada por el profesor A. Lespagnol en 1949 ("La structure des dérivés naturels à travers quelques méthodes et hypothèses chimiques". Exposés annuels de biochimie médicale, dixième série, Masson et Cie. Pa-

rís, 1949. Pág. 227). Igualmente, los trabajos de los profesores R. Paris (*Progrès récents dans le contrôle des médicaments végétaux par Chromatographie et électrophorèse sur papier. Mises au point de chimie analytique pure et appliquée et d'analyse bromatologique, neuvième série*; Masson et Cie. París. 1961. Pág. 181) y R. Goutarel (*Evolution des Méthodes de Détermination des structures des substances naturelles. Mises au point de chimie analytique organique, Pharmaceutique et Bromatologique, onzième série. Masson et Cie. París. 1963. Pág. 221*). Más recientemente tenemos el excelente libro del Profesor Peter Yates. "Structure determination" Edit. Benjamín, N. Y. 1967 en el cual se describen los métodos que permitieron determinar la estructura de varios productos naturales. Un artículo muy interesante y escrito de una manera muy comprensible es el de A. W. Sangster sobre "Determination of Alkaloid Structures" (*J. Chem. Ed.* 37, 454 y 518, 1960).

Algunos pocos ejemplos de la utilización del conocimiento de los componentes químicos de las plantas en la clasificación, son los siguientes:

Se ha presentado en algunos casos la discusión respecto al parentesco de determinadas familias. Tal es el caso por ejemplo, de las Papaveraceas y las Fumaroides que algunos colocan como familia separada (Fumariaceas). En 1959 J. Hutchinson ("*The Families of Flowering Plants*" 2nd. ed., Oxford), dice que el parentesco entre estas dos familias es más aparente que real, y que las Fumariaceas no descienden directamente de los antecesores de las presentes papaveraceas. Sin embargo, este autor se basa al parecer en características puramente morfológicas o similares y no tuvo en cuenta opiniones como la de Manske en ("*The Alkaloids*". Ed. por R. H. F. Manske y H. L. Holmes, Vol IV. Pág. 147), quien a este mismo respecto dice: "La alianza es más real que aparente y debe ser la naturaleza de los alcaloides que contienen estas plantas lo que decida la cuestión. No se ha encontrado ninguna planta de la familia de las papaveraceas (incluyendo las "Fumarioideae") desprovista de alcaloides y por lo menos un alcaloide, la protopina, está presente en cada planta y lo que es más significativo, nunca se ha encontrado protopina en plantas de otras familias", con excepción de los resultados de T. Otha (*J. Pharm. Soc. Japan*, 69, 502, 1949) quien encontró protopina en las semillas de *Nandina doméstica*, una *Berberidacea*, y B. Majunder y Col. (*J. Indian Chem. Soc.* 33, 351, 1956) quienes encontraron también protopina en la *Zizyphus Jujuba* (*Rhamnaceas*).

Otro caso es el del "Lapachol": hace más de un siglo, que G. Arnaudon (C. R. Acad. Sci. París 46, 1152, 1858) extrajo de la madera de "Taigu" o "Arbol de Lapacho" procedente del Paraguay, un polvo amarillento, que él llamó "Acido Taigutico"; posteriormente, se demostró que se trataba del 2-hidroxi-2 (3-metil-1-Butenil)-1-4-Naftoquinona:



y se le dio el nombre de Lapachol; masas de este producto pueden verse en las maderas de un gran número de plantas Bignoniaceas (Tecoma, Tabebuia, Paratecoma); también se ha encontrado en una Avicennia cultivada (de las Berbenaceas). Aparte de esto, su presencia en otras plantas es incierta; se ha informado de su hallazgo en una Bassia de las sapotaceas y en varios géneros (Andira, Intsia y Adenantha) de las leguminosas, pero no se han confirmado estos informes. Metcalfe y L. Chalk ("Anatomy of the Monocotyledons", 2 Vols., Oxford, 1950), dicen que excepto para el caso de la Avicennia, no se ha encontrado Lapachol, fuera de las Bignoniaceas. Pueden existir muchas otras Naftoquinonas en las plantas, pero no se presentan como sólidos visibles, aunque pueden colorear los tejidos. El Lapachol es por tanto único en este respecto.

Las sustancias fenólicas que existen en las plantas forman una legión, pero algunas de ellas, tal como lo acabamos de ver en el ejemplo anterior, son de distribución muy restringida. Muchas de ellas se encuentran como heterósidos y como pueden ser investigados fácilmente por métodos cromatográficos, han recibido mucha atención. P. Riberau-Bayon ha publicado una revisión muy completa ("Les Anthocyanes des Fruits: Méthodes d'Identification et Applications", Mises au Point de Chimie Analytique Organique, Pharmaceutique et Bromatologique, Onzième Série. Masson et Cie. París. 1963). Otra publicación muy interesante es la de los trabajos presentados al Simposium sobre plantas fenólicas, Londres, 1960 y editados en 1961 bajo la dirección Editorial de W. D. Ollis ("Recent Developments in the Chemistry of Natural Phenolic Compounds" Londres. 1961). Entre estos trabajos, hay uno muy importante de A. S. Dreiding (op. cit. Pág. 194). Desde

hacia muchos años se sabía que los pigmentos rojos de la Remolacha (Beta) y algunas plantas relacionadas, contenían nitrógeno y por lo tanto, no son antocianinas normales; recibieron el nombre de "Antocianinas nitrogenadas" y más recientemente el de "Betacianinas". Estudios detallados han demostrado que están restringidas a un grupo de familias incluídas en o muy vecinas a las centrospermas. Muy notable es que nunca ocurren Antocianinas y Betacianinas en la misma Familia. Dreiding cita la presencia de Betacianinas, en las Quenopodiaceas, Amarantaceas, Nyctaginaceas, Phytolacaceas, Aizoaceas, Portulacaceas, Basellaceas y Cactaceas. Puede apreciarse cómo las Cariofilaceas están ausentes de la lista anterior. A este respecto es importante tener en cuenta, que los Rafides que se encuentran en por lo menos cuatro de las Familias anteriores (Nyctaginaceas, Phytolacaceas, Aizoaceas, Cactaceas) no se encuentran en las Cariofilaceas.

Un punto muy importante para la Químio-Taxonomía es poder establecer los mecanismos "Biosintéticos" por los cuales se formaron los productos químicos contenidos en la planta. Por ejemplo, es posible que diferentes plantas pueden contener sustancias, que aunque pertenecen a distintas clases de compuestos químicos, resulten ser análogos biosintéticamente. Estas plantas posiblemente contienen sistemas enzimáticos similares y los compuestos producidos por éstos, indican que existen relaciones entre dichas plantas.

Cambios relativamente pequeños causados por mutaciones pueden dar lugar a diferencias bastante grandes en la formación de productos; por ejemplo, el bloqueo de una ruta sintética, que puede permanecer "durmiente" por un largo período de tiempo. Si tal cambio interfiere con los primeros pasos de un proceso biosintético, las plantas se desarrollarán con una química muy anormal. Por analogía con un fenómeno biológico similar, el caso puede ser considerado como un ejemplo de divergencia química. Tales plantas químicamente anormales, pueden causar grandes dificultades Químio-Taxonómicas.

Es frecuente el hecho de encontrar compuestos idénticos en plantas muy poco relacionadas y esto ha desorientado un poco a los investigadores interesados en utilizar las características químicas para la clasificación vegetal. Sin embargo, el problema no es tan serio como parece. Es fácil imaginarse que durante la evolución, las condiciones para la producción de algunos compuestos han podido desarrollarse separadamente en varias plantas. Con todo, es altamente improbable que plantas totalmente diferentes

puedan poseer los prerequisites enzimáticos para la biosíntesis (por el mismo camino) de los mismos productos.

Los estudios Químico-Taxonómicos deben incluir además la investigación de los esquemas o prototipos de los compuestos que se encuentran en las plantas y preferencialmente en cada una de las partes individuales de la planta, tales como la corteza, el leño, las hojas, las raíces, las semillas, etc. Generalmente los constituyentes químicos varían considerablemente de un órgano a otro. Tales investigaciones son necesarias para obtener evidencia realmente convincente de la relación o no relación entre las plantas. Es siempre peligroso sacar conclusiones taxonómicas solamente de la presencia o ausencia de un determinado compuesto en una sola parte de la planta. Por ejemplo, si no se encuentra un ácido resínico en la madera de una especie, en la cual era de esperarse que existiera, es posible que esto se deba a la falta de conductos de resina en esta especie particular. Es también aconsejable asegurarse que los órganos comparados son biológicamente homogéneos. Por razones prácticas, los químicos frecuentemente extraen plantas enteras; esto reduce el valor general de los estudios y es deseable que tal trabajo sea complementado por una investigación de las sustancias aisladas.

Otro punto muy importante de tener en cuenta, para poder sacar conclusiones comparables, es el estado del material que va a ser estudiado; por ejemplo, los tejidos muertos como la madera del centro del tronco de los árboles, usualmente muestran una composición química más constante que los órganos vivos, puesto que están mucho menos sujetos a la influencia de los cambios ambientales; y hablando de éstos, es preciso también tener en cuenta factores tales como las condiciones del suelo o los cambios climáticos o estacionales ya que esto puede explicar la ausencia de un determinado producto, que incluso puede estar presente pero en cantidades tan pequeñas que escapa a la observación. Debe recordarse que todos los organismos vivos están sujetos a variación y que diferentes individuos de la misma especie pueden algunas veces diferir considerablemente. Para poder fijar un criterio taxonómico, se hace indispensable examinar varias plantas de la misma especie y hasta donde sea posible, que se hayan desarrollado en diferentes condiciones.

Un caso muy interesante que muestra el cambio de metabolismo debido a una infección, es el siguiente: se encuentra que en la madera de ciertas especies de *Prunus* que habían sido atacadas por un hongo [*Coriolus* (= *Polyporus*) *versicolor*] contenía consi-

derablemente menos flavonoides que la madera de los árboles normales, pero en cambio se encontró un nuevo compuesto, un Lignano (isoolivilo) que normalmente no se encuentra ni en la madera ni en el hongo.

Como conclusión tenemos que aceptar, que tal como están las cosas actualmente, las investigaciones químicas deben efectuarse teniendo como base la clasificación botánica. Considerando el gran número de plantas conocidas (las solas angiospermas suman unas 250.000 especies divididas en casi 300 familias), la tarea que tienen por delante los Fitoquímicos, es enorme, y muchas sugerencias valiosas pueden ser suministradas por los botánicos.

Recomendamos muy especialmente la lectura de la obra "Chemical Plant Taxonomy". Edit. por T. Swain y publicada por Academic Press Inc., Londres, 1967, de la cual hemos tomado buena parte de las ideas que hemos expresado en esta conferencia.

Como colofón y para mostrar la importancia que está tomando actualmente la Químio-Taxonomía, damos a continuación la lista de los trabajos que sobre esta materia, han aparecido en una sola revista "Phytochemistry", editada por Pergamon Press-Headington Hill Hall, Oxford, U. K. durante el año de 1967 (Vol. VI) y el primer semestre de 1968 (Vol. VII):

#### VOLUMEN VI (1967)

##### Número 1:

- W. E. HILLIS, T. Inove: "The Polyphenols of *Nothophagus Species*". Pág. 59.  
ZOFIA KASPRZYK. 28: Wojcigchowsky. "The Structure of Triterpenic Glycosides from the Flowers of *Calendula Officinalis*. L." Pág. 69.  
S. I. GOLDBERG, R. F. MORTES: "Alkaloids of *Lupinus Diffusus*, Nutt". Pág. 137.

##### Número 2:

- R. D. GIBBS, J. T. EDWARD, J. M. FERLAND. "A Novel Colour Reactions of Some *Euphorbia* and *Oxyanthus Species*". Pág. 253.  
W. G. HILLIS. "Polyphenols in the leaves of *Eucalyptus*: A Chemotaxonomy Survey II. The Sections *Renantheroidere* and *Renantherae*". Pág. 259.  
III "The Series *Transversae*, *Exsertae*, *Subexsertae*, *Microcarpae*, *Semiunicolores viminales*, *Argyrophyllae* and *Paniculatae* of Section *Macrantaerae*". Pág. 275.

##### Número 3:

- W. E. HILLIS. "Polyphenols in the leaves of *Eucalyptus*: A Chemotaxonomy Survey IV The Sections *Porantheroideae* and *Terminales*". Pág. 373.  
J. BORGES DEL CASTILLO, C. J. W. BROOKS, R. C. CAMBIE, G. EGLINTON, R. J.

HAMILTON AND P. PELLIT. "The Taxonomic distribution of Some Hydrocarbons in Gymnosperms". Pág. 391.

ALFONS. RADUNZ. "Über die lipide der Pteridophyten. I. Die Isolierung und Identifizierung der Polyensäuren". Pág. 399.

*Número 4:*

M. MARTIN SMITH, G. SUBRAMANIAN, H. E. CONNOR: "Surface wax Components of five species of Cortaderia (Gramineae) - A Chemotaxonomic Comparison". Pág. 559.

*Número 5:*

E. WHITE, G. H. N. TOWERS. "Comparative Biochemistry of the Lycopods". Pág. 663.

G. F. GIBBONS, L. J. GOAD, T. W. GOODWIN. "The Sterols of some Marine Red Algae". Pág. 677.

L. MINALE, M. PIATELLI, S. DE STEFANO: "Pigments of Centrospermae. VII. Betacyaninas from Gomphrena Globosa" L. Pág. 703.

J. SANTESSON. "Chemical Studies on Lichens. III. The Pigments of Thelocarpon Epibolum, T. Laureri and Ahlesia Lichenicola". Pág. 685.

*Número 6:*

W. E. HILLS. "Polyphenols in the Leaves of Eucalyptus V. The Series Cornutae and Subcornutae of the Section Macrantherae and the Section Platyantherpe". Pág. 845.

BJÖRN LÜNING. "Studies of Orchidaceae Alkaloids IV. Screening of Species for Alkaloids". 2. Pág. 857.

B. L. TURNER, J. B. HARBORNE. "Distribution of Canavanine in the plant Kingdom". Pág. 863.

C. R. BENNETT, R. C. CAMBIE: "Chemistry of the Podocarpaceae. XIII. Constituents of the Hartwoods of Podocarpus nivalis Hook and Podocarpus Acutifolius Kirk". Pág. 883.

T. A. GEISSMAN, T. STEWART, M. A. IRWIN: "Sesquiterpene Lactones of Artemisia Species". Pág. 901.

*Número 7:*

J. L. MASSINGILL JR., J. E. HODGKINS. "Alkaloids of Bacteria". Pág. 977.

L. R. G. VALADON, R. S. MUMMERY. "Carotenoids of certain compositae flowers". Pág. 983.

S. H. DESBOROUGH, S. J. PELOQUIN. "Esterase Isozymes from Solanum Tuberosum". Pág. 989.

N. ARPIN, S. L. JENSEN. "Recherches Chimiotaxonomiques sur les champignons. Fungal Carotenoides". Pág. 595.

G. ZAVARIN, W. HARAWAY, T. REICHERT, Y. B. LINHART: "Chemotaxonomic Study of Pinus Torreyana Parry Turpentine". Pág. 1019.

*Número 8:*

V. P. MAIER, D. M. METZLER: "Grapefruit Phenolics. II Principal Aglycones of Endocarp and Peel and their possible biosynthetic relationship". Pág. 1127.

R. MADNAV, T. R. SESHADRI, G. B. V. SUBRAMANIAN. "Identity of the Polyphenol of Shorea Species with Hopeaphenol". Pág. 1115.

*Número 9:*

- N. BASU, R. P. RASTOGLI. "Triterpenoid saponins and Sapogenins". Pág. 1249.  
F. E. REGNIER, G. R. WALLER, G. J. EISENBRAUN: "Studies on the Composition of the essential oils of three Nepeta species". Pág. 1281.  
W. H. WUI, S. K. SZETO, C. W. JEE. "An examination of the Rubiaceae of Hong Kong". 1299.

*Número 10:*

- E. ZAVARIN, LESLIE W. SMITH, J. C. BICHO. "Tropolones of Cupresaces III". Pág. 1387.  
N. G. BISSET, M. A. DÍAZ-FARRA, CH. EHRET, G. OURISSON. "Etudes Chimio-taxonomiques dans la Famille des Dipterocarpacees. III. Constituants des Generes Anisoptera, Cotylelobium, Dryobalanops et Upuna". Pág. 1395.  
E. C. BATE-SMITH, S. M. DAVENPORT, J. B. HARBORNE. Comparative Biochemistry of Flavonoids. III. "Correlation between chemistry and plant geography in the Genus Eucryphia". Pág. 1407.  
J. B. HARBORNE. Comparative Biochemistry of Flavonoids III. "A correlation between chemistry Pollen Morphology and sistematics in the family Plumbaginaceae". Pág. 1415.  
G. A. ABESIDA, D. A. H. TAYLOR. "The Chemistry of the Genus Etandrophragma". Pág. 1429.

*Número 11:*

- M. SENSER, O. KANDLER: "Verkommen und Verbreitung von Galactinol Blättern Höherer Pflanzen". Pág. 1533.  
A. M. KUCK, S. M. ALBONICO, V. DEULOFEU, M. G. ESCALANTE. "Alkaloids from Argentine Fagara Species". Pág. 1541.

*Número 12:*

- pH. LEBRETON, M. P. BOUCHEZ: "Recherches Chimiotaxonomiques sur les plantes Vasculaires". V. Distribution des composés polyphenoliques chez les Parietales. Pág. 1601.  
E. JOSEFSSON. "Distribution of Thioglucosides in diferentes parts of Brassica Plants". Pág. 1617.  
J. B. HARBORNE. "Comparative Biochemistry of the Flavonoids. VI. Flavonoid Patterns in the Bignoniaceae and the Gesneriaceae". Pág. 1643.  
R. R. ARNDT, S. H. BROWN, N. C. LING AND COL. "The alkaloids of Six Aspidosperma Species".

VOLUMEN VII (1968)

*Número 1:*

- G. PONSINET, G. OURISSON. Etudes Chimiotaxonomiques dans la Famille des Euphorbiaceas III. Repartition des Triterpenes dans les Latex d'Euphorbia. Pág. 89.
- E. ZAVARIN. Chemotaxonomy of the Genus Abies. Pág. 99.
- J. S. CHALLICE, A. H. WILLIAMS. Phenolic Compounds of the Genus Pyrus I. Pág. 119.

*Número 2:*

- G. A. HERBIN, P. A. ROBINS: Studies on Plant Cuticular Waxes. I. The Chemotaxonomy of Alkanes and Alkenes of the Genus Aloe (Liliaceae), Pág. 239.
- II. Alkanes from Members of the Genus Agave (Agavaceae). The Genera Kalanchoe, Crassula and Sedum (Crassulaceae) and the Genus Eucalyptus (Myrtaceae) with an examination of the Hutchinson's subdivision of the Angiosperms into Herbaceae and Lignosae. Pág. 257
- J. LAM, FN. KAUFMANN, O. BENDIXEN. Chemical Constituents of the Genus Dahlia A Chemotaxonomic Evaluation. Pág. 269.

*Número 3:*

- G. BLUNDEN, C. J. BRIGGS, R. HARDMAN. Steroidal Constituent of the Aerial parts of Dioscorea and Tamus Species. Pág. 453.
- E. C. BATE - SMITH. Chemotaxonomy of Nuphar Lutea (L). Pág. 459.

*Número 5:*

- H. OGAWA, S. NATOR: Hydroxibenzoquinones from myrsinaceae Plants, Pág. 773.
- K. R. MARKHAM, T. J. MABEY, T. W. SWIFT. New Isoflavones from the Genus Baptisia (Leguminosae). Pág. 803.
- IRWIN A. PEARL, S. F. DARLING. Studies of the barks of the Family Salicaceae. XVII. Pág. 825.
- P. P. FEENY, H. BOSTOCK. Seasonal changes in the tanin content of oak leaves. Pág. 871.

*Número 6:*

- A. ABRAHAM, I. KIRSON, E. GLOTTER, D. LAVIE. A. Chemotaxonomic study of Whitania Somnifera (L) Dun. Pág. 957.