



FLOR Y FRUTO DE VID (*Vitis vinifera* L.)

Micrografía aplicada a Viticultura y Enología

GRAPE FLOWER AND FRUIT (*Vitis vinifera* L.)
Viticulture and Enology applied micrography

Claudia Victoria Lúquez *
Juan Carlos Formento **

Originales
Recepción: 28/09/2001
Aceptación: 30/11/2001

RESUMEN

Un conocimiento apropiado de la anatomía de los diferentes tipos florales de la vid permite interpretar procesos de floración y fertilidad. Se ha observado durante cinco años las características de distintas variedades de vid en Mendoza (Argentina). Debido a las diferencias de variedades y viñedos, las observaciones se han tratado desde un punto de vista general. El estudio de las características anatómicas de la baya permite comprender fenómenos de maduración, estrés hídrico, deficiencias y productividad. En cuanto a los procedimientos tecnológicos, la observación de los componentes celulares del fruto: pared celular, polifenoles vacuolares, plástidos y ráfides de cristales de tartrato de calcio permite evaluar métodos enológicos, procesos de maceración y extracción de compuestos fenólicos y los tratamientos que deberían aplicarse para mejorar la calidad del vino.

Palabras clave

flor, fruto y semilla de la vid • anatomía • morfología • procesos de floración y maduración

ABSTRACT

An appropriate knowledge of anatomy of the different flower types of grape vine allows the interpretation of flowering and fertility process. Five years observations have been carried out on the characteristics of several varieties of grape vine in different vineyards of Mendoza (Argentina). Due to the variation among varieties and vineyards, observations were treated in a general point of view. The study of anatomical characteristics of berry lets understanding ripening, water stress, deficiencies and productivity phenomena. Concerning technological procedures, the fruit cellular components (cell wall, vacuolar polyphenols, plastids, calcium tartrate crystalline raphides) observation lets to examine enological methods, maceration and phenolic compounds extraction process, and the treatments that should be applied to improve wine quality.

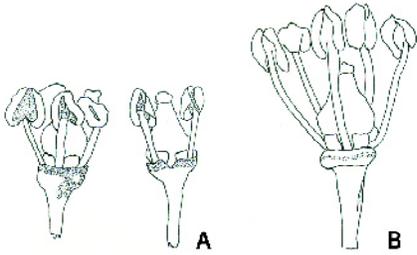
Key words

flower, fruit and seed of grapevine • anatomy • morphology • flowering and maturation process

* Departamento de Ciencias Biológicas.

** Departamento de Tecnología Agroindustrial.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Almirante Brown N° 500. Casilla de Correo 7. M5528AHB Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
ccea@fca.uncu.edu.ar



Flores perfectas en antesis (sin caliptra). A: var. *Aspiran Bouschet*. B: var. *Malbeck*

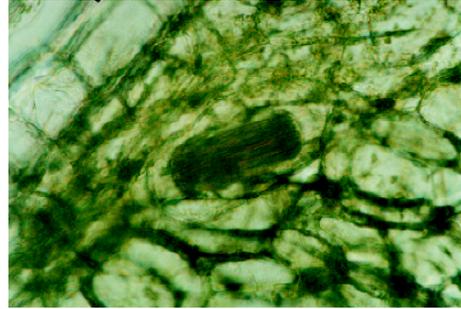


Foto 1. Vid D81. Baya. Semilla (CT). Ráfide. x400

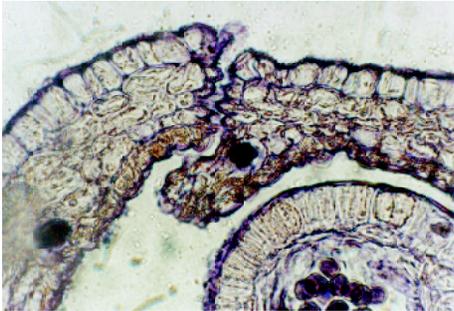


Foto 2. Corola. x400. (MC)

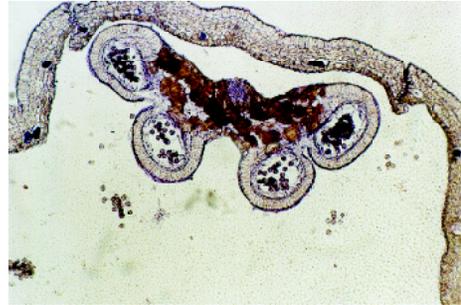


Foto 3. Antera (CT) + corola uniéndose. x100 (MC)

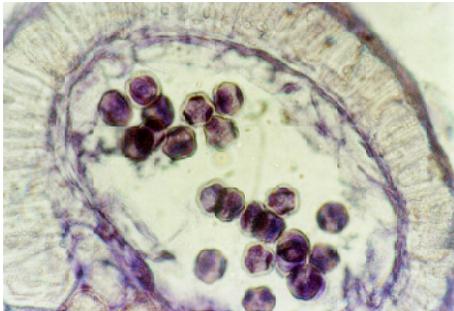


Foto 4. Antera (CT) c/ granos de poles. x640 (MC)

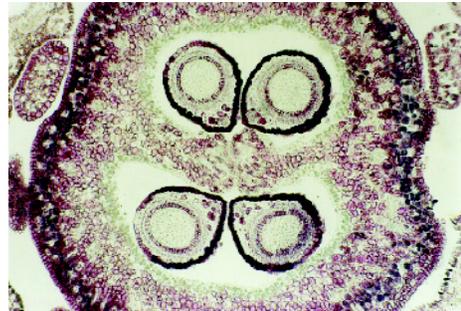


Foto 5. Ovario normal (CT). x100 (S5)

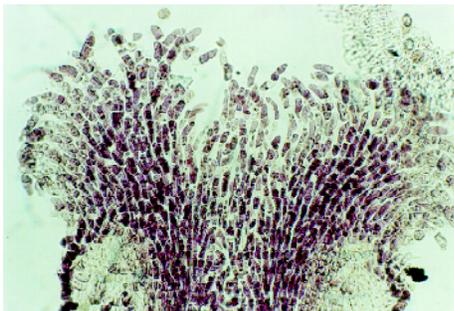


Foto 6. Estigma. x200 (CH5)

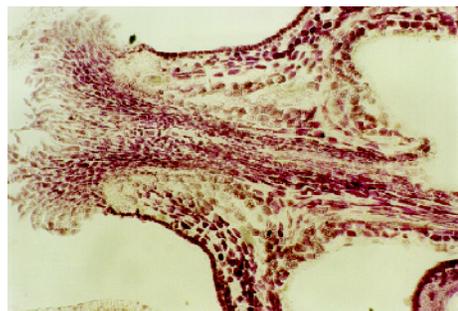


Foto 7. Canal estaminal. x100. (CH5)

INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de realizar un estudio anatómico de flores y frutos de vides cultivadas en Mendoza (Argentina), después de una investigación inicial se elaboró un patrón de referencia de variedades tradicionales y tintoreras de interés para la vitivinicultura. El mismo facilitará el análisis del comportamiento de las distintas variedades y la evaluación de los factores incidentes en su desarrollo: efecto del frío en los niveles de brotación, tipos de poda para mejorar la cosecha, problemas de polinización, grado de fecundación y porcentaje de cuaje. El examen de los tipos florales, las características del polen y del óvulo permitirá interpretar las posibles causas de la abscisión de las flores; luego, de la antesis. En el fruto ayudará a interpretar los niveles de envero y de madurez fenólica relacionando las descripciones micrográficas con las variadas operaciones de observación: color del pincel, del hollejo, la pulpa y las semillas y los análisis organolépticos de las mismas. El número y tamaño de las células del fruto ayudarán a explicar el efecto del déficit hídrico sobre el tamaño de la baya y la concentración de compuestos fenólicos y otros, así como a optimizar los sistemas de riego y de conducción de los cepajes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de flores y frutos desde 1996 a 2001 en viñedos particulares de Mendoza y en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Se estudiaron las variedades tradicionales: Malbeck, Cabernet Sauvignon, Cereza, Pedro Jiménez, Torrontés, Chardonnay, Alfonso Lavalleé y tintoreras: Aspiran Bouschet, Grand Noir de La Calmette, Tenturier Femelle, Garnacha Tintorera y Alicante Bouschet.

Se efectuó un seguimiento micrográfico seriado de flores y bayas en sus diferentes grados de desarrollo. Las muestras tomadas se fijaron a campo en F.A.A. Se deshidrataron, se clarificaron en xilol y se incluyeron en parafina. Se realizaron cortes de 10 μ con micrótopo rotativo tipo Minot. Se hicieron coloraciones sucesivas dobles *safranina-verde rápido* y *safranina-hematoxilina de Delafield* y montaje en bálsamo de Canadá. En los cortes a mano libre se hicieron preparados permanentes con gelatina-glicerina. En epidermis se realizó *peeling*, diafanizado, coloración con hematoxilina y montaje en gelatina-glicerina. Se trabajó con microscopio óptico Zeiss y las fotografías se obtuvieron con microscopio universal Axioplan para luz transmitida con cámara de microscopio MC 100 SPOT y chasis de 35 mm Mot.

I. Flor

I.1. Género *Vitis*

Son arbustos trepadores con zarcillos, tallo con crecimiento simpodial, nudos hinchados, hojas alternas, simples, con estípulas. Las flores se agrupan en racimos compuestos, opuestos a una hoja. Cada brazo del racimo se ramifica hasta terminar en un dicasio (una flor terminal con dos flores en su base). Tanto la flor terminal como sus laterales pueden abortar y el dicasio se reduce entonces a una o dos flores.

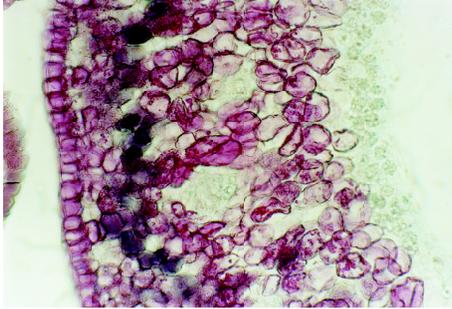


Foto 8. Ovario (pared). x400. (S5)

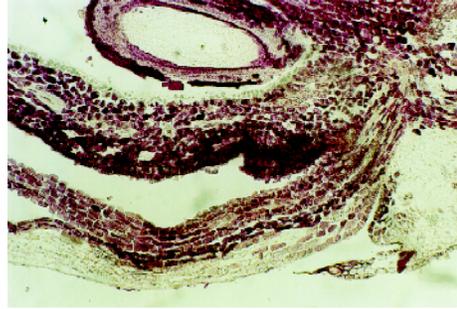


Foto 9. Corte logitudinal de la flor. Discos nectaríferos. x100. (CH5)

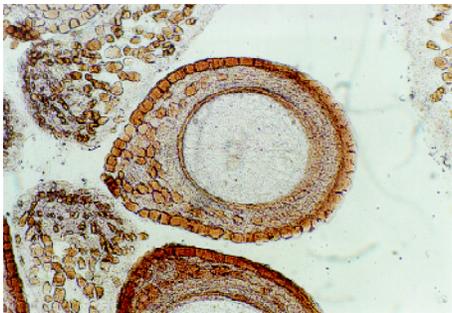


Foto 10. Óvulo (CT). x200 (CH16)

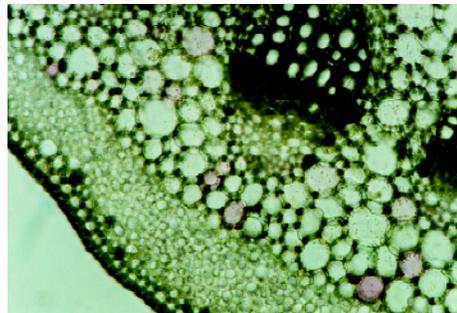


Foto 11. Baya (CT). x640. Malbeck

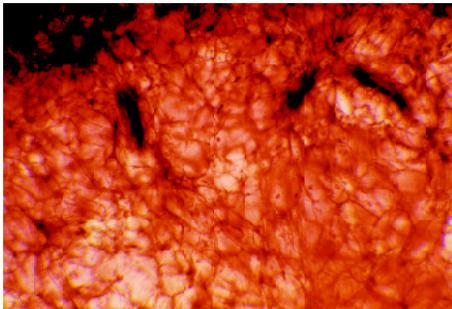


Foto 12. Vid B66. Baya (CT). x100



Foto 13. B66. Baya (CT). x100

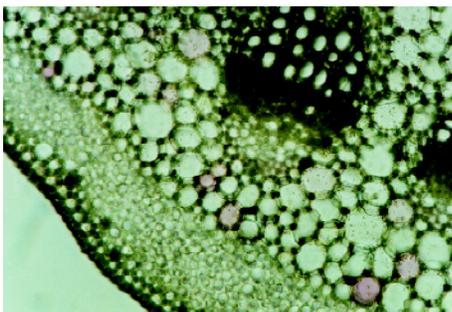


Foto 14. Vid B66. Pecíolo (CT). x100. Cara abaxial

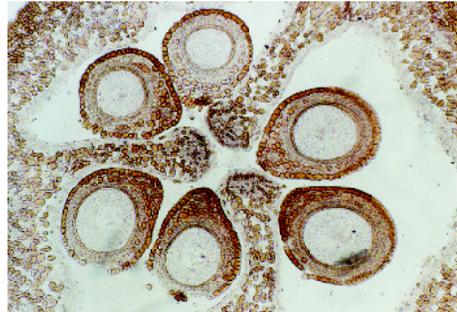


Foto 15. Ovario trilocular. x100. (CH16)

Éstas son verdes, pequeñas, hermafroditas, pentámeras, actinomorfas. El cáliz es pequeño, cupuliforme, con 5 sépalos unidos. La corola, o capucha, tiene 5 pétalos verdes pequeños, aplanados, apicalmente unidos formando la caliptra, que se desprende desde la base en la antesis, empujada por los estambres. Androceo con 5 estambres libres opuestos a los pétalos. Anteras con tecas 2-loculadas, de dehiscencia longitudinal. Disco anular con cinco nectarios amarillos más o menos soldados al ovario y alternando con los estambres. Pistilo 1, con el ovario súpero, 2-loculado y 2-carpelado. La placentación es axilar, con 1-2 óvulos anátropos en cada lóculo. El estilo es corto; el estigma discoideo o capitado. Fruto baya (con piel delgada, mesocarpo y endocarpo carnosos). Semillas con embrión recto y endosperma abundante (19) (figura, pág. 110).

Las especies de vid son naturalmente hermafroditas, aunque hay vides salvajes dioicas. Los tipos florales pueden dividirse en tres grandes grupos:

- a) Flores hermafroditas o perfectas: con androceo y gineceo funcionales.
- b) Flores pistiladas o femeninas: con un gineceo funcional bien desarrollado y estambres con filamentos reflejos, más o menos curvados, y polen generalmente estéril.
- c) Flores estaminadas o masculinas: con estambres erectos y pistilo abortado.

1.2. Estructura de la flor

El **pedicelo** de la flor presenta epidermis cutinizada monoestratificada (un estrato de células aplanadas o tabulares de pared tangencial externa engrosada), colénquima angular (banda debajo de la epidermis, con células de pared primaria irregularmente engrosada) y parénquima cortical (células grandes de pared primaria delgada, con cloroplastos y almidón). Presenta cinco haces colaterales vasculares en su base, que luego se separan para formar nuevos hacillos dirigiéndose a las piezas florales. Se observan idioblastos (células que se diferencian marcadamente de las restantes de un tejido) llamados células rafidíferas. Son fácilmente visibles por sus enormes vacuolas ocupadas por los ráfides (manojos de rafidios o cristales de oxalato de calcio con forma de aguja) (foto 1, pág. 110).

Los **sépalos** poseen dos epidermis monoestratificadas, varias capas de parénquima fundamental y el sistema vascular representado por los haces vasculares. No muestran diferenciación entre parénquimas esponjoso y en empalizada. Su color verde se debe a que sus células poseen cloroplastos.

La **caliptra** de la vid es la corola dialipétala, con los pétalos libres al principio y soldándose al finalizar su desarrollo para formar una capucha que cubre a las anteras y al gineceo (foto 2, pág. 110). La base de cada pétalo presenta una capa de pequeñas células poco diferenciadas en el lugar donde luego se producirá la absición. La caliptra se separa desde su base y cae en conjunto en el momento de la antesis. Existen flores denominadas *en estrella* con los pétalos separados en el ápice y la corola que no forma caliptra.

Los **pétalos** presentan epidermis abaxial y adaxial monoestratificadas (con estomas y cutícula listada), parénquima fundamental constituido por 3-5 capas de células y un haz vascular.

El **estambre** contiene los sacos polínicos en cuyo interior se encuentran los granos de polen. Los estambres son opuestos a los pétalos (opositipétalos) y libres entre sí. Constan de dos partes bien delimitadas: antera (parte superior fértil) y filamento (parte basal estéril).

La **antera** es dorsifija y tetraloculada (con cuatro cavidades). Tiene dos tecas, con dos sacos polínicos cada una. El conectivo es la parte media estéril de la antera y en la vid adopta característicamente la forma de una bifurcación que conecta ambas tecas, provocando que la antera sea bilobada (foto 3, pág. 110).

El **filamento** presenta una epidermis similar a la de la corola, parénquima fundamental y un haz vascular ancicribal (el floema rodea al xilema), circundado por el parénquima fundamental.

El **saco polínico** está constituido por diferentes capas de tejidos que forman su pared y por el tejido esporógeno (dentro del lóculo). Las capas parietales son, de afuera hacia dentro: (foto 4, pág. 110).

- Epidermis formada por células tabulares que se comprimen a la madurez de la antera.
- Endotecio o capa fibrosa: la capa parietal típica de la antera relacionada con el mecanismo de dehiscencia. Sus células tienen la pared tangencial interna engrosada en forma homogénea y las paredes radiales con engrosamientos de pared secundaria en forma de barras, bandas o filetes lignificados, alternadas con franjas que poseen solamente pared primaria. En la región del estomio (pequeña ranura longitudinal) el endotecio no desarrolla espesamientos secundarios. En la dehiscencia de la antera, cuando el endotecio se contrae tangencialmente, el estomio se rompe permitiendo la salida del polen.
- Capa media, células parenquimáticas que aparecen muy aplastadas en la antera madura.
- Tapete secretor o glandular: capa de tejido más interna, especializada en la nutrición de las microesporas y formación de la exina del grano de polen.

El **gineceo** forma un solo cuerpo o pistilo. Posee una parte inferior fértil (ovario) y una parte superior estéril (estigma y estilo). Es bicarpelar (con dos carpelos) y gamocarpelar (con los carpelos unidos). Cada carpelo se pliega por su nervadura media, de manera que la cara superior mira hacia el interior y se suelda a sí mismo (margen contra margen, determinado un lóculo en su interior). Los márgenes carpelares (donde están las placentas) se ubican en el centro del ovario (en el axis o eje). Por lo tanto, la placentación en vid es marginal axial. A su vez, ambas hojas carpelares se unen entre sí por su cara inferior formando un septum (tabique) que divide al ovario en dos cavidades. El gineceo es, por lo tanto, bilocular (foto 5, pág. 110).

El **estigma** -superficie que recibe al grano de polen- es del tipo húmedo o glandular, con una epidermis glandular papilada, constituida por células alargadas unidas por sus extremos formando papilas (cordones filamentosos) de aproximadamente 20 células de longitud (21). Las células epidérmicas y subepidérmicas secretan una

solución azucarada constituida por compuestos lipídicos y fenólicos, que tapiza en forma de película el estigma y el canal estilar luego de la antesis (foto 6, pág. 112).

El **estilo** es corto. Posee un canal estilar (conducto por el cual se desplaza el tubo polínico) que va desde el estigma hasta cada uno de los lóculos. El estilo consiste de epidermis monoestratificada, parénquima fundamental con espacios intercelulares y tejido estigmatoide (revestimiento interno glandular del canal estilar, que continúa la epidermis glandular del estigma). Estos tejidos tienen idioblastos con ráfides (foto 7, pág. 112).

El **tejido estigmatoide** se prolonga en el lóculo recubriendo ambos lados de la placenta y el funículo del óvulo. El tubo polínico crece intercelularmente en el estigma y en el canal estilar emerge dentro del lóculo, avanza por la superficie de la placenta y del funículo, y entra por la micrópila del óvulo (25).

La **pared del ovario** presenta tres capas celulares (foto 8, pág. 112):

- Epidermis abaxial o externa, monoestratificada: sus células poseen gotitas refractivas de polifenoles antes de la antesis. Hay estomas en la proporción de 1-2 /mm².
- Mesófilo con un estrato de 9-11 filas de espesor de células parenquimáticas, a ambos lados de la red de haces vasculares. Hasta el momento de la antesis, el ovario está cubierto por la caliptra de pétalos, que impide la llegada de la luz solar directa. Esto explicaría el hecho de que el contenido de clorofila presente en el mesófilo es muy bajo cuando cae la caliptra, aumenta drásticamente cuando se expone el ovario a la luz solar y va disminuyendo paulatinamente durante el proceso de maduración de la baya, con la consiguiente pérdida de color verde. Este fenómeno coincide con el incremento del contenido de los monoterpenos responsables del aroma en la baya (14). Los haces vasculares penetran el carpelo provenientes del receptáculo: un haz dorsal (nervadura media) y dos haces ventrales que se desplazan por los márgenes de la hoja carpelar y alimentan a las placentas ubicadas en la zona axial. Otras ramificaciones de los haces vasculares dorsales y ventrales forman una red periférica de haces vasculares. Todos convergen finalmente en el estilo.
- Epidermis adaxial o interna, con 1-2 capas de células parenquimáticas, cuyas vacuolas están aparentemente libres de polifenoles. El estrato más interno contiene drusas (cristal de oxalato de calcio, compuesto de cristales menores que se proyectan desde su superficie).

El **disco de nectarios**, formado por cinco glándulas, se encuentra en la base del ovario de las flores hermafroditas, funcionalmente femeninas y masculinas. Puede ser funcional o no, pero produciría el olor típico de la inflorescencia de la vid (21). Los nectarios derivarían filogenéticamente de la transformación de un verticilo de estambres. Experiencias realizadas sobre la percepción olfativa en seres humanos han demostrado que el olor característico de flores de vid es más fuerte en las flores masculinas que en las femeninas (18). En algunas flores se forma un segundo disco

poco antes de la antesis, entre el cáliz y la corola, y continúa creciendo luego de la fertilización (foto 9, pág. 112).

I.3. Grano de polen

El grano de polen normal es tricolporado: con tres surcos, más anchos en el ecuador que en los polos. Cada surco posee un poro redondeado en su parte media. Tiene simetría radial y es isopolar, elíptico alargado en vista ecuatorial, y triangular en vista polar, con los ángulos surcados y los lados cóncavos. Al absorber agua los ángulos se dilatan y su forma se hace hexagonal por dilatación (30).

La **pared** del grano de polen maduro consiste de una gruesa capa externa (exina) y una delgada capa interna (intina). En el momento de la dehiscencia de la antera, el grano de polen es binucleado y la exina ha desarrollado los tres surcos longitudinales y los tres poros germinativos. Los poros -a través de los cuales emerge el tubo polínico- son áreas delgadas de la exina donde se visualiza la intina, compuesta de pectina y celulosa. La pared está constituida por esporopolenina (polímeros oxidativos de carotenoides y ésteres carotenoides) notablemente resistente a las altas temperaturas y a los agentes químicos. También presenta enzimas y tipos alergénicos, responsables de las reacciones de incompatibilidad durante la polinización. El tipo de polinización en la vid es discutido y sería de tres tipos: anemófila, entomófila y autopolinización (20). Un alto porcentaje de vides serían autógamas (pudiendo darse la autopolinización en la yema), el resto entomófilas alógamas y sólo unas pocas anemófilas (4).

I.4. Óvulo

El **óvulo** de *Vitis* es anátropo, con nucela sólida y dos tegumentos (foto 10, pág. 112).

La **nucela** es el cuerpo central del óvulo, con células vegetativas que rodean el saco embrionario. Éste es del tipo normal o tipo *Polygonum* (consta de siete células: célula huevo, dos sinérgidas, una célula central con dos núcleos y tres antípodas).

El **funículo** del óvulo es el pie que lo une a la placenta. Un haz vascular lo recorre hasta la chalaza. Tiene xilema con traqueidas con engrosamientos secundarios espiralados lignificados, y floema con células cribosas. Tiene una vaina de esclerénquima cerca de la chalaza.

El **tegumento externo** consiste de 2-9 capas de células, la más externa con células taníferas.

El **tegumento interno** posee 2-3 capas de células. La capa más externa posee cutícula, mientras que las células de la más interna se encuentran llenas de tanino. En la micrópila, el tegumento interno se proyecta por fuera del tegumento externo, formando el endostomio (collar alrededor de la micrópila) (25).

II. Fruto

Es el ovario desarrollado luego de la fecundación. Se trata de una baya, un fruto carnoso pluriseminado, indehiscente a la madurez. También son carnosos los tabiques y las placentas.

La **pericarpo**, o pared del fruto, en la vid está dividida en tres capas: epicarpo (epidermis externa e hipodermis externa), mesocarpo (pared externa y pared interna) y endocarpo (hipodermis y epidermis internas) (21).

La **cera epicuticular** compone la característica pruina sobre la epidermis cuticularizada de los frutos. Está formada por delgadas fibrillas que sirven de alojamiento a las levaduras responsables de la fermentación del mosto, así como también diversos gérmenes de enfermedades criptogámicas. Se inicia en floración como pequeñas plaquetas verticales, sobre y entre los cordones cuticulares. A la madurez tienen 0,1 μ de diámetro, con bordes lobulados, desordenadamente superpuestas formando una capa hidrofóbica de varios micrones de espesor. Estas plaquetas son de naturaleza marcadamente hidrofóbica y totalizan 0,09-0,11 mg/cm² (las hojas de la misma variedad contienen 1/10 de ese valor). Entre ellas se forma una compleja red de canales capilares, de longitud mucho mayor que el espesor de la capa de cera, que reduce notablemente la transpiración cuticular (15). Para acelerar la deshidratación de las pasas de uva, se las sumerge en soluciones comerciales que llenan los largos y angostos canales capilares hidrofóbicos, desalojando el aire entre dichas plaquetas y facilitando la transferencia de vapor de agua a través de la capa de cera (6). Los fungicidas y detergentes afectarían la inclinación y la forma de las plaquetas de cera. La cera epicuticular está constituida por ceras blandas (30 %) en la zona externa, formando las plaquetas y ceras duras (70 %) más abundantes en las capas internas próximas a la cutícula (24). Las ceras blandas son una mezcla de ésteres de ácidos simples de larga cadena combinados con monoalcoholes alifáticos, y pequeñas cantidades de aldehídos, ésteres, ácidos grasos, hidrocarburos y ácido oleanólico. Las ceras duras están constituidas principalmente por ácido oleanólico (60 %) y lípidos (10 %) (24).

La **cutícula** es la zona que primero entra en contacto con los patógenos y juega un papel importante en la defensa de la planta. Es una capa acelular traslúcida de 1,6-3,8 μ de espesor, con cordones superficiales paralelos al eje del fruto. Esta constituida en un 65 % por cutina, un poliéster lipídico insoluble, elástico y resistente a la degradación térmica. Comprende una capa externa (la *lamela cuticular*, región libre de celulosa, con lamelas separadas por cutina y cera), una capa interpuesta (la *región reticulada* comprendida por cutina y cera atravesadas por fibrillas de celulosa) y una capa interna (la *lamela péctica*) (15).

La **piel, epicarpo u hollejo** (película) de la uva está constituida por la cutícula que lo cubre, la epidermis externa, la hipodermis subyacente y algunas capas de células parenquimáticas subyacentes. Esta película externa de la baya presenta 2 tipos de células en los preparados microscópicos: células con precipitados granulados o "células taníferas" y células desprovistas de precipitados coloreados (2). La epidermis externa consiste de células parenquimáticas con la cara tangencial externa más gruesa y vacuolas con algunos precipitados fenólicos, antocianos y taninos. Cuando la baya madura, el número de estomas/mm² disminuye y quedan aislados por lenticelas corchosas, lo que contribuye a una disminución del intercambio gaseoso, así como de la transpiración y la fotosíntesis en la baya madura. La hipodermis externa tiene un espesor de 100-250 μ y está formada por 1-17 hileras de células colenquimatosas (de paredes primarias gruesas e irregulares), aplanadas y alargadas en sentido longitudinal. Contienen polifenoles vacuolares, flavonoides en las uvas blancas y antocianinas en las uvas tintas, que se ven bajo cuatro formas en los preparados: gotitas refractivas, masas densas amorfas, precipitados granulares finos

a gruesos y masas periféricas (foto 11, pág. 112). Hay idioblastos con rafidios de tartrato de Ca, oxalato de Ca o tartrato de potasio (15). Existen cultivares en las cuales la piel de la baya se separa fácilmente de la pulpa debido a que las células parenquimáticas ubicadas bajo la hipodermis poseen paredes mucho más delgadas y han perdido parte de las sustancias pécticas que la unen a otras.

El **mesocarpo** o **pulpa** se divide topográficamente en mesocarpo externo a los haces vasculares periféricos, el grosor del cual varía con la cultivar y mesocarpo interno a los haces vasculares. Presenta 25-30 capas de células parenquimáticas, con paredes primarias celulósicas delgadas, vacuola central, isodiamétricas, más alargadas a medida que se acercan a la hipodermis, y con abundantes espacios intercelulares (foto 12, pág. 112). En el momento de la antesis, son muy ricas en polifenoles, aunque algunas células más pequeñas del mesocarpo nunca muestran polifenoles en sus vacuolas. Dos semanas después pierden los polifenoles, por lo que la pulpa normalmente no tiene color (15). Cuando no se produce esta pérdida de color, manteniéndose la pulpa coloreada en el momento de la madurez, las cepas se denominan tintoreras. Cuando la baya está verde, tiene cloroplastos, taninos y numerosos idioblastos con ráfides de oxalato de calcio. El incremento de volumen está acompañado por una elevación en la tasa de acumulación de glucosa y fructosa. El mesocarpo representa el 64 % del volumen final de la baya.

El **endocarpo** tiene 2-3 capas de células y posee una epidermis interna (junto al lóculo) con células más pequeñas que las del mesocarpo, paredes gruesas y vacuolas sin polifenoles. Hacia el endocarpo hay una hipodermis interna, un estrato de células que contienen drusas y están aparentemente libres de polifenoles (foto 13, pág. 112).

El **septum** (tabique) crece rodeando las semillas o llenando los lóculos donde las semillas han abortado. Sus células son irregulares en tamaño y forma.

El **sistema vascular** presenta un haz vascular dorsal (nervadura media) con bandas vasculares periféricas (red periférica) y haces vasculares ventrales (en los márgenes de la hoja carpelar). Las haces vasculares tienen xilema con traqueidas y vasos con engrosamientos secundarios espiralados, floema con células cribosas, y parénquima de células elongadas. Los extremos rotos de las bandas vasculares constituyen el pincel cuando el pedúnculo es arrancado de la baya madura.

El **pedúnculo** posee (foto 14, pág. 118): epidermis con unos pocos estomas; varias capas de células colenquimáticas (subepidérmicas); células parenquimáticas, de mayor volumen, con cloroplastos y almidón; idioblastos con ráfides; haces vasculares colaterales, cambium, y médula. El grosor del pedúnculo, así como el tamaño de la baya madura se incrementa con el número de semillas. La zona de abscisión se origina en la base del pedúnculo (si no hay cuajado de fruto) y en la base la baya si ésta llega a la madurez.

Los granos de uva que no poseen semillas se llaman apirénicos. En la **apirenia corintiana** las uvas son partenocárpicas. Sus óvulos han abortado sin saco embrionario y con un solo tegumento o con saco embrionario defectuoso.

En la ***apirenia sultanina*** las uvas son estenospérmicas con pepitas mal desarrolladas, donde hubo fecundación pero el embrión y el endosperma cesan su evolución (23). En algunas flores normales, el ovario puede tener 1-2 lóculos más de lo normal, que también contienen óvulos, pero solamente uno o dos lóculos son funcionales (foto 15, pág. 112).

III. Semilla

Posee forma ovoide que se va adelgazando gradualmente hacia el pico. Presenta una depresión circular y un lomo, la quilla o carena de Bioletti, a ambos lados del cual hay dos surcos o fosetas.

III.1. Embrión

La semilla de la vid es albuminada por lo que el embrión maduro ocupa una pequeña parte de la semilla junto al pico. El embrión es recto, con dos cotiledones, un corto hipocotilo, y el epicotilo.

III.2. Endosperma

El endosperma de la vid es ruminado (con dos fosetas o increscencias ruminadas a ambos lados del rafe), con forma irregular, formado por pequeñas células poligonales con pequeños espacios intercelulares. Contiene aceite, granos de aleurona e idioblastos.

III.3. Tegumentos

El tegumento externo se alarga en la zona de la micrópila para formar el pico, con grupos de esclereidas e idioblastos. La capa más externa papirácea tiene una gruesa cutícula. La capa media es parenquimatososa o colapsada. La capa interna dura presenta esclereidas con pared secundaria lignificada, cada una con un cristal. El tegumento interno tiene su capa más externa con engrosamientos espiralados y la capa más interna, rica en taninos y de paredes radiales con engrosamientos irregulares.

DISCUSIÓN

En la var. Chardonnay se confirma la presencia de un disco anular de nectarios, entre los sépalos y los pétalos, que según algunos autores sería el verdadero disco nectarífero, por cuanto el disco situado entre el ovario y los estambres tiene discutida intervención en la polinización. Este disco aparece poco antes de la caída de la caliptra. El estilo muestra un canal estilar revestido con tejido estigmatoide, de 5-6 células de espesor, muy semejantes a las papilas del estigma en su disposición, cuya secreción azucarada favorecería el crecimiento del tubo polínico. En el estudio de los métodos de extracción de materia colorante tradicionales, con la utilización de enzimas como por termomaceración, se realiza un seguimiento de la extracción de polifenoles como del remanente no extraído de las células de la hipodermis externa, utilizando azul de toluidina como indicador (sustancia cancerígena). En los preparados realizados en este trabajo se ha utilizado como colorante para polifenoles la *hematoxilina de Delafield*, sustancia de origen vegetal, con muy buenos resultados, por lo que aconsejamos su uso en los laboratorios de la industria enológica.

FOTOGRAFÍAS

1. Idioblasto con ráfide (manejo de rafidios o cristales de oxalato de calcio con forma de aguja) en la pared del fruto. Var. Malbeck. x400.
2. Corola (detalle) con sus pétalos uniéndose por sus células epidérmicas (con aspecto de engranaje). Epidermis con células de paredes delgadas, cutícula listada y parénquima fundamental constituido por 3 capas de células. Células rafidíferas (más oscuras). Saco polínico (debajo) con granos de polen triangulares. Corte transversal Var. Malbeck. x400
3. Antera con dos tecas, con dos sacos polínicos cada una y granos de polen en su interior. Exteriormente se ve la corola, cuyos pétalos comienzan a unirse. Nótese los idioblastos en el parénquima de la corola (células oscuras). Var. Malbeck. Corte transversal. x100.
4. Pared del saco polínico (de afuera hacia dentro): epidermis (con células comprimidas), endotecio (con filetes radiales de pared secundaria), capa media (células muy aplastadas) y tapete (capa más interna). En su interior granos de polen con tres surcos (triangulares o hexagonales por hidratación). Var. Malbeck. Corte transversal. x 640.
5. Ovario con dos lóculos (cavidades), cada uno con dos óvulos. Filamentos estaminales (junto al ovario). Var. Cabernet Sauvignon. Corte transversal. x100.
6. Estigma glandular, con papilas estigmáticas de células alargadas formando cordones filamentosos. Var. Chardonnay. Corte longitudinal. x 200.
7. Estilo con canal estilar entre el estigma (papilas en la parte superior) con el lóculo (cavidad en el ángulo inferior derecho). Var. Chardonnay. Corte longitudinal. x100.
8. Pared del ovario (de izquierda a derecha): Epidermis abaxial, mesófilo (9-11 capas de células parenquimáticas, aún coloreadas), haces vasculares y endocarpo (células incoloras con drusas). Var. Cabernet Sauvignon. Corte transversal. x400.
9. Flor de vid (de izquierda a derecha): sépalo, disco nectarífero externo, pétalo y estambre (el filamento del estambre junto al pétalo), disco nectarífero interno, pared del ovario y óvulo (en su interior). Var. Chardonnay. Corte longitudinal. x100.
10. Óvulo. Tegumento externo con 2-9 capas de células, la más externa tanífera (más oscura). Tegumento interno con 2-3 capas de células, la más interna tanífera (delgada línea oscura). Nucela (tejido claro) en la parte central. Var. Chardonnay. Corte transversal. x200.
11. Fruto maduro (detalle de la piel). Cutícula (externa), epidermis monoestratificada (debajo) e hipodermis externa (células con gotitas refractivas, masas densas amorfas, precipitados granulares y masas periféricas). Var. Malbeck. Corte transversal. x640.
12. Mesocarpo de la baya de una variedad tintorera, con células parenquimáticas intensamente coloreadas. Var. Aspiran Bouschet. Corte transversal. x100.
13. Fruto en desarrollo. Cutícula (línea externa oscura), epidermis externa (monoestratificada), hipodermis externa (células verdes pequeñas), mesocarpo externo (células verdes más grandes), mesocarpo interno (células grandes, coloreadas por ser una variedad tintorera), hipodermis interna y epidermis interna (junto al lóculo). Semilla (vista parcial). Var. Aspiran Bouschet. Corte transversal. x100.
14. Pedúnculo del fruto. Cutícula (línea externa), epidermis (con paredes externas muy engrosadas), colénquima (banda subepidérmica, con engrosamientos en los ángulos), y parénquima cortical (células grandes) con un haz vascular colateral (más oscuro). Var. Aspiran Bouschet. Corte transversal. x100.
15. Flor normal con ovario trilocular, con dos óvulos en cada lóculo. Var. Chardonnay. x100.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agaoglu, Y. S. 1971. A study on the differentiation and the development of floral parts in grapes (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 10: 20-26.
2. Amrani Joutei, K.; Glories, Y. et Mercier, M. 1994. Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin. *Vitis* 33: 133-138.
3. Barrit, B. H. 1970. Ovule development in seeded and seedless grapes. *Vitis* 9: 7-14.
4. Cabello Saéñz Santa María, F.; P. de Luis Villota y M. E. Tortosa Tórtola. 1994. Palynological study of the pollen grain of *Vitis vinifera* L. cultivars. Some aspects of sculpturing and pollination. *Vitis* 33: 57-61.

5. Calo, A. e Liuni, C. S. 1965. Indagi sulla fertilita' del Cabernet Franc. Riv. Vitic. Enol. 18: 3-36.
6. Chambers, T. C. and Possingham, J. V. 1963. Studies of the fine structure of the wax layer of Sultana grapes. Aust. J. Biol. Sci. 16: 818-825.
7. Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. The chronica botanica. Upsala.
8. Esau, Katherine. 1972. Anatomía Vegetal. Omega (2ª edición). Barcelona. 779 pp.
9. _____ . 1985. Anatomía de las plantas con semilla. H. Sur (2ª edición). Buenos Aires. 513 pp.
10. Ferraro Olmos, Ricardo. 1983. Viticultura moderna. Hemisferio Sur. Montevideo.
11. Flores Vindas, Eugenia M. 1999. La planta: estructura y función. Libro Universitario Regional. Cartago.
12. Font i Quer, Pius. 1982. Iniciación a la Botánica. Ed. Fontalba. Barcelona (España).
13. Formento, J. C. et al. 1998. Mosto concentrado tinto: nueva variedad de vid para su elaboración. Rev. Fac. C. Agrarias (UNC) XXX (1): 55-64.
14. Hardie, W. J., Aggenbach, S. J. and Jaudzems, V. G. 1996. The plastids of the grape pericarp and their significance in isoprenoid synthesis. Aust. J. Grape Wine Research. 2: 144-154.
15. Hardie, W. J., O'Brien, T. P. and Jaudzems, V. G. 1996. Morphology, anatomy and development of the pericarp after anthesis in grape, *Vitis vinifera* L. Aust. J. Grape Wine Research. 2: 97-142.
16. Harris, J. M.; Kriedemann, P. E. and Possingham, J. V. 1968. Anatomical aspects of grape berry development. Vitis 7: 106-119.
17. Hidalgo, Luis. 1993. Tratado de Viticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 983 pp.
18. Kimura, Paulo H., Goro Okamoto y Ken Hirano. 1997. Flower types, pollen morphology and germination, fertilization, and berry set in *Vitis coignetiae* Pulliat. Am. J. Enol. Vitic 48 (3): 323-327.
19. Lawrence, George H. M. 1960. Taxonomy of vascular plants. MacMillan. New York.
20. Martínez de Toda, F. 1991. Biología de la Vid. Mundi-Prensa. Madrid.
21. Mullins, M. G.; Bouquet, A. and Williams, L. E. 1992. Biology of the grapevine. Cambridge University Press. Cambridge (Great Britain). 239 pp.
22. Ojeda, Hernán. 1999. Influence de la contrainte hydrique sur la croissance du pericarp et sur l'evolution des phenols des baies de raisin (*Vitis vinifera* L.) cv. Syrah. Tesis Doctoral.
23. Pearson, Helen M. 1932. Parthenocarpy and seed abortion in *Vitis vinifera*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 29: 169-175.
24. Possingham, J. V. et al. 1967. Cuticular transpiration and wax structure and composition of leaves and fruit of *Vitis vinifera*. Aust. J. Biol. Sci. 20: 1129-53.
25. Pratt, Charlotte. 1971. Reproductive anatomy of cultivated grapes. A review. Am. J. Enol. Vitic. 22: 92-109.
26. _____. 1974. Vegetative anatomy of cultivated grapes. A review. Am. J. Enol. Vitic. 25: 131-150.
27. Radler, F. 1965. The surface waxes of the Sultana vine (*Vitis vinifera* cv. *Thompson Seedless*). Aust. J. Biol. Sci. 18: 1045-56.
28. Radler, F. y Hom, D. H. S. 1965. The composition of grape cuticle wax. Aust. J. Chem. 18: 1059-69.
29. Ribereau-Gayon, Jean y Emile Peynaud. 1982. Tratado de ampelografía. H. Sur. Bs.As.
30. Roytchev, V. et al. 1994. Scanning electron microscopy study of pollen morphology in seedless grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. Vitis 33: 105-108.
31. Winkler, A. J. and Shemsettin, E. M. 1937. Fruit-bud and flower formation in the sultanina grape. Hilgardia 10 (15): 589-611.

