

Dominguezia

Museo de Farmacobotánica
"Juan A. Domínguez"

Facultad de Farmacia y Bioquímica
Universidad de Buenos Aires



Quassia amara L.

Facultad de Farmacia y Bioquímica
Universidad de Buenos Aires

Propietario
Museo de Farmacobotánica
"Juan Aníbal Domínguez"

Dominguezia

Vol. 24(2) - 2008

Director Responsable:

Dr. Alberto Ángel Gurni

Comisión Redactora:

Farm. Carlos Agosto
Dr. Arnaldo L. Bandoni
Dr. Gustavo C. Giberti
Dr. Alberto A. Gurni
Dr. Marcelo L. Wagner

Comisión Científica Asesora:

Dr. Aníbal Amat (Universidad Nacional de Misiones, Argentina)
Dr. Pastor Arenas (Instituto de Botánica Darwinion, Argentina)
Dr. Néstor Caffini (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)
Dra. María T. Camargo (Universidad de San Pablo, Brasil)
Dr. Rodolfo Campos (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dr. Salvador Cañigueral Folcará (Universidad de Barcelona, España)
Dr. Ramón A. de Torres (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dr. José Luis López (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dr. Eloi Mandrile (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)
Dra. Marta Nájera (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)
Dr. Rafael A. Ricco (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dr. Lionel G. Robineau (Universidad de las Antillas y de la Guyana)
Dr. Rubén V. Rondina (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dr. Otmaro Rosés (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dra. Etilde Spegazzini (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)
Dr. Carlos Taira (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dra. María L. Tomaro (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Dra. E. C. Villamil (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

Editor Científico:

Dr. Marcelo Luis Wagner

Editora Asociada:

María Cristina Ratto de Sala

Edición patrocinada por la Secretaría de Extensión Universitaria
de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA)
y financiada por la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

Dominguezia se distribuye por canje con otras publicaciones dedicadas a temas afines.

This publication is sent to individuals or institutions by exchange with similar ones,
devoted to Pharmacobotany or related subjects.

Lámina de Tapa:
***Quassia amra* L. –Simaroubaceae–**

Lámina extraída de *Köhler's Atlas der Medizinal-Pflanzen* (1887-1889)

Incluida en el Directorio de LATINDEX
por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT - CONICET)
con el número de Folio 2787 Dominguezia,
y en Electronic Sites of Leading Botany, Plant Biology and Science Journals.
Providing links to the world's electronic journals.

Registro de la Propiedad Intelectual N° 611947.

Se terminó de editar en diciembre de 2008.

Índice de contenido

Etnofarmacobotánica. Metodología de pesquisa	71
Maria Thereza Lemos de Arruda Camargo	
Anatomía floral comparada de once especies sudamericanas de <i>Ilex</i> L. (Aquifoliaceae) relacionadas con la yerba mate	77
Gustavo C. Giberti y Alberto A. Gurni	
Acción insecticida de extractos de <i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) en el gorgojo del arroz, <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera, Curculionidae)	95
Silvia M. Rodríguez, Marcela I. Moreira, Rosana A. Giménez, Serafina Russo, Adolfo M. Márquez, Rafael A. Ricco, Alberto A. Gurni y Marcelo L. Wagner	
El libro impreso frente a la encrucijada electrónica	103
Susana Romanos	

Index

Ethnopharmacobotany. Methodology of Research	71
Maria Thereza Lemos de Arruda Camargo	
Comparative flower anatomy of eleven South American <i>Ilex</i> L. (Aquifoliaceae) species related to yerba mate	77
Gustavo C. Giberti and Alberto A. Gurni	
Insecticide effect of <i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) extracts over rice weevil, <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera, Curculionidae)	95
Silvia M. Rodríguez, Marcela I. Moreira, Rosana A. Giménez, Serafina Russo, Adolfo M. Márquez, Rafael A. Ricco, Alberto A. Gurni y Marcelo L. Wagner	
The paper book in front of electronic crossroad	103
Susana Romanos	

Etnofarmacobotânica. Metodologia de pesquisa

Maria Thereza Lemos de Arruda Camargo

Centro de Estudos da Religião. Universidade de São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Correio eletrônico: mariatherezac@terra.com.br. Web site: www.aguaforte.com/herbarium/

Resumen

La Etnobotánica estudia la relación del hombre con las plantas en sus diferentes dimensiones; a su vez, la Etnofarmacobotánica estudia los remedios simples y compuestos elaborados con partes de vegetales, y que se utilizan para curar problemas físicos, mentales o espirituales. Para desarrollar una metodología de investigación en Etnofarmacobotánica es imprescindible tener en cuenta que esta disciplina aborda el tema de las plantas medicinales con actividad farmacológica y, en consecuencia, uno de los factores preponderantes para ese diseño es la interdisciplinariedad. De ahí que sea necesario recurrir a conocimientos lingüísticos para entender la cosmovisión del grupo de estudio. Otro aspecto importante para el desarrollo de la metodología consiste en establecer la relación de las plantas entre el curador y el enfermo, y así poder distinguir los elementos que participan en la eficacia terapéutica. Por otro lado, implica el conocimiento del sistema taxonómico elaborado por el grupo en estudio, es decir, cuáles son las características que utiliza para clasificar las plantas y las enfermedades. La Etnofarmacobotánica como ciencia aplica técnicas cuali y cuantitativas. El investigador debe desarrollar un trabajo de campo para comprender el punto de vista del grupo en estudio. Además, debe realizar investigaciones estadísticas que permitan interpretar, objetivamente, el uso de las plantas en las terapias aplicadas en la medicina popular. Con la aplicación de una metodología de investigación la Etnofarmacobotánica brindará conocimientos sobre plantas que aportan nuevas sustancias al medio científico y, asimismo, favorecerá el cuidado de la biodiversidad biológica y cultural de los pueblos nativos.

Ethnopharmacobotany. Methodology of Research

Summary

Ethnobotany studies the multidimensional relationships between man and the plants; on the other hand, Ethnopharmacobotany studies the medicines, these either simple or complex, elaborated using plants parts and which are used to cure physical, mental or spiritual disorders. In order to develop a research methodology for Ethnopharmacobotany, it is imperative to remember that this science deals with medicinal plants possessing pharmacological activity, and thus, interdisciplinary approaches become prevailing factors. Then, it might become necessary to gather linguistic knowledges to understand the culture of the human group under study. Another important feature to develop the methodology, in order to distinguish the elements of such therapeutical efficacy, is the understanding of the plant relationship between the healer and the patient. All this, on the other hand, requires the understanding of the classification system used by the human group to refer both to plants and diseases. Ethnobotany, as a science, uses both qualitative and quantitative techniques. The researcher must undertake field work, hoping to understand the point of view of the human

Palabras clave: Etnofarmacobotánica - Etnobotánica - metodología - plantas medicinales.

Key words: Ethnopharmacobotany - Ethnobotany - Methodology - Medicinal plants.

group in study. And he additionally has to employ statistic techniques to objectively understand the use of plants in folk therapies. Then, with the employ of methodological research, the Ethnopharmacobotany shall give us knowledges about plants capable to offer useful new compounds for Science and also, it will help to care for Biodiversity and the cultural treasures of native peoples.

Pesquisas de campo, por trinta anos trilhando os mais diversos caminhos em busca do saber popular sobre os usos das plantas nas práticas médicas que o povo adota, permitiram acumular tantas e as mais diversificadas experiências, as quais suscitaram o propósito de elaborar uma metodologia de pesquisa em Etnofarmacobotânica.

Já esboçara em meu primeiro livro *Medicina popular – Aspectos metodológicos para pesquisa*, publicado em 1985, os primeiros passos para pesquisa de campo que, agora, somados às experiências em campo, por tão longo tempo, foi possível elaborar *Etnofarmacobotânica-Conceituação e metodologia de pesquisa* (2003), pretendendo seja dirigida àqueles que se iniciam na arte de pesquisar esta importante área da Botânica, a qual se sustenta nas raízes culturais de todos os povos.

O prefixo Etno acoplado à Farmacobotânica, pressupõe idéias de caráter cultural que, subjetivamente, vão sendo construídas e partilhadas por todos os membros de um determinado grupo social, ou sejam, agrupamentos humanos onde a cultura, socialmente construída, é partilhada por todos os membros, por meio da aprendizagem (Dantas, 1997).

A noção de grupos é importante para o entendimento da dinâmica cultural urbana e rural. Exemplos de grupos que se articulam em campos semânticos próprios, a exemplo daqueles ligados a agremiações religiosas, a agrupamentos de imigrantes, a grupos indígenas, entre outros, os quais procuram manter seus padrões culturais de origem, embora podendo ocorrer mutações em tais padrões, decorrentes dos vários fatores, os quais determinam a dinâmica cultural.

Quanto ao prefixo Etno junto a disciplinas relacionadas à Botânica, destacamos a Etnoecologia, área de estudos que permite uma visão global das relações do homem com o ambiente que o cerca, representado por plantas, animais, tipos de solo e clima, entre outras coisas. Em seu desdobramento, temos a Etnobotânica visando as relações homem-planta em suas diferentes dimensões, tais como as plantas empregadas na construção de habitações, no artesanato utilitário e lúdico, na alimentação, entre

outros usos. Porém, mais especificamente a Etnofarmacobotânica, que se ocupa dos remédios simples e compostos produzidos a partir de vegetais, voltados à cura de problemas de ordem física, mental ou espiritual, conforme seja a cosmovisão médica do grupo pesquisado.

Nas sociedades de hoje, nos deparamos com dois universos culturais que se interpenetram: cultura popular e cultura hegemônica, não devendo entendê-las, porém, uma superior à outra. Uma cultura pode ser entendida como inferior, na medida em que o etnocentrismo da cultura dominante assim o determine, criando barreiras e preconceitos de toda ordem. Relacionando-as à medicina propriamente dita, teremos a medicina popular e a medicina oficial. A primeira, herança de uma medicina ancestral, caracteriza-se, fundamentalmente, por ser uma medicina calcada em padrões e valores ditados pelo consciente coletivo, cujos conhecimentos são passados por meios predominantemente orais. A medicina oficial, por sua vez, é orientada por padrões e valores reconhecidos por instituições apoiadas e controladas pelo Estado, que garantem a legitimidade dos conhecimentos médicos adquiridos.

Porém, a cultura de um povo implica, também, fatores de ordem natural, pois o homem precisa ali-

Foto 1.- Comércio de plantas medicinais em mercado público da cidade do Recife PE, 2003



(Foto do autor).

mentar-se, de se proteger do frio e de reproduzir, necessidades que são de ordem natural. Para o estudioso, neste caso, importa as peculiaridades dos costumes que envolvem os procedimentos adotados, assim como o papel e os significados que os grupos sociais atribuem a estes fatos. Na ordem natural se enquadra tudo que está ligado à natureza, passível de ser analisado objetivamente, enquanto na ordem cultural estão elementos de caráter subjetivo, construídos segundo os padrões culturais dos grupos sociais (Lévy Strauss, 1989).

Por estar tratando de plantas medicinais com atividades farmacológicas, a interdisciplinaridade é um dos fatores preponderantes para a realização de pesquisas de Etnofarmacobotânica. É o meio pelo qual se pode buscar uma interpretação explicativa dos significados que os grupos atribuem aos papéis das plantas e seu envolvimento em diferentes situações da vida do homem e de seu grupo social.

Disciplinas passíveis de serem envolvidas nas pesquisas funcionam como suportes, devendo o pesquisador recorrer aos especialistas, de forma a permitir uma correta interpretação dos fatos a serem analisados.

Importantes, também, são os aspectos lingüísticos com os quais o pesquisador se depara. Na lingüística, os etnobotânicos podem se apoiar para entender os sistemas de comunicação, visando apreender a visão de mundo do grupo em estudo, ao coletar as histórias orais, constituídas de lendas, de provérbios e, sobretudo, de mitos.

Está na palavra articulada a linha de demarcação entre cultura e natureza. A linguagem, passível de ser entendida e de ser traduzida, é cultural, sendo que é por meio dela que assimilamos a cultura de nosso grupo social. A criança aprende sua cultura porque falamos com ela (Lévy-Strauss, 1989).

Pesquisando o papel das plantas psicoativas, entendidas como plantas mágicas, observamos que, quando em rituais, podem despertar no homem, sob sua ação, verbosidade e fluência oral, propiciando uma comunicação com o sobrenatural, o mundo que ele cria, onde vai buscar as respostas às indagações sobre curas de doenças do corpo e do espírito e transmiti-las ao grupo.

A interpretação científica da ação no Sistema Nervoso Central de plantas psicoativas pode ser uma das preocupações do pesquisador.

A psicoatividade de certas plantas pode fazer desencadear os significados culturais que permeiam

Foto 2.- Transe em ritual religioso de religião afro-brasileira, 2003



(Foto do autor).

todo o ritual de cura (Montiel, 1988), permitindo uma interpretação dos papéis das plantas nas mais diferentes situações ritualísticas.

No sobrenatural, o curador vai buscar inspiração para seu discurso, em cujo conteúdo estão os signos lingüísticos reconhecidos pelo grupo. É na palavra imbuída de poder de convicção, a eficácia simbólica do ritual de cura, que pode estar em quatro elementos básicos:

- a. Na palavra articulada pelo curador.
- b. Na crença do curador na eficácia de suas técnicas.
- c. Na crença do doente nos poderes do curador.
- d. No consenso (confiança expressa por todo o grupo, sobre os poderes do curador) (Lévi-Strauss, 1975).

A eficácia terapêutica pode ser determinada por dois elementos básicos:

- a. De ordem objetiva, referente aos princípios ativos que as plantas encerram.
- b. De ordem subjetiva, atribuída à fé que alimenta a esperança de cura.

Importante para o pesquisador, também, é conhecer o sistema taxonômico elaborado pelo grupo pesquisado, visto que muitas culturas têm seus sistemas de classificação das plantas, baseados em critérios que diferem daqueles conhecidos no meio acadêmico.

Algumas vezes é por meio da observação das características morfológicas de cada planta e de seu desenvolvimento, que grupos indígenas são capazes de captar os valores medicinais, dando a elas nomes que lembram suas propriedades, a exemplo de plantas psicoativas, cujos nomes em língua timbira de índios Krahô, no Brasil, correspondem às suas propriedades que, tais como: “para temperar a cabeça!”, “para ficar mais lento” (Rodrigues, 2001).

Outros grupos sociais, tais como os agrupamentos religiosos que utilizam-se de plantas em rituais propiciatórios e de cura, têm, também, seus próprios sistemas classificatórios, considerando, ainda, os sistemas de classificação das doenças.

Conhecer esses sistemas é importante, a fim de se poder entender o papel das plantas nos processos médico-terapêuticos adotados pelos grupos.

Devemos nos lembrar que a Etnobotânica, considerada o casamento da Etnologia com a Botânica, foi por muito tempo considerada disciplina de caráter não científico por tratar de questões puramente subjetivas, envolvendo a relação homem-planta, apenas em seu significado cultural. Porém, com a adoção das técnicas qualitativa e quantitativa nas metodologias aplicadas, esta área da Botânica vem trazendo grandes contribuições ao meio científico.

Está no emprego da técnica qualitativa a importância da Etnografia, caracterizada pela presença do pesquisador em campo, de forma a permitir-lhe apreender o ponto de vista dos outros, partilhando sua realidade (Boumard, 1999). É, somente, quando em campo que o pesquisador tem a oportunidade de descrever tudo que vê e ouve, de forma a reunir subsídios de grande importância quando da interpretação e explicação dos fatos observados.

A técnica quantitativa baseada na linguagem matemática permite dados estatísticos, visando o conhecimento objetivo passível e verificação e de comprovação empírica sobre o objeto de sua pesquisa. Por meio da quantificação, será possível agrupar os

Foto 3.- Entrevista com “juremeiro”



Indivíduo que se utiliza do “vinho da Jurema”, à base de *Mimosa hostilis* Benth. (Leguminosae, Mimosoideae), em rituais de cura.

dados levantados e construir tabelas que servirão de base para os tratamentos estatísticos, podendo-se determinar, em termos numéricos, a probabilidade de acerto de determinada conclusão, como, também, a margem de erro de um valor obtido (Gil, 1999).

Com base no conhecimento científico dos valores das plantas medicinais empregadas, os dados estatísticos poderão oferecer de modo objetivo, subsídios que permitam compreender seus usos nas terapias aplicadas na medicina popular. Importante lembrarmos que os dados objetivos podem estar calcados nas idéias subjetivas presentes nas descrições dos quadros nosológicos apresentados pelos informantes. Daí a importância das técnicas qualitativa e quantitativa caminharem juntas, visto se estar lidando com significados culturais.

Assim, Etnofarmacobotânica vem oferecendo grandes contribuições ao meio científico:

- a. na descoberta de substâncias de origem vegetal com aplicações na medicina e indústrias, devido ao crescente interesse pelos compostos químicos naturais;
- b. em busca do conhecimento e preservação de drogas vegetais e seu efeito no comportamento individual e coletivo dos usuários, frente a determinados estímulos culturais ou ambientais;
- c. em busca do reconhecimento e preservação de plantas potencialmente importantes em seus respectivos ecossistemas;
- d. voltada à documentação do conhecimento tradicional e dos complexos sistemas de manejo e conservação dos recursos naturais dos povos tradicionais (Albuquerque, 2002).

Pesquisas entre os índios Krahô, pertencentes ao tronco macro-jê, da família jê e língua timbira, ao norte do Estado do Tocantins, região de cerrado, já mencionados, permitiram identificar 167 espécies vegetais usadas com fins medicinais, todas nativas da flora brasileira. Desse total, 138 tem algum tipo de influência sobre o sistema nervoso central, sendo plantas que podem promover alterações comportamentais de humor ou cognição, ou, ainda para aumentar a força, usada em competições. Com essas 138 espécies, são preparados 298 receitas usadas em 51 tipos de indicações terapêuticas, destacando que uma planta pode ser usada para mais de uma finalidade, conforme foi documentado pela pesquisa.

Deduz-se desta pesquisa, a importância de se resgatar das comunidades indígenas ou, mesmo, dos descendentes de suas respectivas etnias, esse saber sobre as plantas que curam, enquanto tal conhecimento é, ainda, resguardado pelos grupos. Neste sentido, buscando resgatar essa cultura por nós mesmos desprezada, trabalho semelhante foi desenvolvido na Argentina por Chifa e Ricciardi (2001), junto a habitantes da região chaquenha, para o levantamento das plantas de uso na medicina vernácula por indígenas das etnias Toba, Wichi e Mocoví que, em número aproximado de 30.000, habitam atualmente, o Chaco. A publicação desta importante pesquisa, transcrita em castelhano e nos idiomas das respectivas etnias, constitui em mais uma importante contribuição à comunidade científica voltada ao conhecimento da flora medicinal de nosso continente.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Carlos Chifa, Professor Titular de Farmacobotânica da Facultad de Agroindustrias, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, especialista em Etnofarmacobotânica, pela preciosa colaboração, cujas sugestões foram transcritas dos inúmeros diálogos mantidos durante a elaboração de *Etnofarmacobotânica-Conceituação e metodologia de Pesquisa*.

À doutora em Antropologia pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Rita Amaral, por ter acompanhado todo o processo de elaboração da referida metodologia, com

leituras críticas e discussões sobre o tema, de forma a tornar o texto bastante objetivo.

Aos Professores Doutores Maria Luiza Faria Salatino e Antonio Salatino, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, pela leitura cuidadosa e crítica do manuscrito, assim como pelas sugestões que permitiram o enriquecimento da redação final do texto.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, U.P. (2002). *Introdução à Etnobotânica*. Bagaço, Recife.
- Boumard, P. (1999) "O lugar da Etnografia nas epistemologias construtivistas". *Revista de Psicologia Social e Institucional* Vol.1(2) novembro [on line] <<http://www2.uel.br/ccb/psicologia/revista/textov1n22.htm>> [Consulta: 4 de Julho de 2002].
- Camargo, M.T.L.A. (2003). *Etnofarmacobotânica. Conceituação e metodologia de Pesquisa*. Humanitas, FFLCH. Universidade de São Paulo, São Paulo, Terceira Margem Editora Didática.
- Chifa, C. y Ricciardi, A.I. (2001). Plantas de uso en medicina vernácula del centro del Chaco Argentino. *Micelánea* 117, Fundación Miguel Lillo.
- Dantas, B.G. (1997). *Xocó (Grupo indígena em Sergipe)*. Aracaju: s/ed.
- Gil, A.C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5ª ed. Atlas, São Paulo.
- Lévy-Strauss, C. (1975). *Antropologia estrutural*. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
- Lévy-Strauss, C. (1989). *Arte, Linguagem, Etnologia* (Entrevistas com Lévi-Strauss). Papirus, Campinas.
- Montiel, O.G. (1988). "Alucinógenos y chamanismo: consideraciones sobre el poder del lenguaje y el lenguaje del poder". En: *Memorias del Segundo Coloquio de Medicina Tradicional - Un saber en recuperación*. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM.
- Rodrigues, E. (2001). *Usos rituais de plantas que indicam ações sobre Sistema Nervoso Central pelos índios Krahô, com ênfase nas psicoativas*. Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo Escola Paulista de Medicina, para a obtenção do título de Doutor em Ciências, São Paulo.

Anatomía floral comparada de once especies sudamericanas de *Ilex* L. (*Aquifoliaceae*) relacionadas con la yerba mate

Gustavo C. Giberti^{1,*} y Alberto A. Gurni²

¹ Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) en IQUIMEFA, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Junín 956 (1113). Buenos Aires, República Argentina. Correo electrónico: giberti@uolsinectis.com.ar.

² Profesor Titular de la Cátedra de Farmacobotánica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Junín 956 (1113) Buenos Aires, República Argentina.

* Autor a quien dirigir la correspondencia.

Resumen

Se estudia comparativamente la anatomía floral de once especies sudamericanas de *Ilex* L. que están relacionadas con el cultivo de la yerba mate y sus adulterantes y sustitutos: *Ilex argentina* Lillo, *I. brasiliensis* (Sprengel) Loes., *I. brevicuspis* Reissek, *I. chamaedryfolia* Reissek, *I. dumosa* Reissek, *I. integerrima* (Vell.) Reissek, *I. microdonta* Reissek, *I. paraguariensis* A. St. Hil., *I. pseudobuxus* Reissek, *I. taubertiana* Loes. e *I. theezans* C. Martius ex Reissek. Mediante un estudio ilustrado comparativo de secciones longitudinales y transversales de botones florales maduros de estas especies, ha sido posible esbozar un patrón histológico común de sus flores y confirmar su condición gamopétala. Asimismo, se informan sus pequeñas diferencias cuali y cuantitativas. Los datos que se presentan sobre la estructura interna de las flores, nueve de las once especies estudiadas, son originales.

Comparative flower anatomy of eleven South American *Ilex* L. (*Aquifoliaceae*) species related to yerba mate

Summary

Flower anatomy of the following eleven South American *Ilex* species, which are related to yerba mate and its substitutes/adulterations, was compared: *Ilex argentina* Lillo, *I. brasiliensis* (Sprengel) Loes., *I. brevicuspis* Reissek, *I. chamaedryfolia* Reissek, *I. dumosa* Reissek, *I. integerrima* (Vell.) Reissek, *I. microdonta* Reissek, *I. paraguariensis* A. St. Hil., *I. pseudobuxus* Reissek, *I. taubertiana* Loes. and *I. theezans* C. Martius ex Reissek. Through an illustrated study of transversal and longitudinal sections from the mature floral buds of these species, a common histological pattern for pistillate and staminate flowers was confirmed, as well as their gamopetalous condition. Additionally, minor quantitative and qualitative specific differences among these species are reported. Novel data for nine of these taxa are presented.

Palabras clave: Anatomía floral - *Ilex* - América del Sur - yerba mate.

Key words: Flower anatomy - *Ilex* - South America - yerba mate.

Introducción

Generalidades

El género *Ilex* L. (*Aquifoliaceae*)—bastante difundido en el Neotrópico—no es demasiado abundante en representantes en el Cono Sur de Sudamérica. A pesar de que la especie de mayor importancia económica, *I. paraguariensis* A. St. Hil., la “yerba mate”, es nativa de la región, y que se cultiva para obtener las materias primas utilizadas en una infusión estimulante.

Coexisten con la especie de cultivo cierto número de especies cogenéricas, de las cuales la mayoría son o han sido mencionadas como sustitutos o adulterantes (Giberti, 1989). Históricamente, las sustituciones de la yerba mate se producen en tiempos de escasez de materias primas; es decir, que ocurre en momentos en que el abastecimiento de los secaderos y los molinos yerbateros está amenazado por la escasez de oferta de yerba para elaborar. Esta situación determina no solamente la aparición de algunos sustitutos y adulterantes, muchos de ellos cogenéricos, sino también la industrialización de ramas cosechadas en períodos del año que no son precisamente convenientes y, que por diversos motivos pueden incluir materiales ya florecidos o fructificados.

Es decir, que a la micrografía de los órganos vegetativos—partes utilizadas por la industria—de la yerba mate y sus sofisticaciones, debe agregarse la de órganos reproductivos, aunque no se sabe demasiado acerca de la organografía floral en estas especies.

En términos generales, la biología de las especies de *Ilex* de Sudamérica está relativamente poco estudiada, a pesar de la publicación de varios trabajos en los últimos diez años (Giberti, 2001; Gottlieb y col., 2005).

Un registro de los datos histológicos de las flores de este género revela sorprendentemente una exigua cantidad de entidades estudiadas: en el conjunto de la bibliografía exo y endomorfológica de las Aquifoliáceas, las referencias a la anatomía floral son relativamente escasas (Giberti, 2001). Solamente el trabajo de Schoenberg y Dinoutti (1989) es explícito con referencias a la totalidad de los ciclos florales, tanto para las flores pistiladas como para las estaminadas de *I. paraguariensis*.

Si bien es ampliamente conocida la relevancia que la morfología de los órganos reproductivos tie-

ne en la sistemática vegetal, en el caso específico de *Ilex*, como ya se expresó, la mayoría de los trabajos destaca la importancia sistemática de la arquitectura de las inflorescencias (Loesener, 1901, 1908, 1942; Loizeau y Spichiger, 1992; Coelho y Mariath, 1996), en detrimento de las consecuencias taxonómicas de la exo y la endomorfolología floral; quizás se deba a que el número de especies cuya anatomía floral ha sido tratada es muy escaso en relación con las más de 400 especies del género conocidas en el planeta.

Especies con datos de anatomía floral recopiladas

I. amara (Vell. Conc.) Loes.

I. aquifolium L.

I. cornuta Lindl. & Paxt.

I. crenata C. R. Thunb. ex A. Murray

I. dahoon Walter

I. decidua Walter

I. montana Torrey & A. Gray

I. nitida (Vahl.) Maximowicz

I. opaca Ait.

I. paraguariensis A. St. Hil.

I. verticillata (L.) A. Gray

I. vismiifolia Reissek

I. vomitoria Ait.

Se desprende de esta lista de especies que, con excepción de *I. amara*, *I. paraguariensis* e *I. vismiifolia*, existen pocos estudios publicados sobre la anatomía floral de las especies sudamericanas, y que tampoco hay tratamientos comparativos para ellas. Esto es crítico, pues Sudamérica, que tiene un total de especies cuyas estimaciones oscilan en alrededor de 220 (Giberti, 1995), constituye un importante centro de diversificación de esta familia y, para toda América, se estiman cerca de 300 (Loizeau, 1994).

En consecuencia, se presentan aquí características de la estructura interna de flores estaminadas y pistiladas de algunas especies de *Ilex*, de la parte austral de Sudamérica. Se carecía totalmente de referencias sobre la anatomía floral de ciertas especies: (*I. argentina* Lillo, *I. brasiliensis* (Sprengel) Loes., *I. chamaedryfolia* Reissek, *I. dumosa* Reissek, *I. integerrima* (Vell.) Reissek, *I. microdonta* Reissek, *I. pseudobuxus* Reissek, *I. taubertiana* Loes. e *I. theezans* C. Martius ex Reissek). Asimismo, se aportan informaciones de la histología floral de otras especies ya relevadas en ese aspecto, como *I. paraguariensis* e *I. brevicuspis* Reissek.

Figura 1.- Corolas de flores de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) dispersas por el suelo de una plantación luego de la antesis



Como se sabe, el botánico que busca a campo determinados grupos de especies latifoliadas arbóreas con flores poco vistosas, puede experimentar dificultades en ambientes de pluvisilvas tropicales o subtropicales para, desde el suelo, visualizarlas en la copa de los árboles. Las Aquifoliaceae sudamericanas no escapan a esta situación, pues sus pequeñas flores blanquecino-verdosas, agrupadas en inflorescencias poco visibles, no se detectan bien entre el alto canopeo. Sin embargo, en época de floración, una peculiaridad de estas flores ayuda al hallazgo e identificación a campo de los árboles del género *Ilex*: las corolas completas y el androceo adnato en estas flores se desprenden y caen después de la antesis. Por lo tanto, el hallazgo de las corolas desprendidas en el suelo (Figura 1) es un buen indicador de la presencia de individuos de *Ilex* en las cercanías.

Esta evidencia empírica, unida al hecho contradictorio de que en algunos tratamientos sistemáticos de principios del siglo XX (Engler y Diels, 1936), sumado a la evidencia contemporánea de ciertos estudios florísticos (Loizeau, 1994) que mencionan para el género la condición dialipétala, sugieren, entre otros motivos, acometer el estudio de la anatomía floral de algunas especies de la zona austral de Sudamérica de *Ilex* L.

Ciertamente que la anatomía floral en una familia de posición sistemática discutida hasta la actualidad, como es el caso de las Aquifoliaceae, así como su característica dioecia y la recopilación de antecedentes relacionados con la determinación del sexo, son factores importantes para realizar este estudio.

No se consideraron en este trabajo las implicancias de la intrincada y tan discutible clasificación infragenérica del género *Ilex* de Loesener (Loesener, 1901, 1908, 1942).

Nociones sobre la expresión morfológica de la sexualidad y exomorfología en Ilex

Las especies pertenecientes a *Ilex* son dioicas; es decir, presentan flores unisexuales en individuos separados (Obeso y col., 1998). Así, tanto las flores pistiladas (femeninas), como las estaminadas (masculinas) presentan rudimentos abortados de órganos reproductivos del género opuesto, denominados, respectivamente, estaminodios (estambres estériles) y pistilodios (gineceos no funcionales).

Ilex es un taxón subdioico (Bawa, 1980); sin embargo, la bibliografía señala la existencia de especies polígamo-dioicas en el género, es decir la presencia de plantas estaminadas o pistiladas que asimismo exhibirían algunas flores perfectas o hermafroditas (Peterken y Lloyd, 1967). Pero, la ocurrencia de plantas de ese tipo parece ser excepcional en la naturaleza. Hibberd (1877) aportó descripciones poco fidedignas de la ocurrencia de este fenómeno y Loesener (1942), trató el tema para la especie europea *I. aquifolium* L.

Como se expresó, la existencia de órganos reproductivos rudimentarios estériles (estaminodios en flores pistiladas o pistilodios en flores estaminadas), suele ser la causa más común de interpretaciones erróneas sobre su supuesto carácter hermafrodita (Loizeau, 1994). Por otro lado, en *I. paraguariensis* no se ha probado la existencia de cromosomas sexuales (Barral y col., 1995), aun cuando se ha detectado (con bajas frecuencias: 5%) un bivalente fuera de placa, que migra anticipadamente (Niklas, 1987). Este migrante fue interpretado como heteromórfico y se le ha atribuido la condición de cromosoma sexual (Andrés y Saura, 1945).

Asimismo, si se considera que la dioecia es un carácter derivado y no ancestral para las Aquifoliaceae, y como la expresión del sexo puede llegar a modificarse ante variaciones en las condiciones ambientales —inclusivo las inducidas artificialmente (Heslop-Harrison, 1956; Bawa, 1980; Foltan y Lüdders, 1994)— en el caso especial de *Ilex*, las térmicas, se constata la inducción de trioecia por altas temperaturas (Prat Kricun, comunicación personal).

En estado silvestre, la existencia de individuos estaminados con escasos pistilodios transformados

en frutos se verifica muy raras veces, como en *I. affinis* Gardner (Giberti, 1994a), lo que parece ser un fenómeno teratológico. El control genético de estrategias de expresión sexual en vegetales, como dioecia, trioecia, entre otros, no es un tema que haya sido suficientemente estudiado (Dudley y col., 2001); las Aquifoliáceas son un claro ejemplo de esa carencia de datos precisos.

Descripción exomorfológica de la flor

En todo el género *Ilex* las flores son unisexuales, actinomorfas, hipóginas, 4- a polímeras, simpétalas, con estambres libres, sincárpicas, y predominantemente tetrámeras. En algunas especies, preferentemente en las de climas tropicales y subtropicales, el número de piezas que integran cada ciclo floral es generalmente mayor que 4, con frecuencia, 5, 6 ó 7, fenómeno más común en las flores terminales que en las laterales de las inflorescencias.

En casi todos los representantes de la familia, los sépalos están soldados. El cáliz, formado por sépalos glabros o pubescentes, de margen entero o ciliado, persiste en el fruto maduro. La corola está integrada por pétalos casi siempre de prefloración imbricada, cohesionados (Raven y Weyers, 2001), y generalmente la soldadura de las piezas de este verticilo entre sí se produce en sus bases (Loizeau, 1994) y es, como se dijo, caduca, junto con el androceo después de la antesis (Figura 2). No obstante, los limbos de los pétalos a veces están bien separados, razón por la cual en el sistema Engler-Diels (Engler y Diels, 1936) la familia fue considerada entre las Arquiclamídeas o Dialipétalas.

El androceo de las flores estaminadas, compuesto por un número pequeño de estambres alternipétalos, está adherido –adnato– (Raven and Weyers, 2001) a la corola por las bases de los filamentos. Las anteras son basifijas, introrsas, de dehiscencia longitudinal. Los filamentos son glabros, de longitud variable según las especies, y así se determina si los estambres maduros están exertos o insertos en la flor.

El gineceo fértil de las flores pistiladas, sésil, está conformado por un número variable de carpelos totalmente soldados. Según las especies, el estigma de la flor pistilada, de tipo húmedo no papiloso (Heslop-Harrison y Shivanna, 1977), discoideo, mamiforme (Figura 3) o capitado (Hu, 1949), puede ser sésil o subsésil, y solamente se advierte en la última condición un brevísimo estilo (como sucede en *I. dumosa* var. *guaranina* cfr. Giberti, 1979).

El ovario tiene forma ovoidea a subesférica. El número de lóculos que se forman en el ovario (según las especies, desde 4 a excepcionalmente 24), se corresponde con el número de carpelos. Dentro de los lóculos existe por lo general un solo óvulo péndulo, apótropo (anátrópo con rafe orientado hacia el interior del lóculo y micrópila hacia arriba) desarrollado, en placentación axilar. Los óvulos son unitegmentados (Shamrov, 2000; Albach y col., 2001), uniseminados, endospermados y presentan, en algunas especies, una conspicua protuberancia funicular, que fue interpretada por Loesener (1919) como un arilo; por Herr (1959), como rudimentos de un segundo óvulo locular, y por Schoenberg y Dinoutti (1989) como un obturador. El polen es tricolporado, suboblato, de subprolado a prolado (Anzotegui y Garralla, 1986).

Las flores son pequeñas: los sépalos miden aproximadamente 1mm por 1 mm, los pétalos oscilan entre 3 y 10 mm de largo, el gineceo no llega a los 2 mm de altura y los estambres apenas lo sobrepasan. Los pedicelos miden aproximadamente 5 mm, por lo general presentan dos ferofilos (bractéolas) y con frecuencia son esparcidamente pubescentes.

En las especies sudamericanas, en general las descripciones exomorfológicas de flores pistiladas y estaminadas están poco detalladas (Clos y Bellati, 1937). Se las puede encontrar en algunos trabajos aislados (Shemluck, 1979) y en tratamientos florísticos regionales (Edwin y Reitz, 1967; Giberti, 1979, 1994a, 1994 b). Para algunas especies estas publicaciones a veces carecen de los datos descriptivos de alguno de ambos sexos, debido a la carencia de buenos materiales de herbario correspondientes.

Por otro lado, se conocen datos palinológicos de varias especies actuales sudamericanas como *I. brasiliensis* (Sprengel) Loes., *I. glaucophylla* J.A. Steyermark, *I. guianensis* (Aublet) O. Kuntze, *I. jenmanii* Loes., *I. petiolaris* Benth., *I. retusa* Klotzsch, *I. teratopsis* Loes., *I. theezans* C. Martius ex Reissek (Lobreau-Callen, 1975); *I. paraguariensis* A. St. Hil. (Martin, 1977), entre otras y, además, de cierto número de especies fósiles (Anzotegui y Garralla, 1986).

Materiales y métodos

Material examinado histológicamente

Todas las muestras estudiadas en este trabajo provienen de fijaciones hechas en formol aceto

alcohólico (FAA) a partir de ejemplares vivos; solamente el material correspondiente a *I. brasiliensis* proviene de herbario. Se citan e ilustran los ejemplares con preparaciones microscópicas exitosas, ya que en los casos ensayados sobre material de herbario rehidratado, los preparados defectuosos impidieron su estudio.

Debe tenerse en cuenta también que para algunas de las especies estudiadas no fue posible examinar equitativamente ambos sexos o etapas ontogénicas estrictamente comparables debido a que no se dispuso de botones florales en cantidad suficiente.

Las estructuras florales solamente pueden ser bien estudiadas histológicamente cuando las técnicas de fijación son adecuadas y oportunas. Además, con frecuencia la interpretación de la anatomía más precisa requiere estudiar toda la ontogenia del órgano. Inclusive con muestras preparadas *ad hoc* para histología, algunas características embriológicas son extremadamente exigentes en cuanto a técnicas de fijación y escapan a la metodología convencional, más allá de requerir múltiples oportunidades de muestreo a lo largo del desarrollo de la flor, que no se han podido satisfacer plenamente en este estudio, pues requerirían una atención permanente junto al árbol. A todas estas consideraciones se suma el problema de una ontogenia asincrónica, por lo cual tampoco se encararon particularidades embriológicas de las flores estudiadas.

Los números de las muestras estudiadas anatómicamente se detallan en el siguiente párrafo. La muestra del ejemplar de *I. brasiliensis* fue hervida en agua antes de su fijación en FAA, como el resto de los materiales.

- *I. argentina*: ARGENTINA. Prov. Tucumán: Dpto. Yerba Buena, Cumbres de San Javier, ruta provincial 338, aprox. 4 km al SO de Anta Muerta, X-1992, Giberti 383 (BAF); *ibid.* ruta prov. 338, aprox. 3,9 km al SO de Anta Muerta, X-1992, Giberti 384 (BAF). Dpto. Monteros, Quebrada de los Sosas, km 29, X-1992, Giberti 386 (BAF).

- *I. brasiliensis*: PARAGUAY. Amambay; Capitán Bado, Sierra de Amambay, barranca de arroyo, IX-1921, Rojas 3926 (BAF).

- *I. brevicuspis*: ARGENTINA. Prov. Misiones. Dpto. San Pedro; Ruta nacional 14 en dirección NE, aprox. 2 km después del cartel de Policía de Tobuna, a la vera del camino; XI-1986; Giberti y Daviña 204 (BACP). BRASIL. Est. Parana. Mun. Guará; Ruta BR 277, Floresta de Guará; XI-1990, Giberti y otros

313 (BAF).

- *I. chamaedryfolia*: BRASIL. Est. Parana. Mun. Quatro Barras; Parque Marumbi, a la vera de Estrada da Graciosa, cima del Morro Sete; XI-1989; Giberti y otros 271 (BAF).

- *I. dumosa*: ARGENTINA. Prov. Misiones: Dpto. Oberá; Ruta 14, en chacra propiedad Kenski a la vera del camino; XI-1988; Giberti y Fontana 222, 223 (BAF). BRASIL. Est. Santa Catarina. Mun. Canoinhas; Reserva IBDF Três Barras; XI-1988; Giberti y otros 237, 238 (BAF).

- *I. integerrima*: BRASIL. Est. Parana. Mun. Guará; Ruta BR 277, Floresta de Guará; XI-1990; Giberti y otros 315 (BAF). Camino de Tijucas do Sul a Agudos do Sul, monte natural raleado a ambos lados de la ruta; XI-1989; Giberti y otros 277 (BAF).

- *I. microdonta*: BRASIL. Est. Parana. Mun. Quatro Barras; Parque Marumbi, a la vera de Estrada da Graciosa, cima del Morro Sete; XI-1989; Giberti y otros 270 (BAF). Est. Rio Grande do Sul. Mun. Cambará, Faxinal do Itambezinho, 10 km Aparados da Serra, X-1991, Giberti y otros 364 (BAF).

- *I. paraguariensis*: BRASIL. Est. Rio Grande do Sul. Mun. Campo Novo; en fazenda con erval viejo; X-1992; Giberti y otros 395 (BAF).

- *I. pseudobuxus*: BRASIL. Est. Rio Grande do Sul. Torres a aproximadamente 4 km al N, en camino hacia los médanos desde la ruta costera, en bosquecillo de restinga, aproximadamente 29° 20' S, 49° 43' O; X-1991; Giberti y otros 369 (BAF).

- *I. taubertiana*: BRASIL. Est. Parana. Mun. Quatro Barras; Parque Marumbi, en ladera del Morro Sete, a la vera de Estrada da Graciosa; XI-1989; Giberti y otros 267 (BAF). Est. Rio Grande do Sul. São Francisco de Paula, II-1992, Prat Kricun y otros 233 - col. INTA 124- (BAF).

- *I. theezans*: BRASIL. Est. Santa Catarina. Mun. Canoinhas; 32 km al O de Canoinhas, al borde rodovía BR 280; XI-1988; Giberti y otros 235 (BAF). Est. Rio Grande do Sul. Mun. Itapuca; en bosquecillo nativo a la vera de arroyo en fazenda del Sr. Gaspar; X-1992; Giberti y otros 415 (BAF).

Técnicas anatómicas

Para su estudio anatómico, inflorescencias estaminadas y pistiladas de ambas especies se fijaron a campo en FAA durante 48 horas por lo menos, modificación de la técnica de Johansen (1940).

Con el único objetivo de establecer comparaciones entre las especies estudiadas, se seleccionaron

botones florales que, por su apariencia externa, se suponían ontogenéticamente equivalentes. En caso contrario, la experiencia previa en el género sugiere dificultades pues aun en estos casos, el grado de madurez relativa de las flores de un mismo individuo es desparejo. Esto es particularmente crítico cuando se encaran estudios citológicos: la microesporogénesis tiene una madurez despareja en las flores o incluso en las anteras de un mismo individuo, con flores exomorfológicamente similares (Barral y col., 1995).

La megagametogénesis puede variar considerablemente entre individuos de la misma especie. Ese asincronismo morfológico y fisiológico durante la ontogenia persiste igualmente en el desarrollo de los frutos y las semillas, que aunque en su parte externa parezcan igualmente maduras, suelen presentar diferentes etapas en el desarrollo del embrión (Niklas, 1987; Ferreira y col., 1995).

Las muestras preseleccionadas para la obtención de secciones de estas flores se lavaron en agua repetidas veces y se conservaron en alcohol etílico 70° hasta el momento de proceder a deshidratarlas, incluirlas, cortarlas y colorearlas (Locquin y Langeron, 1985). Una vez preparados los bloques de parafina según los procedimientos convencionales, se realizaron cortes seriados longitudinales y transversales de los botones florales estaminados y pistilados. El espesor de las secciones varió según los casos entre 10 y 15 µm, utilizando un microtomo rotatorio marca Reichert. Luego los cortes fueron coloreados con las tinciones de safranina, safranina *-fast green* o de safranina- azul de Alciana, según los protocolos del Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Inglaterra. Los preparados definitivos fueron montados en bálsamo de Canadá o, alternativamente, en Canadax™.

A efectos comparativos, para este trabajo se consideraron solamente los cortes transversales de botones florales hechos en tres niveles: superior (afectando estambres o estaminodios, y el extremo del pistilodio o del gineceo), medio (a mitad de la altura del pistilodio o del gineceo) y basal (zona de unión de los lóbulos de los pétalos en un tubo corolino).

Las fotografías histológicas que se presentan se obtuvieron mediante: 1) un microscopio esteoscópico marca Zeiss provisto de una cámara adaptable MC 63, utilizando aumentos de 32x ó 50x, y 2) un fotomicroscopio marca Nikon. Las películas fotográficas fueron emulsiones para diapositivas

de sensibilidad; para copias en papel se usó 100 ISO-21 DIN.

Resultados

La anatomía de las flores en las especies estudiadas denota variaciones según la ontogenia en las flores postiladas y estaminadas: la madurez relativa de las flores es variable, inclusive entre los pimpollos pertenecientes a un mismo dicasio (que en el género es la inflorescencia elemental). No obstante, es posible esbozar un patrón común en la estructura interna floral, que se explica con referencia a las secciones longitudinales de los botones florales maduros (Figuras 3 y 4) y a secciones transversales efectuadas sobre botones florales con desarrollo equivalente en los tres niveles indicados en las figuras 3 y 4. Se describe entonces una conformación histológica general de cada uno de los sexos tal como fue encontrada en el conjunto de las especies estudiadas.

Flores pistiladas (♀)

La transección en el nivel superior, cercano al ápice del botón floral (Figura 5), interesa tanto a los pétalos como a los estaminodios y, eventualmente (según la especie tratada), también al ápice del gineceo (Figuras 5 y 6). Los pétalos tienen una histología casi foliar, con ambas epidermis (adaxial y abaxial) uniestratificadas y un mesófilo homogéneo, con un número variable de haces vasculares muy reducidos. En algunas especies (Tabla 1) como *I. paraguariensis*, las células de la epidermis adaxial de los pétalos es ligeramente papilosa (muy raramente la epidermis abaxial también lo es). No se pudo verificar en este estudio la existencia en los pétalos de papilas tan notables como las descritas por Schoenberg y Dinoutti (1989).

Los estaminodios (Figuras 3 y 5) exhiben anteras con sacos polínicos que contienen restos de tejidos juveniles colapsados, o vacíos (Figura 5), y nunca tienen granos de polen, como sucede en los estambres fértiles de las flores estaminadas (Figura 4). Sus anteras tampoco muestran un endotecio diferenciado y los haces vasculares, tanto de la antera como el del filamento, son más reducidos que en los estambres fértiles. En el material examinado en este estudio nunca se observaron casos de estaminodios transformados en pétalos o en estructuras transicionales, como lo informan Loesener (1942) y Schoenberg y Dinoutti (1989).

Gineceo

La epidermis del estigma tiene células de contenido denso pero no se observaron papilas estigmáticas. En vivo y macroscópicamente, la superficie del estigma está surcada y es húmeda. Según la exomorfología característica de cada especie y de acuerdo con el tipo de estigma –mamiforme, discoide o capitado– (Hu, 1949) se detecta una progresiva disminución de los tejidos glandulosos de la epidermis estigmática (se los observa progresivamente confinados a la periferia de la sección transversal del gineceo). Este proceso es acompañado por la aparición del parénquima fundamental del ovario (Figura 5), que rodea un tejido de transmisión (tejido estigmatoide) en el centro del órgano, (responsable de la estimulación del crecimiento del tubo polínico desde la superficie estigmática hasta la micrópila del óvulo).

En especies como *I. integerrima* o *I. theezans*, el acompañamiento vascular del tejido de transmisión llega casi al nivel del ápice del estigma. En sección transversal, el tejido de transmisión presenta tantas

ramas como lóculos o carpelos componen el ovario de cada flor en particular. El tejido de transmisión deja en el centro, en grado variable según la especie tratada, una cavidad que progresivamente se va ampliando a medida que desciende el nivel del corte en la flor. Este conducto de enlace entre el estigma y las cavidades locales se denomina cómpito (Figura 3) (Carr y Carr, 1961); posibilita que los tubos polínicos puedan cruzarse entre diversos carpelos (Endress, 1983; Endress e Igersheim, 2000).

Por otro lado, Schoenberg y Dinoutti (1989) llaman atrio al cómpito, y lo asimilan a una cavidad de ubicación comparable que se da en el pistilodio o gineceo estéril de estas especies. Cada una de las ramas del tejido de transmisión es acompañada por cierto número de haces vasculares placentarios. El número de haces placentarios por cada rama del tejido de transmisión se modifica según el nivel de corte (de acuerdo con el número de ramificaciones o fusiones que sufre cada haz vascular) y depende también de la vascularización floral propia de cada especie.

Tabla 1.- Distribución comparativa de los caracteres anatómicos en las especies estudiadas

Especie	Papilas adaxial pétalos	Papilas abaxial pétalos	Papilas epidermis pistilodio	Papilas atrio pistilodio	Papilas epidermis estambre	Papilas epidermis estaminodio	Endotecio conspicuo
<i>I. argentina</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>I. brasiliensis</i>	+	-	+	+	+	(-)	(+)
<i>I. brevicuspis</i>	+	-	+	+	+	+	-
<i>I. chamaedryfolia</i>	+	-	+	+	++	(-)	++
<i>I. dumosa</i>	-	-	+	-	+	-	-
<i>I. integerrima</i>	-	-	++	+	-	+	-
<i>I. microdonta</i>	+	-	+	+	+	-	+
<i>I. paraguariensis</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>I. pseudobuxus</i>	-	+	(-)	(-)	(-)	+	-
<i>I. taubertiana</i>	-	+	(-)	(-)	(-)	+	-
<i>I. theezans</i>	-	-	+	+	-	+	-

Especie	Pétalos envolventes	Mesófilo pétalos coloreados	Inervación conspicua gineceo / pistilodio	Drusas gineceo	Drusas estaminodios	Drusas estambres	Drusas pétalos
<i>I. argentina</i>	-	-	-	-	-	-	++
<i>I. brasiliensis</i>	-	(-)	(-)	-	-	+	+
<i>I. brevicuspis</i>	-	-	++	-	-	-	-
<i>I. chamaedryfolia</i>	-	-	(-)	-	-	-	-
<i>I. dumosa</i>	++	-	+	-	-	-	-
<i>I. integerrima</i>	-	++	++	-	-	-	-
<i>I. microdonta</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>I. paraguariensis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>I. pseudobuxus</i>	+	-	-	+	++	(-)	-
<i>I. taubertiana</i>	-	-	-	++	-	(-)	-
<i>I. theezans</i>	-	+	++	-	-	-	-

Referencias: ++ presencia abundante; + presencia; (+) presencia dudosa; - ausencia; (-) dato faltante o muy dudoso.

Nivel medio de las transecciones

El gineceo ya exhibe en transcorte los lóculos y los óvulos (Figura 7); los estaminodios ya no existen sino como filamentos en proceso de adhesión (adnación) a la corola; la cohesión de sus pétalos comienza el proceso de formación del breve tubo corolino-estaminal (Erbar, 1991). A su vez, los filamentos de los estaminodios se aproximan progresivamente a la epidermis ventral de los pétalos, y a medida que el nivel de las secciones transversales desciende, se aproxima al receptáculo, y se insinúa la fusión de los pétalos contiguos entre sí. Finalmente, por cohesión de los pétalos se forma un breve tubo corolino-estaminal (Figura 7) al que quedan adnatos los filamentos de los estaminodios, siempre alternipétalos.

Nivel inferior de las transecciones

Hacia la base de la flor, la cohesión de los sépalos contiguos y los procesos sucesivos de su adhesión a los otros ciclos florales ocurren en un grado y un nivel de corte variable según las especies estudiadas. Además, en todos los casos se verifica una progresiva desaparición de los óvulos y luego, de los lóculos (Figura 8), en tanto que los haces vasculares se van reorientando en forma compleja.

El receptáculo (Figura 9) es histológica y progresivamente más simple y caulinar, a medida que desciende el nivel de corte, entre la flor propiamente dicha y el pedicelo, que es un eje netamente caulinar con epidermis uniestratificada, en ocasiones algo pubescente y un cilindro vascular convencional.

No se observó en ningún caso la existencia de cavidades nítidamente abiertas que comuniquen el estigma con el centro del ovario, como informó Copeland (1963) para otras especies. Se supone que el dato de Copeland es dudoso, quizás sea el resultado de artefactos durante las fijaciones y preparaciones histológicas, ya que, hasta donde se sabe, todas las Aquifoliaceae son absolutamente sincárpicas y no hay en ellas procesos de fusión parcial de las hojas carpelares como los descritos para algunas Magnoliófitas primitivas (Endress y Igershein, 2000).

Flores estaminadas (♂)

De igual forma a lo efectuado en los casos de flores pistiladas de las mismas especies, se realizó el análisis de botones florales de desarrollo equi-

valente seccionados longitudinalmente (Figura 4) y transversalmente a partir del ápice hacia su base (Figura 10). Esto permite observar la variación continua de la aparición, la histología y la progresiva fusión y desaparición de los diferentes órganos que constituyen los ciclos externos protectores de la flor (perianto) y los sexuales (androceo fértil y gineceo abortado o pistilodio) de las flores estaminadas.

En el nivel de corte más próximo al ápice, la estructura anatómica de los pétalos es similar a la de los niveles equivalentes en las flores pistiladas. En *I. integerrima*, como en todas las de las especies aquí estudiadas, tienen ambas epidermis uniestratificadas, un mesófilo homogéneo y una reducida red vascular; además, hay varias capas de células con contenidos celulares oscuros inmediatamente por dentro de la epidermis inferior (Figura 11); *in vivo*, estas flores son de pétalos blanco-violáceos, aparentemente ricos en antocianos. En otras especies, la epidermis adaxial o ventral es levemente papilosa (por ejemplo, en *I. brasiliensis*, *I. chamaedryfolia*). Además, ambas epidermis pueden tener una cutícula rugosa, como en *I. chamaedryfolia*.

Los cortes efectuados en ese nivel, normalmente afectan las anteras de los estambres. Sus tecas, siempre fértiles, tienen granos de polen en sus sacos polínicos (Figuras 11 y 12). La epidermis de la antera, uniestratificada, en algunas especies es visiblemente papilosa, con papilas de magnitud variable, por ejemplo, *I. chamaedryfolia*, (Figura 13), *I. dumosa*, *I. microdonta* e *I. paraguariensis*.

Por fuera de los sacos polínicos, el tejido subyacente a la epidermis es un endotecio—uniestratificado o biestratificado— fuera de la zona de dehiscencia de la antera.

Raramente en especies como *I. dumosa* (Figura 12) e *I. pseudobuxus*, los plegamientos de los pétalos envuelven separadamente algunas tecas por dentro del botón floral.

El ápice del pistilodio (Figura 14), exomorfológicamente indistinguible del resto del órgano (a la inversa de lo que acontece con el estigma en el gineceo de las flores pistiladas), es glanduloso-papiloso y generalmente irregular o surcado; en algunas especies es manifiestamente papiloso (*Ilex argentina*, *I. brasiliensis*, *I. brevicuspis*, *I. chamaedryfolia*, *I. integerrima*, *I. paraguariensis*, etcétera).

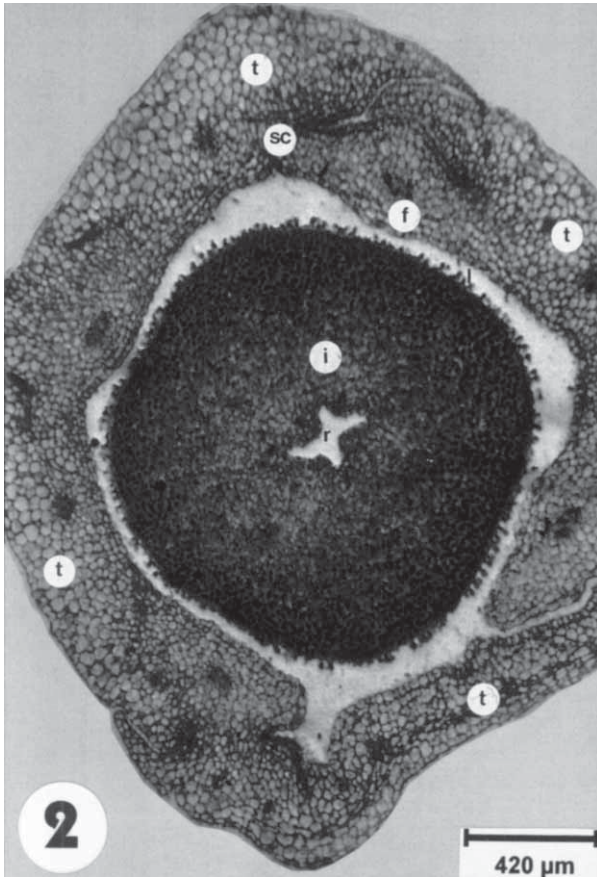
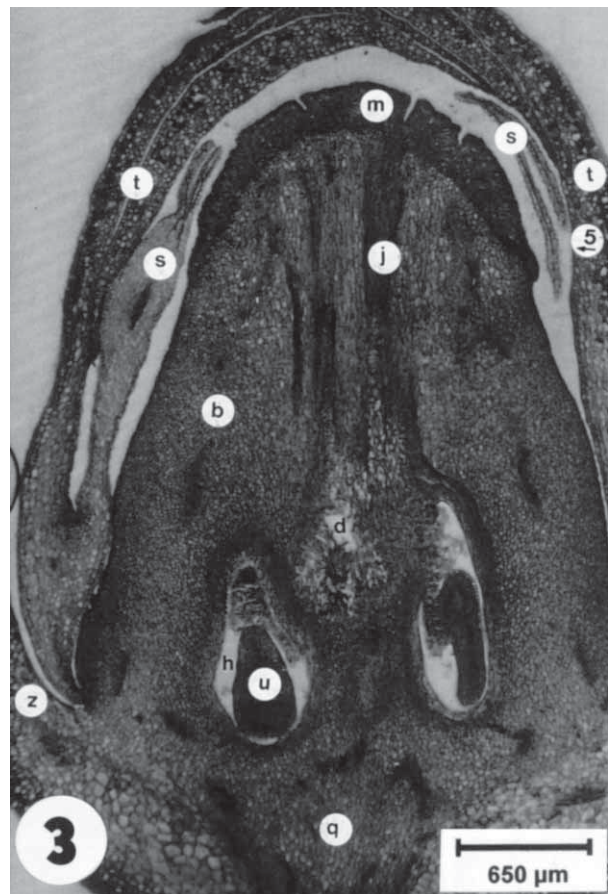


Figura 2.- Sección transversal de un botón floral estaminado de *Ilex theezans* efectuado en un nivel cercano a la base del pistilodio

El pistilodio (i) muestra una epidermis papilosa (l) y su cavidad del atrio (r) también exhibe una epidermis interna glandular. Rodeando el pistilodio, los pétalos (t) y los filamentos estaminales (f) se encuentran aún en un proceso de fusión, de esa forma conforman el tubo corolino estaminal (sc). (Leg. Giberti y otros 235).

Figura 3.- Sección longitudinal de un botón floral pistilado de *I. integerrima*

Pueden observarse los pétalos (t), estaminodios (s), ovario (b) y el estigma mamiforme (m). Dentro del ovario, cada lóculo (h) tiene solamente un óvulo (u). Se observan el tejido estigmatóide (j) que conecta la superficie externa estigmática con los óvulos, y algunas partes del cómpito (d). Los sépalos (z) están insertados por encima del receptáculo floral (q). El número que se exhibe a la derecha de la fotografía remite a la figura 5. (Leg. Giberti y otros 315).



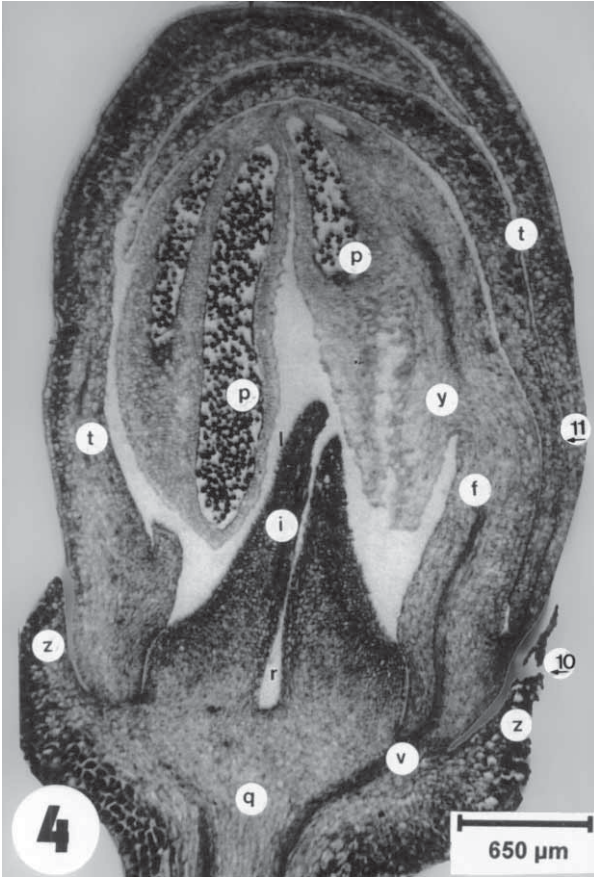


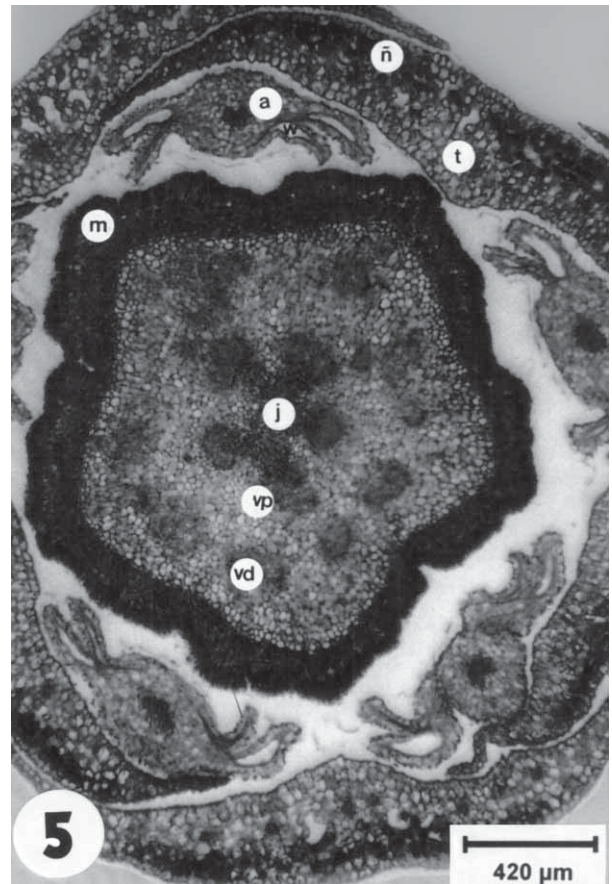
Figura 4.- Sección longitudinal de un botón floral estaminado de *I. integerrima*

Pueden verse la cavidad infundibiliforme (atrio = r) del pistilodio (i) y su epidermis externa, glándular y papilosa. Los números a la derecha de la fotografía indican los niveles aproximados de las transecciones que se muestran en las ilustraciones siguientes.

Referencias. Pétalos: t, estambres: y, sépalos: z, receptáculo: q, pistilodio: i, granos de polen: p, papilas: l, filamentos estaminales: f, atrio: r, haces vasculares: v. (Leg. Giberti y otros 277).

Figura 5.- Sección transversal de un botón floral pistilado de *I. integerrima* hecha en el nivel de corte indicado en la figura 3

Los pétalos (t) muestran ambas epidermis uniestratificadas rodeando un mesofilo pluriestratificado (ñ), algunas de cuyas células tienen contenidos celulares densamente oscuros. Las anteras (a) de los estaminodios muestran sacos polínicos estériles y vacíos (w). En la periferia del gineceo, el tejido estigmático externo (m) es cercano al tejido parenquimático fundamental del ovario, y en el centro del gineceo puede observarse un tejido estigmoide pentalobulado (j), acompañado por los haces vasculares placentarios internos (vp) y externos –dorsales– (vd). (Leg. Giberti y otros 315).



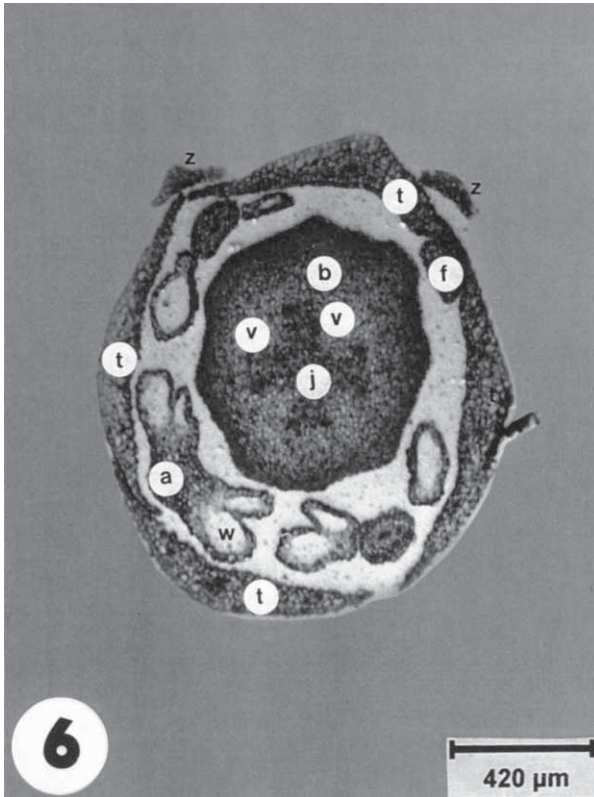


Figura 6.- Sección transversal de un botón floral pistilado de *Ilex pseudobuxus*

Desde la periferia hasta el centro de la sección se observan: dos sépalos (z) del cáliz; cuatro pétalos (t) en un proceso de incipiente fusión; tres anteras (a) de los estaminodios con sus sacos polínicos (w) vacíos y estériles; el filamento (f) de un cuarto estaminodio; el ovario (b) con un tejido estigmatoide (j) tetrarramificado ocupa el centro del órgano. Pueden verse asimismo haces vasculares (v). (leg. Giberti y otros 369).

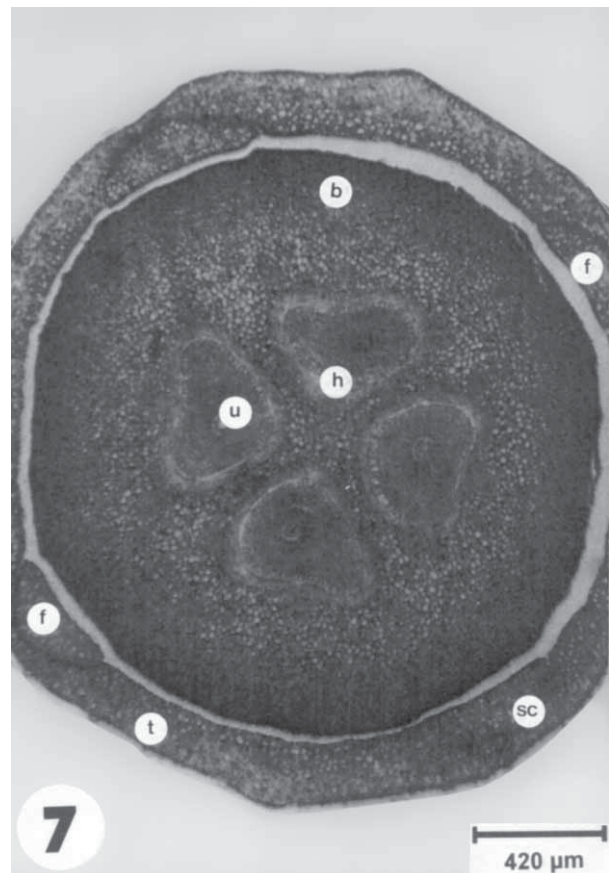


Figura 7.- Sección transversal de un botón floral pistilado de *I. taubertiana* efectuada en un nivel medio de corte

El ovario (b), que exhibe sus cuatro lóculos (h) casi completamente ocupados por óvulos (u), está rodeado por el tubo corolino-estaminal (sc), que se forma por los pétalos (t) ya fusionados y los filamentos (f) de los estaminodios; algunos de ellos todavía ligeramente separados del tubo de la corola. (Leg. Giberti y otros 267).

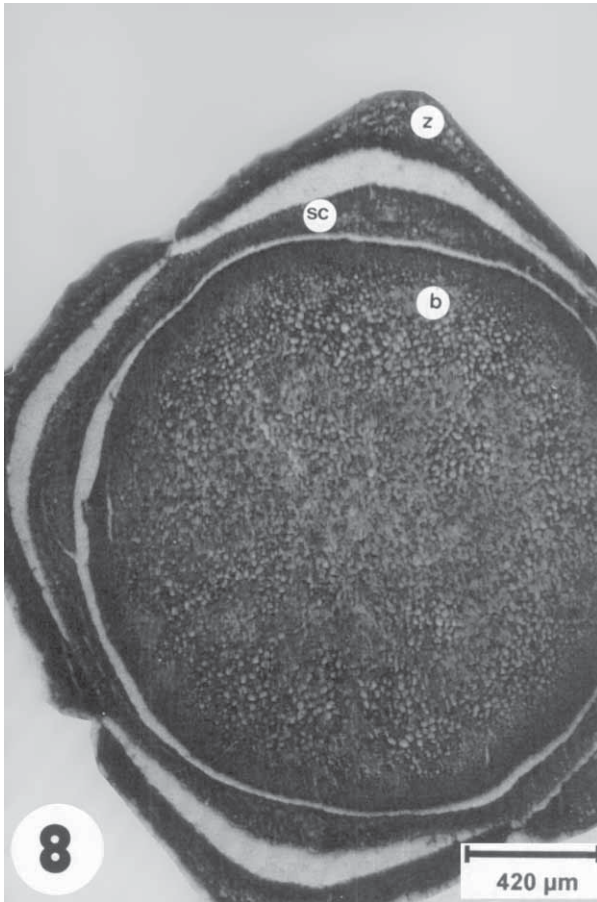


Figura 8.- Sección transversal de un botón floral pistilado de *I. taubertiana* realizada en un nivel de corte inferior al de la figura 7

Todavía pueden verse, parcialmente libres, algunos de los cuatro sépalos (z) del cáliz, rodeando al tubo corolino-estaminal (sc). El centro de la fotografía está ocupado por la base del ovario (b), donde ya no pueden ser observados los óvulos ni los lóculos. (Leg. Giberti y otros 267).

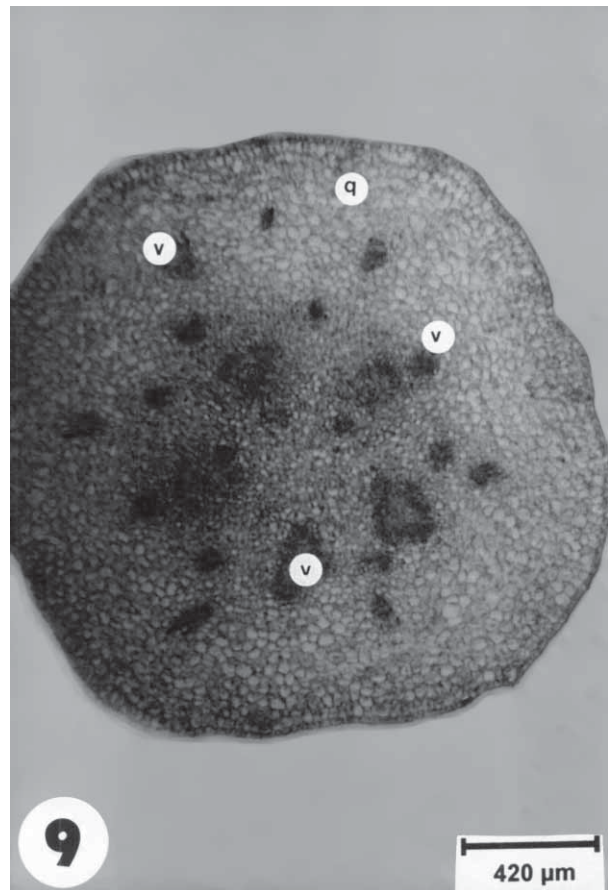


Figura 9.- Sección transversal de una flor estaminada de *Ilex argentina* hecha en el nivel del receptáculo floral

Pueden verse el receptáculo (q), muchos haces vasculares (v), responsables de la invasión de varios verticilos florales: algunos de esos haces están sometidos a un proceso de reordenamiento hasta adquirir el aspecto del cilindro vascular convencional del pedicelo. (Leg. Giberti 383).

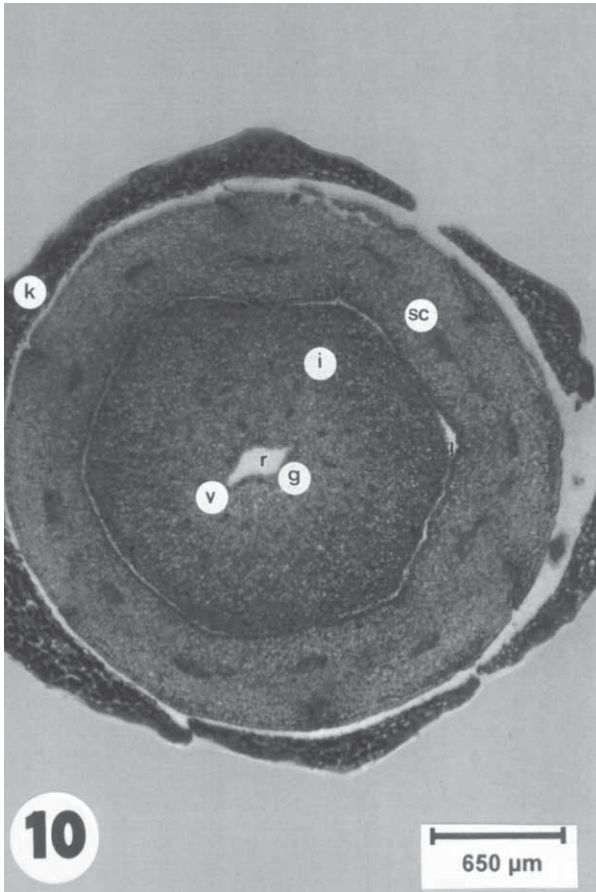
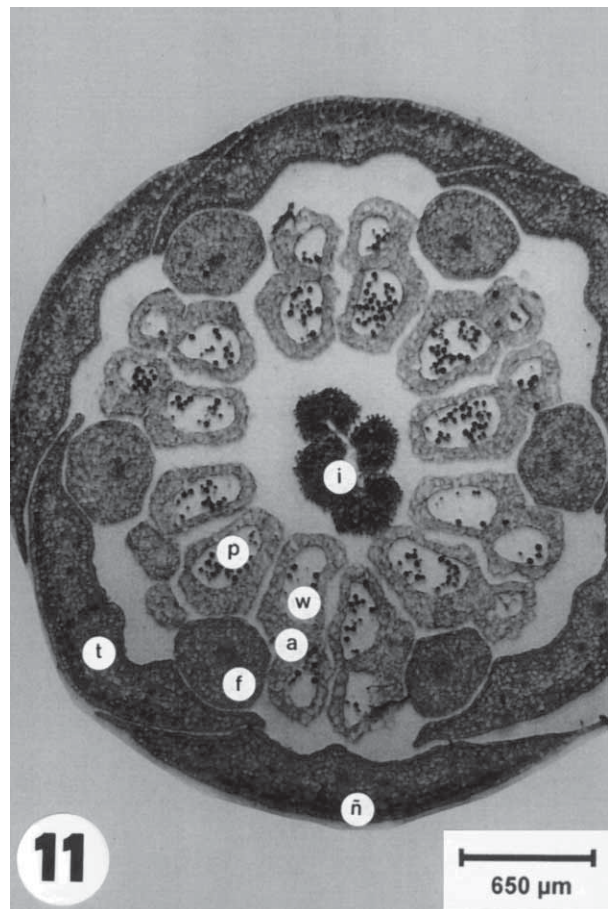


Figura 10.- Sección transversal de un botón floral estaminado de *Ilex integerrima* hecho en un nivel muy próximo a la base de la flor

Desde la periferia hacia el centro de la fotografía: el cáliz (k), cuyos sépalos experimentan un proceso de fusión; el tubo corolino-estaminal (sc); el pistilodio (i), su epidermis papilosa (l) y el área glandular interna (g) que rodea al atrio (r). Asimismo pueden observarse algunos haces vasculares (v). (Leg. Giberti y otros 277).

Figura 11.- Sección transversal de un botón floral estaminado pentámero de *Ilex integerrima*

Varias capas de células (ñ) densamente teñidas del mesófilo del pétalo pueden observarse por dentro de la epidermis dorsal; los filamentos estaminales (f) ya están separados de sus anteras (a) correspondientes. Sus sacos polínicos (w) muestran granos de polen (p). Cerca del centro de la foto puede observarse el ápice crateriforme, papiloso y surcado del pistilodio (i). Pétalo: t. (Leg. Giberti y otros 277).



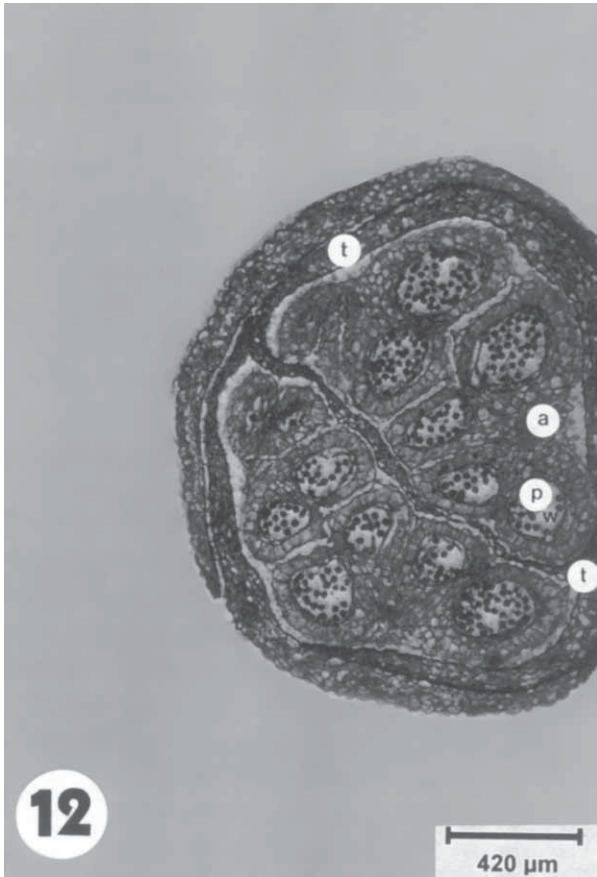


Figura 12.- Sección transversal de un botón floral estaminado de *Ilex dumosa*

Algunas anteras (a) de los estambres –cuyos sacos polínicos (w) muestran granos de polen (p)– están casi completamente rodeadas por algunos pétalos (t), que de esta forma subdividen la parte interna del botón floral. (Leg. Giberti y otros 266).

Figura 13.- Detalles observados en una sección transversal de un botón floral estaminado de *I. chamaedryfolia*

La epidermis de la antera es papilosa (l) y su endotecio (c) muestra engrosamientos en las paredes celulares radiales.

Referencias. Granos de polen: p; sacos polínicos: w; restos del tapete: ta. (Leg. Giberti y otros 271).



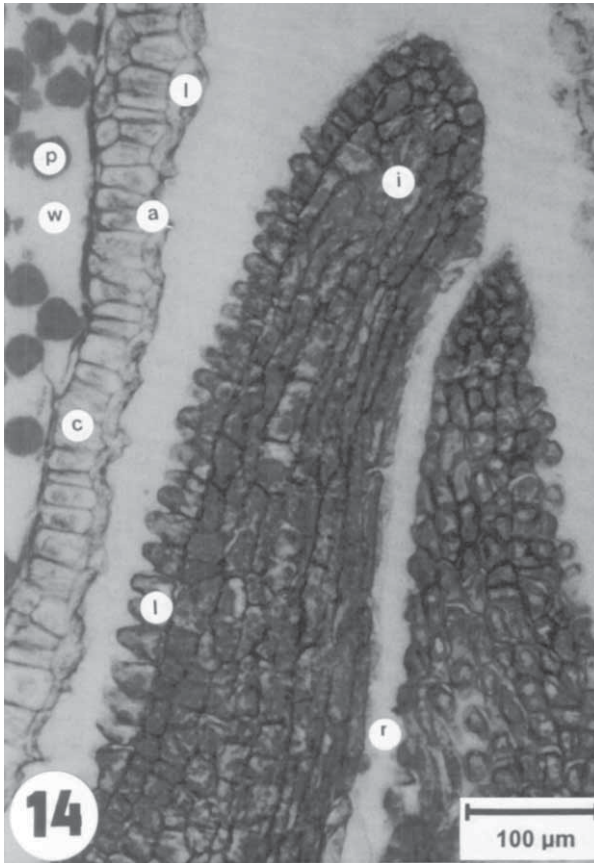


Figura 14.- Sección longitudinal del extremo apical del pistilodio de un botón floral estaminado de *I. integerrima*

Pueden observarse a la izquierda de la fotografía, algunos granos de polen (p) dentro del saco polínico (w) de una antera (a), y su endotecio (c). La epidermis externa de la antera exhibe algunas papilas (l); como la epidermis externa del pistilodio. También se puede observar la cavidad del atrio (r). (Leg. Giberti y otros 277).

Nivel medio de las transecciones

El pistilodio es histológicamente mucho más simple que el gineceo y no pueden distinguirse en él ciclos de haces vasculares como en el gineceo funcional, ni cómpito, lóculos, ni mucho menos, óvulos. A medida que el nivel de corte se aproxima a la base de la flor (Figura 2), a la par de aumentar el área seccionada del pistilodio, se distinguen mejor su epidermis del tejido fundamental que rodea a una capa glandulosa que tapiza una, o varias cavidades centrales o atrio, homólogas al cómpito de las flores pistiladas. En general, salvo en el ápice del pistilodio, estas células no son tan papilosas como las de la epidermis externa (Figura 2). Este grupo de células puede tratarse de un nectario. El pistilodio carece absolutamente de una diferenciación en forma de excrescencia apical tal como se da en su homólogo pistilado (no es comparable en absoluto a un estigma coronando un ovario como en la flor femenina). Asimismo, la inervación del pistilodio es mucho más pobre y simple que la del gineceo. No hay óvulos abortados ni otras estructuras.

Transecciones basales

Hacia la base de la flor se acentúan todos los procesos de cohesión y adnación de los órganos protectores y sexuales, que culminan siempre en el receptáculo habitual (Figura 9) en el que aún se ven los tejidos conductores separados como las trazas más o menos libres de los componentes de cada verticilo floral. No obstante, en algunos casos podría hablarse de haces vasculares dorsales y ventrales, estos últimos cercanos al atrio y relacionados con la inervación de los tejidos glandulosos que tapizan esa cavidad (Figura 10). La forma y la sección del atrio es variable según las especies tratadas, cfr. *I. theezans*, *I. paraguariensis*, etcétera. Las anteras desaparecen y se insinúa la formación del tubo corolino-estaminal y la adhesión de los filamentos estaminales.

Discusión y conclusiones

Sobre la simpetalía

En todos los casos estudiados, la cohesión o fusión de la totalidad de los pétalos entre sí conformando

un breve, aunque conspicuo tubo corolinoestaminal, ocurre más arriba del nivel de adhesión del verticilo con el receptáculo floral (Figuras 2, 7 y 10).

Consecuentemente, en las especies estudiadas, no se puede reconocer en absoluto una corola dialipétala, aunque puedan distinguirse en el extremo superior del tubo corolino-estaminal una serie de limbos de pétalos muy nítidamente separados entre sí. La evidencia anatómica concuerda entonces con el hallazgo empírico de las corolas completas caídas al piso al final del período de floración.

Debido a las limitaciones del material disponible, no fue posible estudiar la ontogenia floral en estas especies. En consecuencia, no se pudo determinar el “tipo” de simpetalía según Erbar (1991) y Erbar y Leins (1996) conforme a la modalidad de desarrollo presentada por la corola de estas flores. De acuerdo con los modernos estudios filogenéticos, la actual ubicación de las Aquifoliaceae en el orden Aquifoliales (Savolainen y col., 2000; APG II, 2003; Soltis y Soltis, 2004) y el posicionamiento de este orden entre las Euasteridae II (= Campanulidae) (Bremer y col., 2002; Judd y Olmstead, 2004) asigna al género *Ilex* un tipo de simpetalía “temprana” (Erbar, 1991; Erbar y Leins, 1996), es decir, que la fusión de los pétalos aparece como tal en las primeras etapas de la formación del botón floral; es decir, simultáneamente o antes de la formación de los lóbulos de la corola.

Diferencias y similitudes entre las especies estudiadas

Como se comentó, existe un patrón histológico común para las flores estaminadas y pistiladas en estas especies. No se encontraron grandes diferencias anatómicas entre ellas. La tabla 1 resume algunos caracteres diferenciales.

Yerba mate elaborada con restos florales incluidos

Se han presentado en este trabajo datos micrográficos variados que contribuyen a la interpretación de la histología floral de *Ilex paraguariensis* y especies afines.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones que colaboraron con este estudio: Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul del INTA, Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones

Científicas y Técnicas (Conicet), y Agencia Nacional de Promoción Científica. También agradecen a los colegas brasileños Dr. Dorli Da Croce, Eng. José A. T. das F. Picheth, Dr. Geraldo C. Coelho, entre muchos otros, que tuvieron la amabilidad de acompañarnos en múltiples viajes de colección.

Referencias bibliográficas

- Albach, D.C.; Soltis, P.E. and Soltis, D.E. (2001). “Patterns of embryological and biochemical evolution in the Asterids”. *Systematic Botany* 26: 242-262.
- Andrés, J.M. y Saura, F. (1945). “Los cromosomas de la yerba mate y otras especies del género *Ilex*”. *Publ. Inst. Genét. Fac. Agron. Vet. Buenos Aires* 2: 161-168.
- Anzótegui, L.M. y Garralla, S.S. (1986). “Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior) (“Pozo Josefina”, Provincia de Santa Fe, Argentina). I Parte: *Descripciones sistemáticas. FACENA* 6: 101-178.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG II). (2003). “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II”. *Bot. J. Linnean Soc.* 141: 399-436.
- Barral, G.; Poggio, L. and Giberti, G.C. (1995). “Chromosome numbers and DNA content from *Ilex argentina* (Aquifoliaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 30: 243-248.
- Bawa, K.S. (1980). “Evolution of dioecy in flowering plants”. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 15-39.
- Bremer, B.; Bremer, K.; Heidari, N.; Erixon, P.; Olmstead, R.G.; Anderberg, A.A.; Källersjö, M. and Barkhordarian, E. (2002). “Phylogenetics of asterids based on 3 coding and 3 non-coding chloroplast DNA markers and the utility of non-coding DNA at higher taxonomic levels”. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 24: 274-301.
- Carr, S.G.M. and Carr, D.J. (1961). “The functional significance of syncarpy”. *Phytomorphology* 11: 249-256.
- Clos, E.C. y Bellati, J.I. (1937). “Biología floral de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire)”. *Revista Argent. Agron.* 4: 273-277.
- Coelho, G.C. and Mariath, J.E.A. (1996). “Inflorescences morphology of *Ilex* L.

- (Aquifoliaceae) species from Rio Grande do Sul, Brazil". *Feddes Rept.* 107: 19-30.
- Copeland, H.F. (1963). "Structural notes on hollies (*Ilex aquifolium* and *I. cornuta*, family Aquifoliaceae)". *Phytomorphology* 13: 455-464.
- Dudle, D.A.; Mutikainen, P. and Delph, L.F. (2001). "Genetics of sex determination in the gynodioecious species *Lobelia siphilitica*: evidence from two populations". *Heredity* 86: 265-276.
- Edwin, G. y Reitz, R. (1967). "Aquifoliáceas". En: Reitz, R. (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. I. Fascículo AQUI. Itajaí.
- Endress, P.K. (1983). "Reproductive structures of the flowering plants". *Progress in Botany* 45: 5467.
- Endress, P.K. and Igershein, A. (2000). "Gynoecium structure and evolution in basal Angiosperms". *Int. J. Pl. Sci.* 161 (6 Suppl.): S211-S223.
- Engler, A. und Diels, L. (1936). "A Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien". Elfte Auflage, G. Borntraeger, Berlin: XLII.
- Erbar, C. (1991). "Sympetaly - A systematic character?" *Bot. Jahrb. Syst.* 112: 417-451.
- Erbar, C. and Leins, P. (1996). "Distribution of the character states 'early' and 'late sympetaly' within the Sympetalae Tetracyclae and presumably related groups". *Botanica Acta* 109: 427- 440.
- Ferreira, A.G.; Almeida-Cortez, J.S. y Gonçalves Cunha, G. (1995). "Fisioecología de *Ilex paraguariensis* com ênfase na embriologia experimental" In: Winge, H.; Ferreira, A.G.; Mariath, J.E. de A. y Tarasconi, L.C. (eds.). *Erva-Mate: biologia e cultura no Cone Sul*. Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre: 161-172.
- Foltan, H. and Lüdders, P. (1994). "Flowering and sex expression in cashew (*Anacardium occidentale* L.)". *Angewandte Botanik Berichte* 5: 203-207.
- Giberti, G.C. (1979). "Las especies argentinas del género *Ilex* L. (Aquifoliaceae)". *Darwiniana* 22: 217-240.
- Giberti, G.C. (1989). "Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración". *Dominguezia* 7: 3-21.
- Giberti, G.C. (1994a). Aquifoliaceae. En: Spichiger, R. and Ramella, L. (dir.) *Flora del Paraguay*, 24. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. Missouri Botanical Garden, Suiza: 34 pp.
- Giberti, G.C. (1994b). "Aquifoliaceae". En: *Flora Fanerogámica de Argentina*. Fascículo 1 (157). Programa PROFLOTA (CONICET), Museo Botánico, IMBIV, Córdoba, Argentina.
- Giberti, G.C. (1995). "*Ilex* en Sudamérica, Florística, Sistemática y Potencialidades con relación a un Banco de Germoplasma para la Yerba Mate" En: Winge, H. y col. (eds.), "Erva-Mate: biologia e cultura no Cone Sul". Editora da UFRGS, Porto Alegre: 303-312.
- Giberti, G.C. (2001). "Diferentes aspectos del género *Ilex* (Aquifoliaceae)". Corología, arquitectura floral, posición sistemática». Disertación. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.
- Gottlieb, A.M.; Giberti, G.C. and Poggio, L. (2005). "Molecular analyses of the genus *Ilex* (Aquifoliaceae) in Southern South America, evidence from AFLP and ITS sequence data". *Am. J. Bot.* 92: 352-369.
- Herr, J.M. (1959). "The development of the ovule and megagametophyte in the genus *Ilex* L." *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 75: 107-128.
- Heslop-Harrison, J. (1956). "The experimental modification of sex expression in flowering plants". *Biolog. Reviews* 32: 38-90.
- Heslop-Harrison, J. and Shivanna, K.R. (1977). "The receptive surface of the Angiosperm stigma". *Ann. Bot.* 41: 1233-1258.
- Hibberd, S. (1877). "The flowering and fruiting of the holly". *The Gardeners' Chronicle* 2: 776-777.
- Hu, S.-Y. (1949). "The genus in *Ilex* China". *J. Arn. Arbor.* 30: 233-344.
- Johansen, D.A. (1940). *Plant Microtechnique*. McGraw Hill Book Co., Inc., New York.
- Judd, W.S. and Olmstead, R.G. (2004). "A survey of Tricolpate (Eudicot) phylogenetic relationships". *Am. J. Bot.* 91: 1627-1644.
- Lobreau-Callen, D. (1975). "Les variations dimensionnelles du pollen du genre *Ilex* (Aquifoliaceae) et leur rapports avec le climat". *Bull. Soc. Bot. France Coll. Palynologie* 122: 179-199.
- Locquin, M. y Langeron, M. (1985). "Manual de Microscopía". Labor S. A., Barcelona.
- Loesener, T. (1901). "Monographia Aquifoliacearum". I. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. - Carol. German. Nat. Curios.* 78: pp. VIII + 598 + 15 pl.
- Loesener, T. (1908). "Monographia Aquifoliacearum". II. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. - Carol. German. Nat. Cur.* 89: 2; 313 y 3 mapas.

- Loesener, T. (1919). Über die Aquifoliaceen, besonders über *Ilex*. *Mitt. Deut. Dendrol. Ges.* 28: 1-66.
- Loesener, T. (1942). "Aquifoliaceae". En: Harms, H. y Mattfeld, D.J. (eds.), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2ª ed. 20 b. Duncker & Humblot, Berlin, reprint 1960: 36-86.
- Loizeau, P. A. (1994). "Les Aquifoliaceae péruviennes (Eléments pour une révision des Aquifoliaceae néotropicales)". *Boissiera* 48.
- Loizeau, P.A. and Spichiger, R. (1992). "Proposition d'une classification des inflorescences d' L. (Aquifoliaceae)". *Candollea* 47: 97-112.
- Martin, H. (1977). "The history of *Ilex* (Aquifoliaceae) with special reference to Australia: evidence from pollen". *Austral J. Bot.* 25: 655-673.
- Niklas, C.O. (1987). "Estudios embriológicos y citológicos en la Yerba Mate *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae)". *Bonplandia* 6: 45-56.
- Obeso, J.R.; Álvarez-Santullano, M. and Retuerto, R. (1998). "Sex ratios, size distribution and sexual dimorphism in the dioecious tree *Ilex aquifolium* (Aquifoliaceae)". *Amer. J. Bot.* 85: 1602-1608.
- Peterken, G. F. and Lloyd, P.S. (1967). "Biological flora of the British Isles: *Ilex aquifolium* L.". *J. Ecol.* 55: 841-858.
- Raven, J. A. and Weyers, J. D. B. (2001). "Significance of epidermal fusion and intercalary growth for Angiosperm evolution". *Trends Pl. Sci.* 6: 111-113.
- Savolainen, V.; Fay, M.F.; Albach, D.C.; Backlund, A.; Van der Bank, M.; Cameron, K.M.; Johnson, S.A.; Lledó, M.D.; Pintaud, J.C.; Powell, M.; Sheahan, M.C.; Soltis, D.E.; Soltis, P.S.; Weston, P.; Whitten, W.M.; Wurdack, K.J. and Chase, M.W. (2000). "Phylogeny of the eudicots: a nearly complete familial analysis based on *rbcL* gene sequences". *Kew Bull.* 55: 257-309.
- Schoenberg, M.M. y Dinoutti, L.A. (1989). "Ontogênese do Fruto de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. I-Morfologia Externa e Interna da Flor". *Estudos de Biologia*. Pontificia Universidade Católica do Paraná 22: 5-35.
- Shamrov, I.I. (2000). "The integument of flowering plants. Developmental patterns and evolutionary trends". *Acta Biolog. Cracoviensis*, Series Botanica 42: 9-201.
- Shemluck, M. (1979). "The flowers of *Ilex guayusa*". *Bot. Mus. Leaflets* 27: 155-160.
- Soltis, P.M. and Soltis, D. E. (2004). "The origin and diversification of Angiosperms". *Am. J. Bot.* 91: 1614-1626.

Acción insecticida de extractos de *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) en el gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae)

Silvia M. Rodríguez^{1*}, Marcela I. Moreira¹, Rosana A. Giménez¹, Serafina Russo¹, Adolfo M. Márquez², Rafael A. Ricco², Alberto A. Gurni² y Marcelo L. Wagner²

¹ Cátedra de Zoología Agrícola. Departamento de Sanidad Vegetal. Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires. República Argentina.

² Cátedra de Farmacobotánica. Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Junín 956, 4º piso (1113) Buenos Aires. República Argentina.

* Autor a quien dirigir correspondencia: silro@agro.uba.ar

Resumen

El objetivo de esta experiencia fue estudiar el efecto insecticida de los extractos de *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. –Simaroubaceae– (“palo amargo”) sobre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Se utilizaron como solventes de extracción acetona y acetato de etilo. Se realizaron siete tratamientos con cinco repeticiones para cada extracto. Se diseñó una metodología aleatoria: T₁: control (agua), T₂: 0,15 g/ml; T₃: 0,20 g/ml; T₄: 0,25 g/ml; T₅: 0,30 g/ml; T₆: 0,35 g/ml y T₇: 0,40 g/ml. Sobre el papel de filtro contenido en las cajas de Petri se aplicó 1 ml de las diferentes concentraciones donde se colocaron 10 insectos adultos de gorgojos. La mortalidad de *S. oryzae* se registró a los 30 min, 6 h, 12 h y 18 h. Los resultados se contrastaron mediante ANOVA y Tukey (p<0,05). Con el T₃, para el extracto de acetato de etilo, se produjo un efecto de volteo sobre *S. oryzae* a las 6 h, pero se recuperó posteriormente. Los tratamientos T₅, T₆ y T₇ mostraron una efectividad del 100% a las 6 h. Para el extracto de acetona todas las concentraciones fluctuaron entre 80 y 100% de efectividad a las 6 h, y del 100%, a las 18 h.

Insecticide effect of *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) extracts over rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae)

Summary

The aim of this paper was to study the insecticide effect of the extracts of *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. –Simaroubaceae– on *Sitophilus oryzae* L. Two solvents were used to obtain the extracts: acetone and ethyl acetate. Seven treatments with five replications per extract and per control were included. A completely randomized design was used: T₁: control; T₂: 0.15 g/ml; T₃: 0.20 g/ml; T₄: 0.25 g/ml; T₅: 0.30 g/ml; T₆: 0.35 g/ml; T₇: 0.40 g/ml. Only 1 ml of the different concentrations was applied to filter paper disks in glass Petri dishes. Ten adult beetles were placed on those papers. The mortality was examined at 0.5 h, 6 h, 12 h, 18 h, 24 h, 48 h and 72 h. Both an ANOVA and a Tukey Test (5%) were performed. In T₃, with the fraction of ethyl acetate, an overturn effect was produced on *S. oryzae* at 6 hours, but it recovered some time later. The T₅, T₆ and T₇ showed a 100% efficiency at 6 hours. Regarding the acetone extract, all the concentrations ranged between 80 and 100% of efficiency at 6 hours, reaching 100% after 18 hours.

Palabras clave: *Picrasma crenata* - *Sitophilus oryzae* - insecticida biológico.

Key words: *Picrasma crenata* - *Sitophilus oryzae* - biological insecticide.

Introducción

En la actualidad el control que se lleva a cabo sobre las plagas que infestan los granos almacenados, es a base de productos químicos sintéticos. El inconveniente que presentan estos productos está relacionado con los residuos tóxicos que generan. Por otro lado, los compuestos presentes en los insecticidas sintéticos generan resistencia y resurgencia de las plagas que combaten (Beckel y col., 2002; Bourguet y col., 2000). En consecuencia, en la búsqueda de lograr una agricultura económica y ecológicamente sustentable en los mediano y largo plazos, resulta imprescindible buscar nuevas pautas de manejo de plagas durante el almacenamiento de la producción agrícola (Silva y col., 2002).

La capacidad de los vegetales para sintetizar metabolitos secundarios con acción insecticida se presenta como una de las áreas acertadas para los estudios. Actualmente se sabe que las sustancias del metabolismo secundario tienen diversas funciones ecológicas y que confieren a las plantas una ventaja adaptativa, y son responsables de los mecanismos de defensa frente a la agresión de los herbívoros (Hedin, 1982; Turk y Tawaha, 2003). En los insectos estas sustancias pueden producir efectos repulsivos antialimentarios, ser tóxicos y provocar alteraciones de la fisiología y el comportamiento sexual (Panizzi y Parra, 1991).

La familia de las Simaroubaceae es conocida por presentar sustancias amargas en los diferentes órganos; fueron investigadas por sus características medicinales y por su acción insecticida (Mambrelli y col., 1994; Koike and Ohmoto, 1988; Rosella y col., 1991; Mancebo y col., 2000; Krebs y col., 2001).

Picrasma crenata (Vell.) Eng. (ex *Aeschrion crenata* Vell.) (“palo amargo”) (Figura 1) pertenece a esta familia; el hábitat en la Argentina es a la vera de los ríos y arroyos de los bosques en casi todo el territorio de la provincia de Misiones (Spegazzini, 1917; Vitagliano y Comin, 1971). El leño de *P. crenata* es usado en la Argentina para el control de la pediculosis y para problemas intestinales. En la actualidad se estudian sus propiedades antivirales e insecticidas (Márquez y col., 1999; Rodríguez y col., 2004).

El “gorgojo del arroz”, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), es una plaga de infestación primaria; se alimenta del grano entero de los cereales -con preferencia del arroz- y con-

Figura 1.- *Picrasma crenata* (Simaroubaceae)



Figura 2.- *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)



A: gorgojo en frutos de trigo.

B: gorgojo adulto.

sume el 26% del grano y los productos cerealeros: pastas, harinas y bizcochos (Figura 2 A). La infestación generalmente comienza en el cultivo, y se extiende en los depósitos de almacenamiento (Singh y col., 1989).

S. oryzae mide alrededor de 3 mm y es de color castaño oscuro con cuatro manchas rojizas en los élitros (Figura 2 B). El ejemplar adulto y la larva se alimentan del contenido de los cereales. Cuando ataca la parte amilácea del grano, la semilla puede germinar, pero la plántula no tendrá reservas para desarrollarse normalmente. Se produce una reducción del poder germinativo y del peso específico del grano, y así se desvaloriza el valor comercial del producto (Alonso y col., 1993). Además, puede provocar cambios en las características químicas del grano, como los observados en maíz con el nitrógeno total y los carbohidratos (Matioli y col., 1979).

S. oryzae puede actuar también como vector de los hongos de la familia Asteraceae como *Aspergillus flavus* (hongos tóxicos), al transportarlo a *A. candidus*, *A. sojae*, *A. fumigatus*, *Penicillium rugulosum* y *Cladosporium cladosporioides* (Pande y Mehrotra, 1998). A su vez, este efecto facilita el ataque posterior de otros insectos de infestación secundaria, como la carcoma achatada (*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens),

la carcoma grande (*Tenebroides mauritanicus* (Linnaeus), los tribolios (*Tribolium castaneum* (H.) y *T. confusum* du Val) y las polillas [*Ephestia kuehniella* Zell. y *E. Elutella* (Hubner)], entre otros (Jalil Maluf y Lamédica, 1996).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto insecticida de extractos de *P. crenata* sobre adultos de *S. oryzae*, en distintas concentraciones, utilizando como solventes de extracción acetato de etilo y acetona.

Materiales y métodos

Insecto

Esta experiencia se efectuó sobre ejemplares de *S. oryzae* L, cepa Cátedra de Zoología Agrícola de la FAUBA. La crianza se realizó en recipientes de vidrio sobre granos de trigo y en condiciones controladas de temperatura ($28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) y humedad (60 %).

Material vegetal

El leño de *Picrasma crenata* fue provisto por la empresa "Platario S. A.", proveniente de plantaciones comerciales en Apóstol (provincia de Misiones). El material fue determinado por Beatriz G. Varela, y una muestra se encuentra depositada en el Museo de Farmacobotánica "Juan A. Domínguez" de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (Colección BAF de drogas vegetales).

Obtención de los extractos

Se tomaron 100 g de "palo amargo" finamente molido y se realizaron maceraciones sucesivas con éter de petróleo, diclorometano, acetato de etilo y acetona.

Con cada solvente se procedió de la siguiente manera: se dejó macerar con 200 ml de solvente durante 48 h, se realizaron dos extracciones sucesivas que fueron unidas posteriormente (volumen total 400 ml), ese volumen se llevó a sequedad con evaporador rotatorio. Como adsorbente se le agregó 2 g de manitol.

Las fracciones estudiadas en el trabajo correspondieron a las fracciones acetato de etilo y acetona.

Control de calidad

Con el fin de determinar la presencia de cuasinoídes en los extractos se realizaron cromatografías líquidas de alta resolución (HPLC). Se utilizó columna LiChroCart 250-4 RP-18 (5 μm); la fase móvil fue ácido ortofosfórico 0,02 molar-metanol-acetonitrilo

(50:35:15) y la detección se realizó a 257 nm en un espectrofotómetro UV/visible (Robins and Rhodes, 1984). El tiempo de retención de la cuasina fue de 15 min y de la neocuasina, 20 min.

Bioensayo

Método del film

Se utilizaron diferentes cajas de Petri para cada tratamiento. En cada caja se colocó un papel de filtro, donde se agregó 1 ml de cada solución en estudio; los testigos fueron humedecidos con agua destilada. Las soluciones correspondieron a cada una de las concentraciones de los distintos tratamientos: T₁ (testigo, agua destilada); T₂ (0,15 g/ml); T₃ (0,20 g/ml); T₄ (0,25 g/ml); T₅ (0,30 g/ml); T₆ (0,35 g/ml); T₇ (0,40 g/ml) de extractos de acetato de etilo o de acetona, disueltos en agua destilada. Luego se introdujeron 10 ejemplares de *S. oryzae* en estado adulto en cada caja, sin separación por sexos. El ensayo se efectuó en condiciones controladas de temperatura ($28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (60 % de HR) (Figura 3).

Se realizó el recuento de individuos muertos a los 30 min, 3 h, 6 h, 12 h, 18 h, 24 h, 48 h y 72 h posteriores al ensayo. Fueron considerados muertos los ejemplares que se mantenían inmóviles al

Figura 3.- Bioensayo. Método del film



estímulo del pincel. Con estos datos se obtuvo el porcentaje de eficacia respectivo aplicando la fórmula de Schneider-Orelli (1947):

$$\% \text{ de eficacia} = (b - k / 100 - k)$$

b = % de individuos muertos en caja tratada.

k = % de individuos muertos en caja testigo.

Análisis estadístico

El ensayo se realizó mediante un diseño completamente aleatorio (DCA). La unidad experimental fue la caja de Petri, y se realizaron 5 repeticiones para cada tratamiento. Se efectuó el análisis de variancia del porcentaje de eficacia de los tratamientos (ANOVA) y Test de Tukey.

Resultados

Ambas fracciones, acetato de etilo y acetona, presentaron mayor mortalidad a medida que transcurrió el tiempo desde la aplicación. El momento de estabilización varió según el tratamiento. Para el extracto de acetona fue a las 12 h y para el acetato de etilo, a partir de las 18 h. Para el tratamiento con acetona se alcanzaron valores muy altos de eficacia a partir de las 6 h, que llegó al 100% de mortalidad para todas las concentraciones a partir de las 12 h (Tablas 1 y 2; Figuras 4 y 5). En ambos casos, para todas las concentraciones se observaron diferencias estadísticamente significativas a partir de las 6 h en relación con la primera observación realizada a los 30 minutos.

Tabla 1.- Efecto del extracto de acetato de etilo sobre *Sitophilus oryzae*

Hora	Tratamientos					
	1,5 g	2,0 g	2,5 g	3,0 g	3,5 g	4,0 g
0,5	0	2a	4a	2a	28a	78a
6	52	96b	22ab	100b	100b	100b
12	60	92b	22ab	100b	100b	100b
18	60	62ab	64cb	100b	100b	100b
24	60	28a	92c	100b	100b	100b
48	60	30a	84c	100b	100b	100b
72	58	28a	90c	100b	100b	100b
F	2,34 n.s.	6,86	10,18	24,01	61,71	12,86

Eficacia de los distintos tratamientos con el extracto de acetato de etilo en los diferentes momentos de la observación. ANOVA F (6:28; p<0,05) y Test de Tukey. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, n.s.: diferencias no significativas.

Discusión y conclusión

El control de insectos plaga en granos almacenados por medio de aceites vegetales se presenta como una alternativa segura de control a un bajo costo (Salas, 1984). Los aceites extraídos de nuez, girasol, sésamo y mostaza, solos, o en combinación con 1,8 cineol, eugenol, o alcanfor, registraron efectividad cuando fueron probados sobre *S. granarius* y *S. zeamais* (Obeng-Ofori y Reichmuth, 1999).

Se comprobó que los extractos obtenidos de la maceración del “palo amargo” con acetato de etilo y con acetona permiten el control de adultos de *S. oryzae*, en particular, el extracto de acetona por su alta eficacia a bajas dosis y en breve tiempo.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos inferir que *P. crenata* puede producir una acción insecticida similar a *Quasia amara* L. (originaria del neotrópico), cuya madera contiene quasinósidos. En los últimos años hay un renovado interés en la promoción de *Q. amara* como una fuente útil para las comunidades indígenas mesoamericanas; los estudios fueron conducidos hacia sus aspectos ecológicos y silviculturales de la especie, como también a la comercialización de sus productos.

Los insecticidas vegetales presentan la ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo, aceptables en el control de insectos, como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, predadores y parasitoides, lo que aumenta sus posibilidades de integración a un programa de “manejo integrado de plagas”.

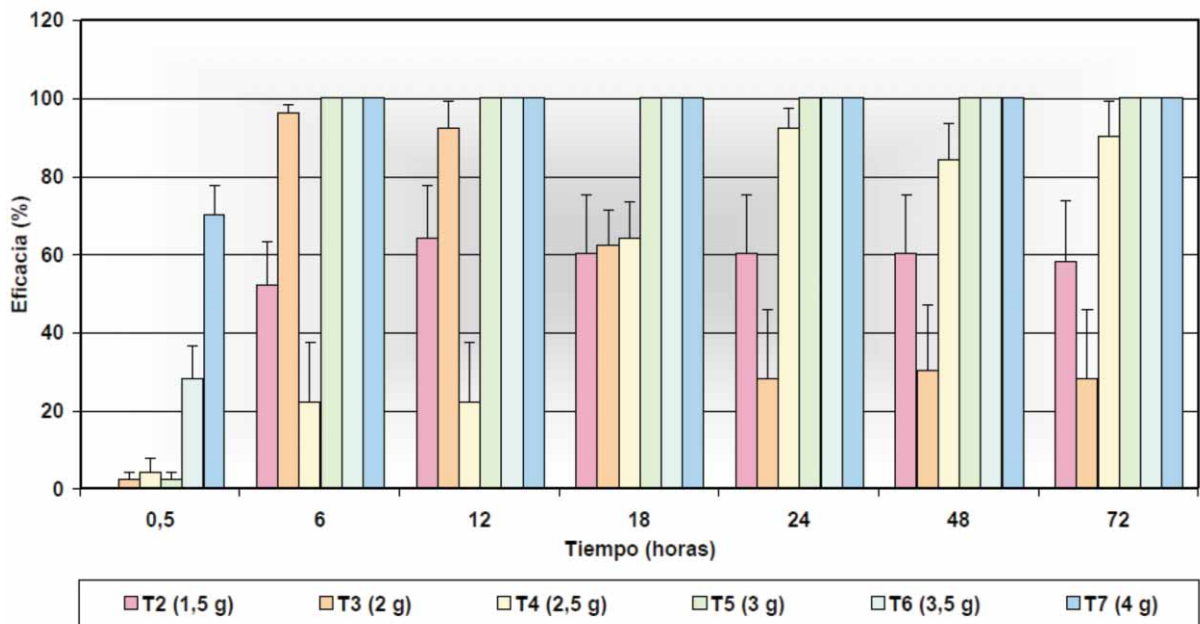
Tabla 2.- Efecto del extracto de acetona sobre *Sitophilus oryzae*

Hora	Tratamientos					
	1,5 g	2,0 g	2,5 g	3,0 g	3,5 g	4,0 g
0,5	52a	58	68a	32a	72a	86a
6	98b	80	94b	94b	100b	100b
12	100b	100	100b	100b	100b	100b
18	100b	100	100b	100b	100b	100b
F	23,22	1,94 n.s.	4,17	90,48	14,52	7,54

Eficacia de los distintos tratamientos con el extracto de acetona en los diferentes momentos de la observación. ANOVA F (6:28; p<0,05) y Test de Tukey.

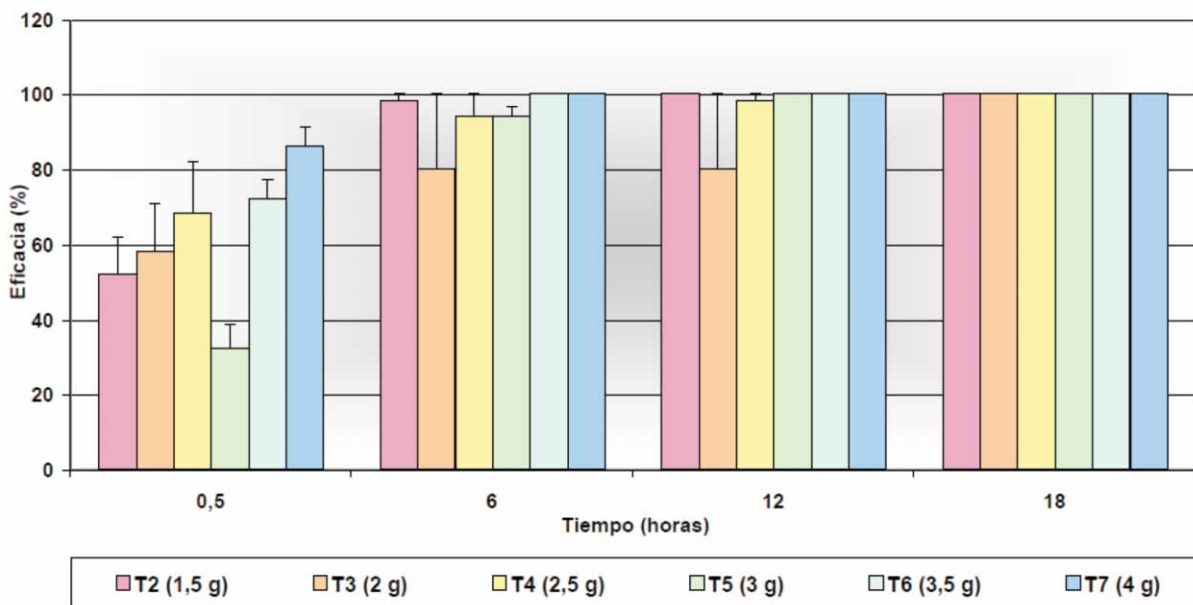
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, n.s.: diferencias no significativas.

Figura 4.- Efecto del extracto de acetato de etilo sobre *Sitophilus oryzae*



Eficacia del extracto de acetato de etilo sobre *S. oryzae* para los distintos tratamientos en el transcurso del tiempo desde la aplicación.

Figura 5.- Efecto del extracto de acetona sobre *Sitophilus oryzae*



Eficacia del extracto de acetona sobre *S. oryzae* para los distintos tratamientos en el transcurso del tiempo desde la aplicación.

Este trabajo aporta nuevos elementos sobre las propiedades insecticidas de *P. crenata* factibles de ser aplicados en ese tipo de programa. Incluso podría considerarse su aplicación con insecticidas convencionales de baja toxicidad, que permitiría el uso de dosis menores de esos productos, nocivos para la salud y el medio ambiente.

Referencias bibliográficas

- Alonso, A.; Calderini, D.F.; Cantamutto, M.A y col. (1993). *El almacenamiento de granos y semillas alimenticios*. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires: 154.
- Beckel, H.; Lorini, I. y Lazzari, S.M. (2002). "Detecção da resistencia de *Oryzaephilus surinamensis* (L.), (Coleoptera:Silvanidae), praga de grãos de cevada armazenada, a inseticidas químicos." *Anais da XXII Reunião Anual de Pesquisa de Cevada*. Embrapa Trigo, Passo Fundo, Brasil: 620-630.
- Bourguet, D.; Genissel, A. and Raymond, M. (2000). "Insecticide resistance and dominance levels". *Journal of Economic Entomology* 93(6): 1588-1595.
- Chaudhry, M.Q. (1997) "A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insects". *Pesticide-Science* 49(3): 213-228.
- Hedin, P.A. (1982). "New concept and Trends in Pesticide Chemistry". *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 30(2): 201-215.
- Ishii, K.; Koike, K. and Ohmoto, T. (1991). "Javanicinosides D-H, Quassinoid glucosides from *Picrasma javanica*". *Phytochemistry* 30(12): 4099-4103.
- Jalil Maluf, E. y Lamédica, C.D. (1996). "Manejo y control de plagas en granos almacenados". *Cuaderno de Actualización Técnica* N° 56 de AACREA: 144.
- Krebs, H.C.; Schilling, P.J.; Wartchow, R. and Bolte, M. (2001). "Quassinoids and Other Constituents from *Picrasma crenata*". *Z. Naturforsch.* 56b: 315-318.
- Koike, K. and Ohmoto, T. (1988). "Picrasidine-U, Dimeric alkaloid from *Picrasma Quassioides*". *Phytochemistry* 27(9): 3029-3030.
- Mambelli P., Marchini B., Bazzocchi C., Pari P. and Tellarini S. (1994). "El Valutazioni preliminari sull'ottimizzazione delle modalità d'uso del legno quassio [*Quassia amara* L., *Picrasma exelsa* (Swz.) Lindl]. Quale insecticida biológico". El Atti Convegno Internazionale: *Coltivazione el e miglioramento di piante officinale*, Trento, Italia, 2-3 giugno.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G. y Salazar, R. (2000). Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection* 19: 301-305.
- Márquez, A.; Borri, K.; Dobrecky, J., Gurni, A. A. and Wagner, M. L. (1999). "New aspects in quality control of 'Palo Amargo' (*Aeschrium crenata* Vel.-Simaroubaceae)". *Acta Horticulturae* 503: 111-115.
- Matioli, J.C.; Almeida, A.A.; De Almeida, A. y Antunes de Almeida, A. (1979). "Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação de *Sitophilus oryzae* (L. 1763). III. Nitrogenio total e carboidratos" *Revista Brasileira de Armazenamento* 4(1): 57-68.
- Muggleton, J. (1997). "Insecticide resistance in stored product beetles and its consequences for their control". *British Crop Protection Council*, UK. 37: 177-186.
- Obeng-Ofori D. y Reichmuth C. (1999). "Plants oils as potentiation agents of monoterpenes for protection of stored product beetle pests". *International Journal of Pest Management* 45(2):155-159.
- Pande, N. y Mehrotra, B.S. (1988). "Rice weevil (*Sitophilus oryzae* Linn.): vector for toxigenic fungi". *National Academy Science Letters*, India 11(1): 3-4.
- Panizzi, A.R. y Parra J.R.P. (1991) *Ecología nutricional de insectos y sus implicaciones en el manejo de plagas*. Editorial Manole Ltda: 316 pág.
- Pascual Villalobos, M.J. (1996). "Plaguicidas naturales de origen vegetal: estado actual de la investigación". *Colección Monografías*. Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria. N° 92. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: 33.
- Rassmann, W. (1988). "Insektizidresistenz bei Vorratsschadlingen Gesunde-Pflanzen" 40(1): 39-42.
- Robins, R.J. and Rhodes, M.J.C (1984). "High performance liquid chromatographic methods for the

- analisis and purification of quassinoids from *Quassia amara* L.”. *Journal of Chromatography* 283: 436-440.
- Rodríguez, S.; Giménez, R.; Lista, J.; Michetti, M. y Wagner, M.L. (2004). “Respuesta de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) a la aplicación de soluciones acuosas de *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (Simaroubaceae)”. *IDESIA* 22(2): 43-48.
- Rosella, M.; Mandrile, E y Bongiorno de Pfirter, G. (1991). “Nueva farmacognosia de las cuasias”. *Rev. Farm.* 133(1): 19-28.
- Salas, G. P. (1984). “Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceites vegetales”. *Agronomía Tropical*. 35(4-6): 13-18.
- Schneider-Orelli, O. (1947). *Entomologisches praktikum*. Sauerländer, Arau, Germany: 237.
- Silva, G.; Lagunes, A.; Rodríguez, J.C. y Rodríguez, D. (2002) “Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas”. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 66: 4-12.
- Singh, D.; Siddiqui, M.S. y Sharma S. (1989). “Reproduction retardant and fumigant properties in essential oils against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) in stored wheat”. *Journal of Economic Entomology* 82(3): 727-733.
- Spegazzini, C. (1917) “Ramillete de plantas argentinas nuevas e interesantes”. *Physis* 43(3): 173-174.
- Szafranski, F.; Bloszyk, E. and Drozd, B. (1993). “Deterrent activity of African plant extracts against selected stored product insect pest”. *Acta Horticulturae* 331: 319-322.
- Turk, M.A. y Tawaha, A.M. (2003). “Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.)”. *Crop Protection* 22: 673-677.
- Vitagliano, J.C. and Comin, J. (1971). “Quassinoids from *Aeschrion crenata*”. *Phytochemistry* 11: 807-810.
- Zuloaga, F. O. y Morrone, O. (1999). “Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina.”. *Missouri Botanical Garden Press*: 1058.

Redacción y comunicación científicas

El libro impreso frente a la encrucijada electrónica The paper book in front of electronic crossroads

Susana Romanos

Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires, Puán 480, 4° piso, oficina 8 - (1406) CABA. República Argentina. Tel.: 4432-0606 (int. 133). Correo electrónico: sromanos@arnet.com.ar

Introducción

En los últimos años se ha producido una confusión considerable respecto del uso del término libro electrónico (libro-e), situación que se incrementó por la gran variedad de definiciones, muchas veces confusas o contrapuestas. Por eso, es importante que, antes de acordar con un concepto unívoco, se reflexione sobre la definición de libro, elaborada y cimentada a través de la historia de la cultura, porque tiene una influencia considerable sobre nuestra comprensión y expectativas en relación con el libro-e.

Un importante diccionario especializado de origen español define el libro de la siguiente manera: “Conjunto de hojas de papel, papiro, pergamino, vitela u otra materia escritórica, manuscritas o impresas, reunidas en el lomo por medio de cosido, encolado, anillado, etc., con cubierta de madera, cartón, cartoncillo, pergamino, cartulina, papel u otro material, formando un volumen”. La segunda acepción es legal y determina el número mínimo de páginas de la que debe constar un libro para diferenciarse de un folleto. La tercera apunta al contenido: “Obra literaria, técnica o científica de extensión suficiente para formar volumen” (Martínez de Sousa, 1993).

De este modo queda definido el libro en sus dos aspectos: formato (código) o soporte físico y contenido intelectual o texto. Históricamente, el libro ha reunido en sí ambos y, cuando se hable de libro-e habrá que acordar que se trata de dispositivos electrónicos que intentan reproducir esa dualidad: forma y contenido, si no, estaremos refiriéndonos a textos electrónicos (textos-e) como los que superabundan en la web, fruto de diferentes iniciativas.

Una vez ubicados conceptualmente, si bien no todos los autores coinciden con esta posición (por ejem-

plo, Armstrong, 2008), será más sencillo contraponer dos tecnologías en pugna: libro impreso (libro-i) versus libro electrónico (libro-e). En 1992, Raymond Kurzweil propuso un modelo del ciclo de vida de una tecnología. En este artículo, se aplicó el modelo de Kurzweil para determinar el estado actual de los libros-e dentro del esquema de este autor.

Antecedentes

Raymond Kurzweil escribió la columna “*The Futurecast*” para el *Library Journal* a principios de la década de 1990. Entre enero y marzo de 1992 apareció un artículo en tres partes titulado “*The Future of Libraries*”. La primera parte, “*The Technology of the Book*”, listaba siete estadios en el ciclo de vida de una tecnología: 1. Precursor, 2. Invención, 3. Desarrollo, 4. Maduración, 5. Falsos pretendientes, 6. Obsolescencia, y 7. Antigüedad.

En el estadio precursor, existen ideas sobre una nueva tecnología, pero no se han implementado (por ejemplo, el helicóptero de Da Vinci). La invención le da a las ideas una forma concreta. El desarrollo refina la tecnología de una forma práctica (por ejemplo, la tecnología del automóvil a fines del siglo XIX). Finalmente, la tecnología alcanza madurez y es práctica y útil. La madurez puede llevar años, décadas o centurias de acuerdo con que la tecnología satisfaga la necesidad para la que fue inventada.

A medida que envejece la nueva tecnología, surgen tecnologías más nuevas para desafiarla. Si estas tienen algún rasgo superior, pero todavía no son comparables en todas sus facetas, pueden volverse falsos pretendientes. Kurzweil definió este estadio: “Aquí una estrella en ascenso amenaza con eclipsar

a la tecnología más vieja. Sus entusiastas, prematuramente, predicen victoria. Si bien proporciona algunos beneficios distintos, la tecnología más nueva se encuentra en reconsideración por perder algún elemento clave o funcionalidad o calidad” (Kurzweil, 1992a). El falso pretendiente puede convivir con la tecnología madura pero no puede suplantarla.

Una tecnología nueva puede suplantar a la madura solo cuando la mayor parte o todas sus características son comparables, y existe alguna característica mejorada para compensar al usuario por la dificultad y el gasto de cambiar. Cuando una tecnología más nueva suplanta a una madura, esta entra en obsolescencia, período en el cual coexiste con la tecnología más nueva, aproximadamente, del 5 al 10% de su vida madura. Finalmente, una tecnología suplantada alcanza la antigüedad y deja de producirse y usarse.

Los estadios de Kurzweil proveen un marco útil para evaluar tecnología actual y tecnología propuesta. Las inversiones en los estadios precursor, invención y desarrollo de una tecnología no valen la pena a causa de su inestabilidad y falta de rasgos distintivos. Un falso pretendiente, por otra parte, puede tener un largo período de vida y vale la pena alguna inversión. Por ejemplo, la tecnología del audio casete es un falso pretendiente que fue popular durante 30 años.

Criterios

Kurzweil no provee criterios para determinar qué estadio ha alcanzado una tecnología en particular. Quien nos auxilia en este sentido es Stephen Sottong (2002), que desarrolla ocho criterios para determinar cómo comparar tecnologías maduras y más nuevas entre sí. Con respecto a la tecnología madura, la más nueva debe ser comparable en: 1. Calidad, 2. Durabilidad, 3. Costo inicial, 4. Costo continuo, 5. Facilidad de uso, 6. Características, 7. Estandarización, 8. Tener características extras.

Estos criterios proveen un método no arbitrario para evaluar una tecnología. Para ejemplificar se lo puede aplicar a la tecnología del audio. La tecnología madura fue la grabación LP (*long play*), el falso pretendiente fue el audio casete y la tecnología más nueva que forzó al LP a la obsolescencia fue el CD audio. En la tabla 1 se muestra cómo se comparan estas tecnologías usando los ocho criterios. Al comparar los distintos formatos queda demostrado por qué los casetes fueron el falso pretendiente.

El CD de audio, por otra parte, iguala la calidad de sonido, el costo y las características del LP con una facilidad de uso mejorada y durabilidad. La portabilidad del CD es casi tan buena como la del casete y se ha vuelto crecientemente sencillo

Tabla 1-. Comparación de formatos de audio usando los ocho criterios

Criterios	LP	Casete	CD
Calidad	Muy buen audio	Peor	Mejor
Durabilidad	Bastante robusto, dura años manipulándolo con cuidado, se deteriora gradualmente	Mejor	Mucho mejor
Costo inicial	\$50 o más	Comparable	Comparable
Costo continuo	\$10-20 por álbum	Comparable	Comparable
Facilidad de uso	Muy fácil	Mejor	Comparable
Características	Selección de pistas al azar, cambiador	No	Comparable
Estandarización	Sí	Sí	Sí
Características adicionales		Se puede grabar. Portable	Se puede grabar. Portable

grabarlo. La calidad y las características del CD lo convierten en la nueva tecnología de audio madura, y volvió obsoleto al LP.

Libros-e

Sottong (2002) compara el libro impreso con el electrónico, aplicando los ocho criterios; resulta que el último está en el estadio de falso pretendiente (Tabla 2).

Calidad

Para ambos tipos de libros la calidad está determinada por la visualización. La visualización del libro-i es muy superior al tubo de rayos catódicos (CRT) o a la pantalla de cristal líquido (LCD) usados para los libros-e. La calidad de la visualización puede medirse en términos de su resolución medida en unidades de puntos por pulgada (*dots per inch / dpi*) y contraste. La mayoría de los libros están impresos con una resolución de 1.200 dpi. Las pantallas de vídeo comercialmente disponibles tienen una resolución máxima de 400 dpi. La resolución de 1.200 dpi del impreso no es tres veces la resolución de las pantallas de vídeo sino 144 veces, dado que una pantalla es una superficie bidimensional y el impreso tiene doce veces la resolución de las panta-

llas de vídeo tanto horizontal como verticalmente.

Si bien la resolución de las pantallas ha aumentado a 400 dpi en las LCD, esta visualización tiene aún solo 1/72 de la resolución del impreso.

Además de los problemas de resolución, se agregan los del contraste que son mayores para el impreso que para las pantallas. El contraste es la proporción del máximo brillo con la máxima oscuridad. Cualquier dispositivo de visualización que emite luz pierde contraste con la luz creciente del ambiente (de ahí nuestras aulas electrónicas y salas de cine a oscuras). Para el LCD, el contraste también decrece si la pantalla está en ángulo respecto del lector. Los números prácticos para el contraste con luz normal para un LCD es de aproximadamente 100:1 y para el CRT (*Cathode Ray Tube*) es de 20:1 a 40:1. La tinta sobre el papel tiene una *ratio* de contraste de alrededor de 120:1 y, dado que el papel refleja la luz el contraste no se deteriora en un ambiente luminoso.

Los problemas físicos causados por el uso de la computadora han sido clasificados por la *American Optometric Association* como “*Computer Vision Syndrome*” (CVS). Los síntomas incluyen vista cansada, visión borrosa, dolor de cabeza, dolor de espalda y de cuello, ojos secos, visión distorsionada del color, miopía temporaria, visión doble, imágenes persistentes, y creciente sensibilidad a la luz. Una encuesta realizada en EE.UU. indica que la vista cansada relacionada con la computadora es la queja número uno en

Tabla 2-. Comparación de libros-e con libros-i usando los ocho criterios

Criterios	Libro-i	Libro-e
Calidad	Muy fácil de leer	Pobre
Durabilidad	500 años con manipulación adecuada	Mucho menos para el hardware, los medios pueden volverse rápidamente obsoletos
Costo inicial	Ninguno	US\$ 200 o más
Costo continuo	Bajo	Comparable
Facilidad de uso	Muy fácil de usar	Menos
Características	Hojeo y examen rápido	Lento o imposible
Estandarización	Sí	No
Características adicionales		Se puede buscar en el texto, hipervínculos, densidad de datos más alta, actualización rápida

las oficinas. Además, cerca de 10 millones de personas buscan anualmente exámenes de ojos por problemas relacionados con el uso de la computadora, 40 veces más que la cantidad de personas afligidas por el síndrome del túnel carpiano y otras lesiones producidas por estrés repetitivo. Entre el 50 y el 75% de los usuarios de PC se quejan de problemas de visión asociados con el uso de la computadora. El *National Institute of Health and Safety* sostiene que el 88% de los 66 millones de personas en EE.UU. que trabajan en las computadoras más de tres horas por día, sufren de cansancio visual. Todos los tipos de monitores (color o monocromo) producen esos síntomas. Las investigaciones realizadas en la Universidad de California en Berkeley indican que los efectos del CVS disminuyen la productividad de un 4 a un 19%. El costo del tratamiento para el CVS se aproxima a dos mil millones de dólares anuales.

La lectura en los monitores de la computadora es, además, más lenta y menos exacta. Los experimentos realizados mostraron que tanto la velocidad como la exactitud de lectura son de un 10 a un 30% más lentas. Esta combinación de estrés físico y de velocidad y exactitud de lectura más bajas es la razón por la cual la sociedad sin papel augurada en las décadas de 1970 y 1980 nunca tuvo lugar. Cuando los lectores se enfrentan con más de unos pocos párrafos de texto, los imprimen como un mecanismo inconsciente de protección. Kurzweil (1992b) reconoce que “Hasta que la pantalla de la computadora rivalice de verdad con las calidades del papel, las computadoras incrementarán el uso del papel en lugar de reemplazarlo”. Los textos-e transfieren el costo del impreso desde los publicadores a los lectores sin reducir los gastos de la biblioteca y con un creciente daño ambiental.

Por su parte, Paul Curlander, gerente de la empresa de impresoras Lexmark, vaticina que el consumo de papel en las oficinas de todo el mundo se incrementará de 3 trillones de páginas en el 2000 a 8 trillones en el 2010.

Durabilidad

El libro-i es un modelo de durabilidad. Puede ser lanzado desde grandes alturas, expuesto a la arena y la comida, y aun sumergido completamente en el agua por breves períodos sin perder su contenido informativo.

Aunque las páginas de un libro-i se destripen, todavía permanece el contenido informativo. Las bibliotecas reconocen esto y reencuadernan los libros para devolverles toda su utilidad. Los libros-i se degradan progresivamente; el contenido es útil aun cuando las páginas estén amarillentas y la encuadernación estropeada. Los dispositivos electrónicos, por el contrario, tienden a fallar catastróficamente; un simple transistor en un chip puede convertir en basura tanto el dispositivo como todo su contenido.

Desde los rollos de papiro de hace 5 mil años a las Biblias de Gutenberg de quinientos años, el papel ha demostrado durabilidad. La impresión en papel no ácido puede durar quinientos años. Ningún medio de almacenamiento digital es estable por más de cien años y Sottong no ha encontrado ninguna garantía más allá de los 25 años. Esto es menos que el período de vida del papel ácido que la mayoría de las bibliotecas prefiere no coleccionar.

Aun cuando un medio digital y sus datos sobrevivan 100 años, el *hardware* y el *software* necesarios para leerlos ya no estarán disponibles ¿Cuántas computadoras pueden leer un disco de 5 ¼ pulgadas? El tiempo de obsolescencia de los medios magnéticos y ópticos estimado por muchos tecnólogos es de entre 10 y 20 años, o menos.

Todos los medios de almacenamiento digital sufren de una rápida obsolescencia de *hardware* y *software*. Los usuarios de la tecnología CD deberían sentirse seguros por la duración de la vida física de este tipo de discos, pero no deben perder de vista la necesidad de mantener un recorrido viable para la migración de datos a nuevas plataformas de *hardware* y *software*. Los medios de almacenamiento digital imponen una disciplina estricta a diferencia de los registros legibles por el hombre: su rápida evolución crea una progresión continua de tecnología que no puede ser ignorada sin riesgos durante demasiado tiempo.

Un problema más serio de durabilidad es la naturaleza de internet, que se usa como el medio primario de distribución para la mayoría de los sistemas de libros-e. Las compañías y sitios de internet tienen, notoriamente, una vida corta, tal como han mostrado los cimbronazos recientes de las empresas *dot-com* (.com). Un libro en la mano es mucho mejor que una base de datos de libros en un servidor parado.

Costo inicial

No se requiere ningún *hardware* para leer un libro-i. Todos los libros-e requieren un lector caro, por ejemplo, un *SoftBookTM Reader* de US\$ 650. Hay aspectos sociales respecto de este costo inicial: no todos tienen disponibilidad económica como para acceder a computadoras o lectores de libros-e. Salvo que deseemos desarrollar una colección elitista, las bibliotecas deben comprar los caros lectores de libros-e. Si se pierden o dañan, la biblioteca también tiene que asumir el gasto del reemplazo. Sería inaceptable en la mayoría de las bibliotecas (especialmente las públicas) tanto cobrar un depósito, como responsabilizar a los usuarios de los daños masivos. Esto hace que los lectores de libros-e sean un gasto continuo para la biblioteca.

Costo continuo

Los libros-e son todavía tanto o más caros que sus contrapartidas impresas. Una de las paradojas de cualquier nueva tecnología es que para abarataarse debe ser ubicua, pero no podrá serlo hasta que se abarate. Para llegar a esto, la mayoría de las nuevas tecnologías debe producirse a pérdida y comercializarse a valor nominal o con un descuento, comparada con su competidora madura hasta lograr la ubicuidad. Que los vendedores de libros-e no lo estén haciendo puede decirnos algo respecto de la falta de confianza que tienen en su producto.

Algunos costos continuos son únicos para cada medio. Los libros-i tienen para las bibliotecas costos de estanterías y espacio. Si se proveen vía web, los libros-e tienen costos continuos de suscripción y costos asociados con las computadoras, los servidores y las redes usados para acceder a ellos. Si los libros-e están separados entonces deben volverse a comprar periódicamente o transferirse a medios nuevos a medida que envejecen o su formato se vuelve obsoleto. Dado que estos costos son a largo término y los libros-e solo han estado con nosotros desde hace poco tiempo, no es posible compararlos.

Facilidad de uso

Aunque las personas tecnológicamente inteligentes encuentran a los libros-e fáciles de usar, nada se com-

para con la simplicidad de un libro-i: solo abrir y leer. No hay ninguna curva de aprendizaje involucrada. Además, los libros-i pueden anotarse fácilmente con un lápiz o un resaltador y, si bien esas anotaciones son la plaga de las bibliotecas, generalmente no dañan el contenido informativo. Los lectores de libros-e dedicados tienen algún mecanismo moderadamente complicado para la anotación, si bien los libros basados en la computadora no tienen ese mecanismo o, si lo tienen, es uno que requiere una práctica significativa para manejarlo y mucho tiempo para ejecutarlo.

Características

Los libros-e tienen características comparables a los impresos con la excepción de hojear, ojear y compartir el contenido. Un libro-i puede hojearse rápidamente hasta encontrar un cierto texto o ilustración mientras que la lentitud inherente de las pantallas de la computadora, especialmente las LCD, junto con la dificultad asociada de leer del monitor hace que esta tarea sea imposible para los textos-e.

La mayoría de los dedicados lectores de libros-e ata el libro comprado a un lector específico, mientras que los textos-e a los que se accede por medio de internet están, por lo general, atados a un conjunto específico de direcciones IP. Esto significa que el libro no puede prestarse o darse a otra persona sin incluir al lector.

Estandarización

La mayoría de los libros-e usan formatos propietarios que no pueden leerse en diferentes máquinas. Esto puede cambiar en un futuro cercano con el advenimiento del estándar *Open e-Book* (www.openebook.org); sin embargo, esta norma podría volver obsoletos a los lectores actuales de libros-e.

Características adicionales

Los textos-e tienen cuatro características adicionales: búsqueda en el texto, hipervínculos, mayor densidad de los datos y actualización rápida. La búsqueda en el texto proporciona la habilidad para

encontrar secciones específicas; sin embargo, esta utilidad está limitada porque uno debe buscar con la palabra o la frase exacta usada por el autor.

Por el contrario, los índices creados por los hombres, a menudo omitidos en los textos-e, indexan conceptos en lugar de palabras y las remisiones usan, por lo común, términos alternativos. Los hipervínculos pueden hacer que los índices electrónicos sean muy amigables y permitir un desplazamiento rápido entre secciones relacionadas del texto. Esta característica es más útil en textos altamente referenciados, y no tanto en textos lineales, como novelas u obras más largas y descriptivas. La densidad de datos incrementada significa que se pueden almacenar muchos libros-e en un lector, permitiendo a una persona, por ejemplo, transportar una pequeña biblioteca de referencia en un espacio limitado. Por otra parte, la actualización rápida puede llevarse a cabo vía internet. Esto hace que las obras de referencia estén mucho más al día que sus contrapartes impresas.

Conclusiones

Los libros-e fracasan en seis de los ocho criterios. No son comparables con los libros-i. Todavía son demasiado caros, difíciles de leer y ofrecen títulos limitados. El libro-i es casi perfecto: económico, durable, portátil y completo en sí mismo. El notable educador y crítico literario estadounidense, Harold Bloom, dijo “Imaginen que durante los últimos quinientos años solo hubiéramos tenido libros-e, y entonces se hubiera producido algún gran avance tecnológico que nos brindara el libro-i y encuadernado. Todos estaríamos extasiados. Estaríamos celebrando luego del largo horror del libro-e” (cit. por Sottong, 2002: 78).

Los libros-e están mucho más en el estadio del desarrollo de Kurzweil y aún no han avanzado lo suficiente como para constituirse en falsos pretendientes. Los números de las ventas nos lo muestran: en un año solo se han vendido entre 20 mil y 50 mil lectores dedicados a leer libros-e, de lejos muchísimo menos que el primer día de ventas de cualquiera de los libros de Harry Potter o del contenido de una pequeña biblioteca.

A pesar de esto, los libros-e pueden ocupar un lugar limitado en las colecciones donde sus características especiales superen sus imperfecciones. Si

buscar, vincular y actualizar son muy importantes y el texto se presenta en segmentos cortos, discretos, los libros-e pueden ser una solución útil. Dentro de esta categoría de libros se pueden incluir los índices, las enciclopedias, los almanaques, los nomencladores geográficos, los manuales técnicos, los manuales del tipo *Merck Index*, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*.

Tal como siempre se ha sostenido en el campo de los recursos y servicios de información, estas obras se estructuran como bases de datos para facilitar la búsqueda y la recuperación y, como tales se han elaborado más para ser consultados en forma fragmentaria que para ser leídos en forma secuencial. Los libros-e no trabajan bien con largos segmentos de texto lineal como novelas, las obras especializadas de investigación, la mayoría de la no ficción y los libros de texto. Estas categorías aun comprenden la mayoría de las obras en una colección.

Ser los primeros en invertir en una nueva tecnología siempre es caro y generalmente infructuoso. Se debe esperar a que el mercado proponga costos más bajos, incremente la confiabilidad y reduzca las posibilidades de que tengamos que abandonar con rapidez tecnología pasada de moda.

La tecnología de la visualización mejora lentamente y se está trabajando en un formato estándar para libros-e, pero esto todavía no asegura la adopción final de la tecnología del libro-e como el sucesor o aun el falso pretendiente del libro-i. Existen ahora en el mercado otras tecnologías, como la impresión según la demanda que competirá cabeza a cabeza con los libros-e. Las estaciones de impresión según demanda pueden bajar una obra de un vendedor y proveer un libro en papel apropiadamente encuadernado con todas sus ventajas inherentes en cinco minutos.

Los estadios de Kurzweil nos reaseguran que no tenemos razón para preocuparnos. Aun si todos los problemas tecnológicos con los libros-e se resolvieran mañana y los libros-i alcanzaran el estadio de la obsolescencia, se seguirían produciendo y permanecerían durante el 5 al 10% de su ciclo de vida maduro. Para los libros-i, que se han producido durante más de 500 años, significa que tendremos entre 25 y 50 años (una o dos generaciones) para la transición a la nueva tecnología.

Si las bibliotecas iniciaran más que una colección limitada de libros-e, se arriesgarían a alienar a los usuarios que rápidamente se hastiarán del can-

sancio visual causado por los libros-e actuales. También se correría el riesgo de derrochar dinero en *hardware* y *software* que rápidamente se volverán obsoletos. Cuando se hagan progresos en el desarrollo de los libros-e, los ocho criterios presentados podrán usarse para juzgar si la tecnología está finalmente lista para su amplia aceptación.

Bibliografía

- Armstrong, C. (2008). "Books in a virtual world: The evolution of the e-book and its lexicon". *Journal of Librarianship and Information Science* 40(3): 193-206.
- Kurzweil, R. (1992a). "The futurecast: The future of libraries part 1: The technology of the book". *Library Journal* 117(1): 81.
- Kurzweil, R. (1992b). "The futurecast: The future of libraries part 2: The end of books". *Library Journal* 117(3): 140.
- Kurzweil, R. (1992c). "The futurecast: The future of libraries part 3: The virtual library". *Library Journal* 117(5): 63.
- Kurzweil, R. (1993). "The futurecast: The virtual book revisited". *Library Journal* 118(3): 145.
- Lombardi, J.V. (2000). "20/20 vision for the future". *ALA 2000 Annual Conference*, 8-10 July, Chicago, Illinois.
- Martínez de Sousa, J. (1993). *Diccionario de Bibliología y ciencias afines*. 2ª ed. Aum. y act. Fundación Sánchez Ruipérez, Madrid: 518. (Biblioteca del libro; 29)
- Sottong, S. (2002). "E-book technology: Waiting for the 'False Pretender'". *Information technology and libraries* 20(2): 72-80.

Dominguezia

Índice acumulado

Dominguezia 22(1) 2006

José Laureano Amorín (ALBERTO A. GURNI).

Ciclótidos: péptidos Macrocíclicos presentes en plantas (Revisión) (ADRIANA M. BROUSSALIS y GRACIELA E. FERRARO).

Especies hidrófitas y palustres utilizadas como medicinales por los habitantes del norte y nordeste de la provincia del Chaco (MARIELA A. MARINOFF, CARLOS CHIFA y ARMANDO I. A. RICCIARDI).

Un programa de consejos al paciente en la dispensación de plantas medicinales.

Resultados preliminares (MARÍA I. RAGONE, ANA C. TAMBUSI, MARIANA SELLA, DIANA AIMAR, ANDREA C. PAURA y ALICIA E. CONSOLINI).

Fracción metanólica de *Ligaria cuneifolia* “muérdago criollo”: efecto sobre parámetros hemorreológicos y secreción biliar (MARIANA FERRERO, DIEGO CROSETTI, ALICIA DOMINIGHINI, MARÍA DE LUJÁN ÁLVAREZ, MARÍA TERESA RONCO, MARCELO L. WAGNER, ALBERTO GURNI, CRISTINA CARNOVALE y ALEJANDRA LUQUITA).

Análisis complementarios de derivados indólicos (fitohormonas) en algas termales del Domuyo (Provincia de Neuquén, República Argentina) (Comunicación breve) (JUAN ACCORINTI, MARÍA TERESA WENZEL y NÉSTOR HUGO FICOSECCO).

Acceso abierto como paradigma emergente (RUBÉN CANELLA).

Dominguezia 23(1) 2007

Anatomía foliar y caulinar de *Lippia turbinata* f. *magnifolia* Moldenke –Verbenaceae– (Loc. Vipos, Dpto. Trancas, Tucumán, República Argentina) (MARÍA VICTORIA COLL ARÁOZ y GRACIELA I. PONESSA).

Inventario preliminar de la flora medicinal de la sierra La Barrosa (Balcarce, Buenos Aires, República Argentina) (MARÍA CELIA NUCIARI e IRMA ROSANA GUMA).

Contribuição Etnofarmacobotânica ao estudo de *Petiveria alliacea* L. –Phytolacaceae– (“amansa-senhor”) e a atividade hipoglicemiante relacionada a transtornos mentais (MARIA THEREZA LEMOS DE ARRUDA CAMARGO).

Actividad insecticida de 1,8-cineol sobre mosca de los frutos, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) (SANDRA V. CLEMENTE, GRACIELA MAREGGIANI, ADRIANA BROUSSALIS y GRACIELA FERRARO).

Prácticas de innovación en la enseñanza universitaria (MARILINA LIPSMAN).

Dominguezia 24(1) 2008

El Archivo Bonpland en el Museo de Farmacobotánica “Juan Aníbal Domínguez” (GUSTAVO C. GIBERTI).

Taxonomía y biología de los primeros registros de acrásididos en la República Argentina (EDUARDO M. VADELL).

Farmacopea natural y tratamiento de afecciones de la piel en la medicina tradicional de los campesinos de las sierras de Córdoba (República Argentina) (GUSTAVO J. MARTÍNEZ).

Especies medicinales argentinas con potencial actividad analgésica (RUBÉN V. D. RONDINA, ARNALDO L. BANDONI y JORGE D. COUSSIO).