



INFLUENCIA DEL TIEMPO DE MACERACIÓN SOBRE EL COLOR, LA COMPOSICIÓN TÁNICA Y LA ASTRINGENCIA DE VINOS CABERNET SAUVIGNON Y MALBEC DE ARGENTINA

INFLUENCE OF MACERATION TIME ON COLOUR, TANIC COMPOSITION
AND ASTRINGENCY OF CABERNET SAUVIGNON
AND MALBEC WINES FROM ARGENTINA

Hernán Vila
Carlos Catania
Hernán Ojeda

Originales
Recepción: 24/02/2005
Aceptación: 31/05/2005

RESUMEN

El objetivo fue determinar qué tiempo de maceración permite una mayor expresión del color y del cuerpo y una menor astringencia en vinos Cabernet Sauvignon (CS) y Malbec (M), de Mendoza, Argentina. A partir de dos vinificaciones industriales de 20 000 L se llevó a cabo un experimento (n = 3) probando tres tiempos de maceración: 5, 10 y 20 días, mediante sucesivos descubes de 60 L. En los vinos resultantes se determinaron fenoles totales, taninos condensados totales, índice de gelatina, intensidad colorante, matiz, color copigmentado y color polimérico, mediante técnicas de espectrofotometría VIS y UV. Los vinos fueron evaluados por un panel de degustadores expertos. Los CS obtenidos con maceración de 10 y 20 días fueron similares y resultaron superiores a los de 5 días en contenidos de antocianos, color polimérico y taninos. También provocaron sensaciones de concentración y untuosidad mayores. Además resultaron más ásperos, astringentes y secantes que los de 5 días, pero estas sensaciones no alcanzaron notas elevadas. Los vinos CS de 20 días alcanzaron contenidos de polifenoles totales y de taninos no precipitables con gelatina mayores que los CS de 10 días. Los vinos M de 10 lograron mayores intensidades colorantes, polifenoles to-

ABSTRACT

The goal was to evaluate what maceration time allows a better expression of colour and concentration of Cabernet Sauvignon (CS) and Malbec (M) wines from Mendoza, Argentina.

From two 20 000 L industrial wine-making, an experiment (n = 3) was performed to evaluate three times of maceration: 5, 10 and 20 days. This was made extracting 60 L of wine each time. In the wines total phenols, total condensed tanins, gelatin index, colour density, hue, copigmentation and polymeric colour were measured with VIS and UV spectrophotometric techniques. The wines were also sensory evaluated by an experts panel. 10 and 20 days CS wines were similar and greater in anthocyanins, polymeric colour and tanins than that of 5 days. Also provoked bigger concentration and softness and moderated astringency, dryness and roughness. 20 days CS wines had more total phenols and astringent tanins than 10 days CS wines. 10 days M wines reached bigger contents of colour density, total phenols, anthocyanins, polymeric colour and tanins than 5 and 20 days ones. 10 days M provoked sensations of concentration and softness similar to that of 10 and 20 days CS wines. In contrast their dryness, roughness and astringency were smaller than that of CS

Palabras clave

vino • Cabernet Sauvignon • Malbec
• maceración • fenoles • taninos •
antocianos • color • copigmentación •
pigmentos poliméricos • astringencia

tales, antocianos, color polimérico y taninos que los de 5 y 20 días. Esto se asoció con sensaciones de concentración y untuosidad intensas y similares a las de los CS de 10 y 20 días pero con menos aspereza, astringencia y secante. Los M de 5 días resultaron muy pobres en atributos y los de 20 días con características intermedias entre los M de 5 y los M de 10 días. Tomando en cuenta las dos variedades y los tres tiempos de maceración, cuanto mayor fue el tiempo de maceración menor fue la proporción de antocianos copigmentados y mayor la de antocianos polimerizados. Los polifenoles totales y los taninos se correlacionaron positivamente con la aspereza, la astringencia, lo secante, la untuosidad y la concentración. Lo secante se asoció negativamente con la proporción de taninos no precipitables con gelatina.

Key words

wine • Cabernet Sauvignon • Malbec
• maceration • phenols • tanins •
anthocyanins • colour • copigmentation
• polymeric pigments • astringency

wines. 5 days M wines resulted poor in attributes and 20 days M intermediate between that of 5 and 10 days. Considering both varieties and all maceration times, the loss of copigmented anthocyanins was followed by a proportional increase in polymerised anthocyanins. Total phenols and tanins positively correlated with sensations of roughness, astringency, dryness, softness and concentration. Also dryness negatively correlated with gelatine not precipitable tanins.

Abreviaciones

CS Cabernet Sauvignon
CS5 Cabernet Sauvignon con 5 días de maceración
CS10 Cabernet Sauvignon con 10 días de maceración
CS20 Cabernet Sauvignon con 20 días de maceración
M Malbec
M5 Malbec con 5 días de maceración
M10 Malbec con 10 días de maceración
M20 Malbec con 20 días de maceración

INTRODUCCIÓN

Los fenoles son constituyentes fundamentales de los vinos tintos. En ellos, determinan características organolépticas que definen en gran medida su estilo (35). Los antocianos, responsables del color rojo, los taninos o proantocianidinas, asociados a la astringencia y las catequinas o flavan-3-oles, de gusto amargo (2), son los principales fenoles del vino. Estas sustancias provienen de la uva y son extraídas durante el proceso de maceración, que involucra la difusión y la disolución.

Un objetivo frecuente en este proceso es obtener vinos con más color, concentración y complejidad. El control del tiempo de maceración implica encontrar un óptimo que permita obtener vinos con un mejor perfil sensorial. Esto no es fácil de lograr pues las diferentes sustancias que se extraen de la uva tienen distintos umbrales de concentración sensoriales (31). Además, los mismos factores que favorecen la cesión de sustancias sensorialmente agradables pueden favorecer la de otras amargas o astringentes. Por otro lado, las evoluciones de concentración de sustancias cedidas no siguen modelos lineales simples en función del tiempo. Esto se debe a que, durante la extracción, las sustancias sufren fenómenos colaterales como la saturación y la precipitación, la adsorción sobre los sólidos, la condensación molecular, la oxidación y los cambios de copigmentación (22, 30).

Se ha observado que la extracción de fenoles totales, a lo largo del tiempo, sigue un modelo de curva logarítmica (22). Esto significa que se pueden distinguir claramente dos períodos distintos: al principio la extracción es rápida, pero a partir de un cierto momento se hace mucho más lenta. En las vinificaciones clásicas, aproximadamente la tercera parte del total de fenoles existentes en la uva persiste en el vino. La extracción de taninos, constituyentes mayoritarios de los fenoles, se ajusta a un modelo similar (5). Los taninos están sujetos a destrucción por oxidación-condensación-precipitación, pero el fenómeno es bastante lento en situaciones normales, y el patrón de cambio logarítmico de la concentración explica sobre todo la extracción. Durante las primeras fases de la maceración son extraídos preferentemente los taninos del hollejo, ricos en prodelphinidinas y pobremente galoilados. Si la maceración se prolonga, aumenta la extracción de taninos de las semillas, fuertemente galoilados. Los taninos de las semillas se difunden más lentamente y requieren un mayor contenido de alcohol para asegurar su disolución. Una extracción importante de catequinas y taninos de las semillas es un rasgo propio de las vinificaciones con maceraciones extendidas en el tiempo. Las curvas de extracción de semillas solas, en soluciones modelo, se ajustan muy bien con las curvas de extracción de proantocianidinas en el vino, indicando que las semillas son la fuente más importante de taninos (1, 5).

El patrón de extracción de antocianos durante la maceración es muy diferente. Durante los primeros días se asemeja al de los taninos, pero, luego de alcanzar un valor máximo, la concentración de antocianos disminuye paulatinamente (1, 22, 30). Los antocianos son muy reactivos y el patrón de evolución de la concentración durante la maceración es una combinación de los fenómenos de ganancia y de pérdida. La rapidez con que son extraídos se debe a su alta disponibilidad, ya que están disueltos en el jugo vacuolar. La falta de alcohol al principio de la vinificación no es un obstáculo para la extracción pues son muy hidrosolubles. La pérdida se debe en parte a la adsorción sobre las levaduras y sobre las partes sólidas de la uva (22). Los antocianos rápidamente toman parte en reacciones de polimerización con las proantocianidinas de la uva y con el acetaldehído formado por las levaduras. Durante la fermentación estos polímeros pueden combinarse con las proteínas y volverse insolubles (12), o con los polisacáridos que en parte precipitan con los cristales de bitartrato (32).

Si bien actualmente se conocen los patrones que sigue la extracción en condiciones controladas de laboratorio, no es posible asegurar qué sucede en condiciones industriales y cómo el tiempo de maceración explica el color y la astringencia que logra el vino. Esto se debe a que algunos de los fenómenos involucrados -como la copigmentación de los antocianos y el acomplejamiento entre los taninos y los polisacáridos- recién han sido esclarecidos en los últimos tiempos (8).

Muchas de las reacciones a que están sujetos los fenoles en los vinos dependen de su composición -variedades químicas y concentraciones-, la cual está fuertemente determinada por la variedad de uva. Así, se sabe que los vinos de Pinot Noir tienen problemas para expresar altos niveles de color debido a que carece de antocianos acilados. Otras variedades, como Cabernet Sauvignon (CS) no presentan este problema (33).

Numerosos autores han determinado que un mayor tiempo de contacto con los orujos generalmente da vinos con más color, más flavonoides, más taninos, menos antocianos monoméricos y más fenoles poliméricos y color polimérico (4, 15, 16, 28, 29). Los vinos se pueden volver más astringentes y con más intensidad aromática. Luego, con un mayor tiempo de contacto aún, el aroma se hace menos frutado. La astringencia generalmente no se hace excesiva a medida que pasa el tiempo, y aun puede decrecer (27, 28, 29). Ensayos de maceración posfermentativa en California, con CS y Merlot, no evidenciaron diferencias significativas en la composición, porcentajes de polimerización y características sensoriales, resultantes de este tratamiento (5). Asselin et al. (3), experimentando con 4, 8 y 15 días de maceración en Cabernet Franc proveniente de distintos terruños, determinaron que los vinos con 8 días eran muy superiores en color y antocianos que los de 4 y 15 días; por otro lado, los vinos de 15 días tenían un mayor contenido de taninos totales, proantocianidinas y taninos galolados, lo que fue asociado con gustos tánicos verdes y herbáceos; los vinos con 8 días tuvieron contenidos de prodelfinidina mayores, lo que fue asociado con gusto a taninos secantes.

Si bien en Argentina CS y Malbec (M) están consideradas como variedades productoras de vinos con mucho color y concentración, cada una puede tener un tiempo óptimo de maceración distinto. En la actualidad no se conocen, en las condiciones de este país, cuáles son estos tiempos óptimos.

Objetivos

- Determinar el efecto del tiempo de maceración sobre la composición fenólica, el color y la astringencia de vinos CS y M, provenientes de la zona alta del Río Mendoza.
- Precisar qué tiempo de maceración permite una mayor expresión del color y del cuerpo del vino, con una menor astringencia.
- Conocer, en condiciones industriales, qué modelo sigue la extracción de los componentes del color y tánicos, en estas variedades.
- Determinar cuál de tres tiempos de maceración: corta (5 días), clásica (10 días) o extendida (20 días) resulta más apropiado.
- Estudiar la asociación entre los perfiles fenólicos logrados por los vinos y las sensaciones organolépticas que provocan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinaciones en uvas, mostos en maceración y vinos

Uvas CS y M de dos viñedos de Luján de Cuyo, Argentina, fueron muestreadas para determinar su reserva de sustancias fenólicas y luego vinificadas por separado, en condiciones industriales, cuando alcanzaron 23 °Brix de sólidos solubles. Se muestrearon 200 bayas al azar, previo a la cosecha. La reserva de compuestos fenólicos de las uvas se determinó en extractos de hollejos, obtenidos siguiendo la

metodología descrita por Ojeda et al. (19). Las uvas se tamañaron con tamices y se conservó la clase modal. A partir de ésta se separaron los hollejos, que se congelaron en nitrógeno líquido, se pulverizaron y se maceraron en acetona 70 % (v/v en agua), en proporción aproximada de 4.5 % de sólidos. La mezcla se agitó mecánicamente (15 minutos), se sometió a ultrasonido (30 minutos) y se centrifugó (10 000 rpm 10 minutos). En los extractos sobrenadantes se determinó la reserva de antocianos, catequinas y proantocianidinas.

Las uvas se vinificaron en tanques de 20 000 L, con maceraciones de 21 días. La maceración se llevó a cabo manteniendo el sombrero flotante, regándolo con el mosto dos veces por día, mediante remontajes. Los volúmenes remontados fueron de 20 000 L cada vez. Simultáneamente se desarrolló la fermentación alcohólica. Se agregó una única dosis de SO₂ de 40 mg/L inmediatamente después de encubar la uva molida. Durante el lapso de maceración se efectuaron muestreos de mosto en cada variedad y se determinó la evolución de los contenidos de fenoles totales, intensidad colorante, matiz, componentes del color rojo -color total, antocianos libres, color copigmentado, y color polimérico- y antocianos ligados a SO₂.

A partir de la vinificaciones industriales se generaron dos experimentos: uno con CS y otro con M, descubando pequeños volúmenes (20 L) a los 5 días (maceración corta), 10 días (maceración clásica) y 20 días (maceración extendida). Esto permitió medir el efecto del tiempo de maceración sobre el color y el perfil tánico de los vinos con distintos tiempos de maceración. El diseño de los experimentos fue de parcelas aleatorizadas con tres repeticiones. Las porciones de 20 L se terminaron de fermentar en recipientes de vidrio a 28 °C. Luego, se bajó su temperatura a 4 °C, durante 5 días para precipitar los turbios. Posteriormente se trasegaron y se ajustó el nivel de SO₂ libre a 20 mg/L. Los vinos no fueron sometidos a fermentación maloláctica y se conservaron en envases de vidrio de 15 L a 20 °C.

Se tomaron muestras de los vinos de los distintos tratamientos, a los 180 días y a los 270 días a partir del descube. Las muestras fueron sometidas al análisis de fenoles totales, catequinas, proantocianidinas (taninos totales), índice de gelatina (tanino astringente y no astringente), índice de etanol (tanino ligado a polisacáridos), antocianos totales, intensidad colorante, matiz, SO₂ libre y total y acidez volátil. En las muestras de los 270 días, además, se analizaron los componentes del color rojo -color total, antocianos libres, color copigmentado y color polimérico- y los antocianos ligados a SO₂. Los vinos se sometieron a evaluación sensorial a los 450 días y se establecieron relaciones de asociación entre los contenidos fenólicos y los perfiles organolépticos.

Técnicas analíticas

Las determinaciones se llevaron a cabo en los extractos de hollejo y en el vino, siguiendo técnicas de espectrofotometría ultravioleta (UV) y visible (VIS).

Fenoles totales: se siguió la técnica del Índice de Polifenoles Totales (IPT) descrita por Iland et al. (14). $IPT = A_{280} - 4$ (referido a un paso óptico de 1 cm).

Catequinas (3-flavanoles monómeros): se utilizó el método puesto a punto en vinos por Zironi et al. (34) que usa el del p-dimetilamino cinnamaldehído (DMAC) como agente cromógeno. Las lecturas se referenciaron a una curva de calibración elaborada con un patrón de catequina y se expresaron como mg/kg uva y mg/L vino.

Proantocianidinas (taninos condensados totales): se utilizó el método clásico de Ribéreau-Gayon y Stonestreet (21) que mide los antocianos desarrollados por la hidrólisis de las proantocianidinas en medio fuertemente ácido, caliente y en presencia de Fe. Los análisis se llevaron a cabo en microvolúmenes utilizando los protocolos propuestos por Mc Murrough y Mc Dowell (18). Los antocianos producto de la hidrólisis se midieron como A_{547} , previa deducción de los antocianos del vino, y se refirieron a una curva patrón de cianidina (Extrashinthesys™). Los resultados se expresaron en mg/kg uva y mg/L vino.

Taninos precipitables y no precipitables por gelatina: se utilizó la técnica del Índice de Gelatina (23), que expresa la astringencia de los taninos de acuerdo con su afinidad por las proteínas del tipo globulinas. Los vinos se trataron con una solución de gelatina y el sobrenadante se sometió a la determinación de proantocianidinas. Los taninos precipitables se expresaron como la diferencia entre los taninos condensados totales y los taninos dosados en el sobrenadante (no precipitables). Los resultados se expresaron en mg/L vino.

Antocianos totales: en las uvas, se utilizó la técnica descrita por Ojeda et al. (19) basada en diluir el extracto de hollejos con una cantidad grande de solvente no polar (metanol) en medio fuertemente ácido, medir el pigmento rojo como A_{520} y referirlo a un patrón de malvidina 3-glucósido (Extrashinthesys™). Los resultados se expresaron como mg/kg uva. En los vinos se siguió la técnica del blanqueo con bisulfito (20). Las determinaciones se realizaron como A_{520} , se referenciaron a una curva patrón de malvidina 3-glucósido (Extrashinthesys™) y se expresaron mg antocianos/L vino.

Componentes antociánicos: se utilizó la metodología propuesta por Boulton (6). Distintas fracciones de los vinos fueron tratadas con acetaldehído, para liberar los antocianos asociados al SO_2 ; con SO_3Na para decolorar los antocianos monoméricos y diluidas 1:20 con agua destilada para romper la copigmentación. En todas las fracciones, incluida la de vino sin disturbar, se determinó la A_{520} . Los componentes antociánicos se expresaron como unidades de A_{520} referidas a un paso óptico de 1 cm y quedaron determinadas así:

Antocianos copigmentados: $[C] = (A_{acet} - A^{20})$

Antocianos polimerizados: $[P] = A^{SO_2}$

Antocianos libres: $[A] = [T] - ([C] + [P] + [I])$

Color total: $[T] = A_{acet}$

Antocianos asociados a SO_2 : $[I] = (A_{acet} - A^{520})$

Intensidad colorante y matiz: la intensidad colorante de los vinos se determinó como la suma $A_{420} + A_{520}$ y el matiz como la relación A_{420}/A_{520} . Las mediciones se realizaron en celdas de 1 mm y se refirieron a un paso óptico de 1 cm.

Análisis sensorial

Los vinos fueron evaluados sensorialmente por un grupo de ocho degustadores expertos del Centro de Estudios Enológicos del INTA, quince meses después de la elaboración. Se midieron los atributos del color: intensidad colorante y matiz; del gusto: ácido, dulce y amargo; y las sensaciones táctiles: astringente, ardiente, untuoso y concentrado. La sensación astringente se separó en tres componentes: áspero, secante y astringente propiamente dicho, adoptando definiciones propuestas por Gawel et al. (13).

Las variables se expresaron en una escala numérica de 0 a 5. El 0 representó la ausencia y el 5 la máxima sensación. El valor de cada variable para cada vino se expresó como la media aritmética de las notas de todos los degustadores.

Análisis estadístico

La evolución de las variables observadas en los mostos en fermentación se graficaron ajustándoles curvas suavizadas, mediante el procedimiento de cuadrados mínimos de distancias ponderadas. Esto se hizo para mostrar patrones de comportamiento, minimizando la variabilidad debida al error experimental. Las variables medidas en los experimentos de tiempos de maceración fueron sometidas individualmente al análisis de la varianza, complementado con la prueba múltiple de medias de Tukey. Las diferencias se expresaron con un nivel de confianza > 95 %. El conjunto de variables se sometió al análisis de correlación de Pearson para medir la asociación lineal entre los pares de variables. Se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus, v. 5.0 (Statistical Graphics Corp., Estados Unidos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de los componentes fenólicos durante la maceración

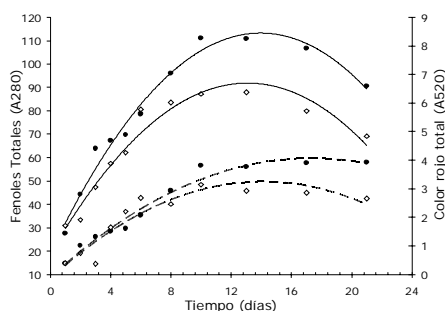


Figura 1. Evolución del color rojo total (—) y de los fenoles totales (- -) de mostos CS (●) y M (◇) durante la maceración (ajuste por cuadrados mínimos de distancias ponderadas).

En CS el proceso de extracción tanto de fenoles totales como de color total siguió patrones muy similares a los observados por otros autores (1, 22, 30) (figura 1). El contenido de color total alcanzó un máximo en el décimo día de maceración y luego disminuyó, lo que fue originado -según dichos autores- por fenómenos de adsorción del color sobre las partes sólidas (orujo y levaduras). El momento de máximo color se produjo más tarde que lo esperable según la bibliografía. Esto puede haberse debido a que la temperatura del mosto se mantuvo muy baja durante los primeros tres días (<15 °C). El contenido de fenoles totales creció con un patrón logarítmico.

Pasó por una fase de extracción rápida, hasta el décimo día, y continuó con una fase mucho más lenta después. La evolución del color total y de los fenoles totales expresan indirectamente la evolución de los contenidos de taninos y de antocianos, dadas las estrechas correlaciones entre fenoles totales y taninos y entre color total y antocianos.

La variedad M mostró un comportamiento anómalo (figura 1). Hasta el décimo día, los patrones de extracción de color total y de fenoles totales fueron similares a los de CS. Luego, la caída del color fue más pronunciada. También se produjo una caída inesperada en el contenido de fenoles totales, la cual hace presumir que en M se produjo una oxidación de los compuestos fenólicos durante la etapa posfermentativa de la maceración. Debe tenerse en cuenta que M fermentó muy aceleradamente y bajo estas circunstancias el contenido de CO₂, que actúa como protector de la oxidación, pudo haber disminuido mucho hacia el final de la maceración. Por otro lado, la uva M presentó un ataque incipiente de podredumbre de los racimos (<1 % peso total), que pudo haber aportado algo de laccasa. No puede descartarse, sin embargo, que la propia variedad M sea más sensible a estas oxidaciones. Comparando entre sí las dos variedades, para cada tiempo de maceración, CS siempre produjo vinos más coloreados y más tánicos que M.

La oxidación sufrida por M se confirma al comparar la evolución que sufrió su matiz respecto del de CS (figura 2). En CS el matiz aumentó muy levemente durante la maceración. En M, en cambio, el aumento fue muy pronunciado. Al final de la maceración M alcanzó un valor de 0.87 comparado 0.65 que alcanzó CS. Esto indica una degradación del color rojo y una aparición de tonalidades amarillas más apreciables.

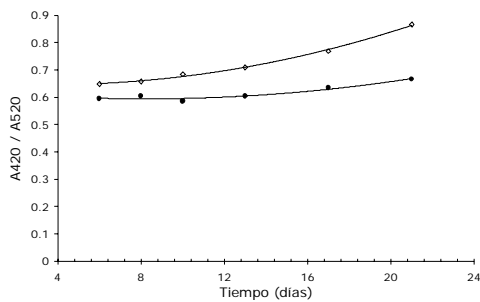


Figura 2. Evolución del matiz de mostos CS (●) y M (◇) durante la maceración (ajuste por cuadrados mínimos de distancias ponderadas).

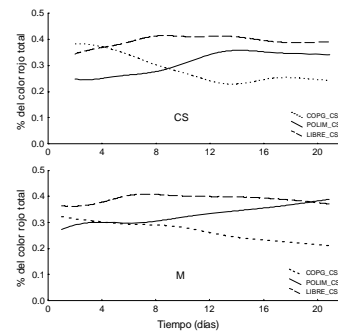


Figura 3. Evolución de los colores libre (---), copigmentado (...) y polimérico (—) en mostos CS y M durante la maceración (ajuste por cuadrados mínimos de distancias ponderadas).

La evolución de los componentes antocínicos (colores libre, copigmentado y polimérico) de CS y M (figura 3), expresados como un porcentaje del color rojo total, muestra que en ambas variedades la máxima proporción de color copigmentado se

observó al principio de la maceración. Durante la maceración la proporción de antocianos libres aumentó levemente. En cambio, el color copigmentado disminuyó sensiblemente, siendo suplantado en su participación por el color polimérico. La evolución de M, a pesar de la oxidación sufrida, fue muy similar, manteniéndose más o menos estable la proporción de antocianos libres, mientras las proporciones de color copigmentado y polimérico intercambiaban sus valores, bajando el color copigmentado y subiendo el polimérico. La tasa de aumento de la proporción de color polimérico fue más alta en M, lo que podría estar relacionado con la oxidación sufrida. Los grados de copigmentación de ambas variedades, al final de la vinificación, fueron similares a los determinados por Boulton (7) en Pinot Noir, en California. En cuanto al color polimérico, la proporciones alcanzadas por CS y M concordaron con lo observado por Mayen et al. (17) en Tempranillo, aunque estos autores encontraron valores tan altos sólo cuando el vino cumplió tres meses de estacionamiento.

La sustitución proporcional del color copigmentado por el color polimérico apoya la hipótesis de que la copigmentación de los antocianos es un paso previo a su condensación con los taninos proantocianídicos. Lo observado, sin embargo, no es una prueba concluyente en este sentido, pues la disminución del color copigmentado podría deberse en parte a la disminución del efecto copigmentación debido al aumento en el contenido de alcohol durante la fermentación, según lo señalaron Somers y Evans (30). Actualmente, la certeza o falsedad de estas hipótesis no ha sido probada efectivamente (8).

Perfil tánico y características del color de los vinos con distintos tiempos de maceración

Los vinos Cabernet Sauvignon con 10 días de maceración (CS10) y Cabernet Sauvignon con 20 días de maceración (CS20) presentaron contenidos de antocianos, catequinas, taninos y fenoles totales superiores a los provenientes de maceración corta (tabla 1). Los CS10 difirieron de los CS20 sólo en sus contenidos de fenoles totales, que fueron más altos para el más macerado. Los CS10 tendieron a ser más coloreados y los CS20 a ser más tánicos. Los vinos Malbec con 10 días de maceración (M10) mostraron contenidos superiores de taninos, catequinas y fenoles totales y una tendencia a ser más coloreados que los Malbec con 5 días de maceración (M5). Los vinos Malbec con 20 días de maceración (M20), como consecuencia de la oxidación sufrida, disminuyeron sus contenidos de taninos, catequinas, antocianos y fenoles totales casi hasta alcanzar los valores de los M5.

Tabla 1. Composición fenólica de vinos CS y M elaborados con distintos tiempos de maceración

	IPT (A_{280})	Proantocianidinas (taninos totales) mg/L	Taninos precipitables por gelatina mg/L	Taninos no precipitables por gelatina mg/L	Catequinas mg/L	Antocianos totales mg/L
CS5	35 a	2.732 a	2.407 a	325 b	131 a	403 a
CS10	49 b	3.573 b	3.344 b	230 a	197 b	726 b
CS20	57 c	3.791 b	3.455 b	336 b	213 b	594 b
M5	40 a	2.409 a	2.135 a	275 b	138 a	398 a
M10	48 c	3.014 b	2.697 b	317 b	183 b	562 b
M20	45 b	2.404 a	2.229 ab	184 a	162 ab	408 a

Las letras distintas indican diferencias dentro de cada variedad para la prueba de Tukey con un valor de $p < 0.05$, $n = 3$.

En cuanto a la calidad de los taninos, CS10 mostró contenidos más altos de taninos precipitables con gelatina y más bajos de taninos no precipitables que Cabernet Sauvignon con 5 días de maceración (CS5). Esto es razonable pues la maceración de 10 días permitió un mayor contacto con las semillas. Los taninos precipitables con gelatina son más astringentes y están representados por moléculas grandes, muy polimerizadas y galoiladas, provenientes en mayor medida de la semilla (24, 25). CS20 si bien tuvo una maceración mucho más larga mostró un aumento de los taninos no precipitables con respecto a CS10. Esta disminución del poder astringente confirma el modelo teórico propuesto por Saucier (26) quien sostiene que al final de las maceraciones muy largas los taninos se acomplejan con los polisacáridos de la uva y de las paredes levadurianas y su astringencia disminuye. En el caso de M, la oxidación sufrida durante la maceración extendida, de 20 días, provocó una caída muy apreciable, tanto de los taninos precipitables como de los no precipitables.

Relacionando los contenidos antociánicos de los vinos con la reserva de las uvas (tabla 2), se puede observar que CS10 fue el que logró una mayor extracción y retención de antocianos (54 % de la reserva). CS20 logró 44 % y CS5 30 %. M10 extrajo y retuvo 35 %, mientras C5 y C20 lograron 25 % cada uno.

Tabla 2. Componentes fenólicos de los hollejos y dimensiones de las uvas CS y M

	CS	M
Peso medio de la baya (g)	1.01	1.43
Peso relativo de las semillas con respecto a la baya (%)	6.4	3.5
Diámetro medio de la baya (mm)	12.30	13.84
Antocianos mg/kg uva	1.033	1.240
Proantocianidinas hollejo mg/kg uva	1.806	1.509
Catequinas hollejo mg/kg uva	246	265
Reserva tecnológica: antocianos mg/L vino a obtener	1.343	1.612
Proantocianidinas hollejo mg/L de vino a obtener	2.348	1.962
Catequinas hollejo mg/L vino a obtener	320	345

Tabla 3. Componentes del color de vinos CS y M elaborados con distintos tiempos de maceración

	Color total*	Color libre*	Color polimérico*	Color copigmentado*	Antocianos unidos a SO ₂ * A ₅₂₀	Intensidad colorante		Matiz	
	A ₅₂₀	A ₅₂₀	A ₅₂₀	A ₅₂₀		4° mes A ₄₂₀ +A ₅₂₀	9° mes A ₄₂₀ +A ₅₂₀	4° mes A ₄₂₀ /A ₅₂₀	9° mes A ₄₂₀ /A ₅₂₀
CS5	3.43 a	1.20 a	1.80 a	0.00 a	0.43 a	8.13 a	5.10 a	0.63 a	0.70 a
CS10	5.52 b	2.45 b	2.63 b	0.11 a	0.32 a	12.40 b	8.70 b	0.64 a	0.67 a
CS20	4.95 b	2.14 b	2.34 b	0.15 a	0.32 a	11.63 b	7.90 b	0.66 a	0.71 a
M5	3.74 a	1.64 a	1.80 a	0.06 a	0.24 a	8.5 a	6.03 a	0.72 a	0.72 a
M10	4.95 b	2.11 b	2.30 b	0.15 a	0.38 b	10.57 b	7.77 b	0.73 a	0.70 a
M20	3.94 a	1.86 ab	1.87 a	0.00 a	0.21 a	9.13 a	6.73 a	0.80 a	0.80 a

Las letras distintas indican diferencias en la prueba de Tukey para un valor de $p < 0.05$.

* Medido en el 9° mes.

Con respecto a los componentes del color, en la tabla 3 (pág. 106) se incluyen las magnitudes alcanzadas por el color libre, copigmentado y polimérico, los antocianos ligados a SO₂, la intensidad colorante y el matiz. CS10 y CS20 resultaron vinos con más color total, libre y polimérico. En CS20 los parámetros del color tendieron a ser más bajos que en CS10, pero no significativamente. En M20, en cambio, los distintos componentes del color rojo cayeron con respecto a M10. Esto se vio acompañado por una fuerte tendencia en el aumento del matiz.

En ambas variedades pudo observarse cómo ya en el noveno mes de estacionamiento el componente predominante del color rojo estaba dado por el color polimérico aportado por los condensados de taninos y antocianos, los cuales representaban en todos los vinos valores cercanos al 50 % del color total. Al llegar a ese momento casi no existía color copigmentado en ningún vino, lo cual indicaría que los antocianos copigmentados representan una forma muy transitoria y propia del vino nuevo.

Características organolépticas de los vinos con maceraciones corta, media y extendida

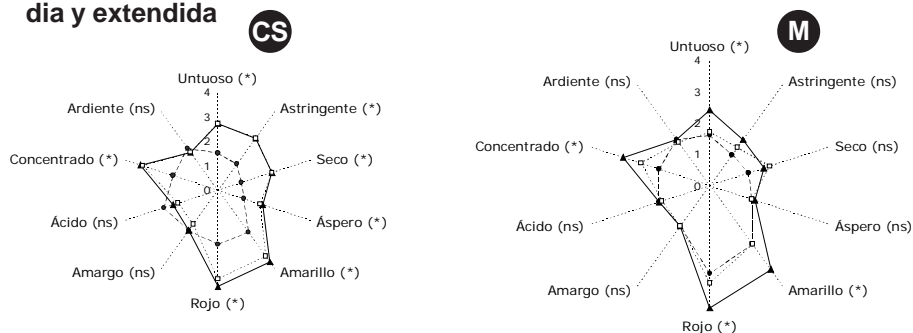


Figura 4. Perfil de sensaciones visuales y bucales de vinos CS y M con maceraciones de 5 (●), 10 (▲) y 20 (□) días.

El análisis sensorial de los vinos con distintos tiempos de maceración (figura 4) mostró que los vinos CS10 y CS20 no diferían entre sí, pero eran muy distintos de los CS5. Las mayores percepciones de astringencia, aspereza y secante que provocaron CS10 y CS20 se asociaron con la mayor extracción de taninos que lograron, lo cual coincide con lo observado por numerosos autores (9, 10, 11). No obstante, estas sensaciones, que tienen connotaciones hedónicas indeseables, apenas superaron el valor medio de percepción (2.5). En cambio, en estos mismos vinos las sensaciones de untuoso, concentrado y coloreado, con connotaciones agradables, tuvieron notas superiores. Sorprendentemente, la alta percepción de estas sensaciones también estuvo asociada con el alto contenido de taninos, antocianos y fenoles totales extraídos. Los vinos CS5 resultaron con percepciones bajas en todos los atributos, dando la sensación de aguados. Comparando los M entre sí, los M10 fueron muy superiores en atributos a los M5. Los M20 resultaron intermedios, lo que pone de manifiesto la degradación que sufrieron. Los vinos M10 resultaron similares a los CS10 y CS20, en sensaciones visuales y bucales táctiles, aunque un poco menos secos, ásperos y astringentes.

Relaciones entre los perfiles fenólicos y sensoriales de los vinos

Notablemente las percepciones de astringente, untuoso y concentrado (tabla 4) mostraron distribuciones muy similares a las de fenoles totales y taninos totales (tabla 1, pág. 105), considerando todos los vinos. Esta manifiesta asociación entre las variables químicas y las características percibidas por los degustadores se evidencia en la tabla 5 donde se muestran las correlaciones más destacadas. En general, las variables que denotan sensaciones bucales táctiles, tanto las que tienen connotaciones agradables (concentrado, untuoso) como las que son desagradables (astringente, áspero, seco) estuvieron correlacionadas positivamente con los contenidos globales de fenoles, taninos y antocianos. Además, el carácter secante se correlacionó negativamente con el porcentaje de taninos no precipitables por gelatina. Este resultado es coherente con lo observado por Sarni-Manchado et al. (24, 25) en el sentido que los taninos que precipitan las proteínas salivares, secando la boca, son similares a los que precipitan la gelatina (muy polimerizados y galoilados).

Tabla 4. Características gustativas y visuales de vinos CS y M con distintos tiempos de maceración, en valores convencionales de 0 a 5

	Áspero	Seco	Astringente	Untuoso	Ardiente	Concentrado	Ácido	Amargo	Rojo	Amarillo
CS5	1.1 a	1.0 a	1.3 a	1.5 a	2.1 a	1.9 a	2.3 a	2.0 a	2.2 a	2.1 a
CS10	1.9 b	2.3 b	2.6 b	2.7 b	1.9 a	3.3 b	1.9 a	2.0 a	3.9 b	3.6 b
CS20	1.8 b	2.3 b	2.6 b	2.7 b	1.9 a	3.2 b	1.7 a	1.7 a	3.6 b	3.3 b
M5	1.4 a	1.3 a	1.2 a	1.6 a	1.8 a	1.7 a	1.7 a	1.6 a	2.8 a	2.3 a
M10	1.5 a	1.8 a	1.8 a	2.4 b	1.8 a	2.9 b	1.7 a	1.6 a	3.9 b	3.3 b
M20	1.4 a	2.0 a	1.5 a	1.7 ab	1.7 a	2.3 ab	1.6 a	1.6 a	3.1 ab	2.3 a

Las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para una $p < 0.05$.

Tabla 5. Valores de correlación de Pearson entre variables organolépticas y químicas medidas en los ensayos de tiempos de maceración en Cabernet Sauvignon y Malbec (sólo se indican las correlaciones altas, $r > 0.7$)

V. organolépticas \ V. químicas	Áspero	Astringente	Seco	Untuoso	Concentrado	Rojo	Amarillo
Color libre			0.77	0.76	0.72	0.80	0.77
Color polimérico	0.70	0.81	0.75	0.87	0.86	0.81	0.87
Color total	0.71	0.80	0.78	0.90	0.88	0.88	0.91
Intensidad colorante	0.78	0.88	0.79	0.82	0.84	0.76	0.86
DO 420	0.81	0.82	0.86	0.79	0.83	0.84	0.82
IPT	0.71	0.82	0.86	0.79	0.80	0.77	0.75
Taninos totales		0.87		0.79	0.79		0.76
Taninos precipitables con gelatina		0.89		0.80	0.81		0.77
% Taninos no precipitables con gelatina			-0.71				

Con respecto a las sensaciones visuales, son destacables las correlaciones positivas que se observaron entre la percepción de rojo y los contenidos de colores libre, polimérico, total y la intensidad colorante. También fue alta la correlación positiva entre el amarillo percibido y el color amarillo medido como A_{420} . En cambio el amarillo percibido no se correlacionó con ninguna percepción.

CONCLUSIONES

La variedad CS sigue un patrón de extracción de antocianos y taninos durante la maceración acorde con lo indicado por la bibliografía. La magnitud del color rojo alcanza un máximo cerca del décimo día y luego sufre una caída que, en maceraciones extendidas de 20 días, puede significar una pérdida de alrededor de un 10 % con respecto al máximo. Los taninos aumentan su contenido aceleradamente hasta el décimo día y luego continúan creciendo muy lentamente. En maceraciones largas de 20 días el aumento en su contenido no es significativo más allá del décimo día. Los vinos CS obtenidos con maceraciones clásica (10 días) y extendida (20 días) resultan muy superiores en cuanto a los contenidos de antocianos, color polimérico y taninos que los de maceraciones cortas (5 días). Estos mayores contenidos provocan más intensa apreciación visual del color y de las sensaciones bucales de concentración y untuosidad. Los vinos de 10 y 20 días también resultan más ásperos, astringentes y secantes que los de 5 días, pero estas sensaciones no son predominantes y aportan a los vinos un componente importante de su estilo. Los atributos logrados por los vinos de 10 y 20 días los sitúan dentro del estilo clásico de los vinos argentinos. Entre los vinos de 10 días y los de 20 días existen pocas diferencias. Los de 20 tienen una cantidad mayor de fenoles totales y de taninos no astringentes. Estas diferencias se acompañan con una tendencia a percibir sensaciones de aspereza y amargo levemente inferiores. La mejora en los atributos gustativos de los vinos de 20 días se logra con un pequeño sacrificio en la magnitud del color rojo.

La variedad M, con un pequeño ataque de podredumbre de los racimos, sigue un patrón de extracción de antocianos y taninos parecido al de CS hasta el décimo día pero luego ambos muestran una caída pronunciada, como consecuencia de un deterioro oxidativo. La maceración de 10 días resulta óptima para el M. Los vinos se destacan por su mayor contenido en fenoles totales, antocianos, color polimérico y taninos. Estos atributos provocan sensaciones de concentración y untuosidad destacadas y similares a las de los CS de 10 y 20 días. En el M10 las sensaciones de secante, áspero y astringente son menores que en los CS, lo cual es típico de esta variedad. Los M5 resultan muy pobres en atributos y los M20 presentan atributos intermedios entre los de 5 y los de 10 días, debido a la degradación sufrida.

En ambas variedades la pérdida en los contenidos de antocianos copigmentados se ve acompañada por un aumento proporcional en los contenidos de antocianos polimerizados, tanto durante la maceración como durante los primeros meses de estacionamiento del vino. Se hace necesario realizar más investigación para probar si existen relaciones causa-efecto entre ambos fenómenos y para conocer las condiciones que optimicen la obtención de color polimérico, que representa el componente mayoritario del color en los vinos estacionados.

En los vinos de ambas variedades los contenidos de fenoles totales y de taninos están correlacionados positivamente con las sensaciones de aspereza, astringencia, secante y concentración. La sensación de secante está asociada, además, ne-

gativamente, con la proporción de taninos no precipitables con gelatina sobre el total de taninos. La sensación de untuosidad, que está contrapuesta a la astringencia, se correlaciona, sin embargo, en los vinos, con las mismas variables referidas al contenido de fenoles y taninos. Esta aparente contradicción precisa una mayor investigación para aclarar el rol que juegan los distintos tipos de tanino, los copolímeros de taninos y antocianos y los complejos tanino-polisacárido sobre la astringencia y la untuosidad de los vinos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amrani Joutei, K. et Glories, Y. 1994. Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 28, 4:303-317.
2. Arnold, R.; Noble, A. and Singleton, V. L. 1980. Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine. *J. Agric. Food Chem.* 28:675-8.
3. Asselin, C.; Brossaud, F.; Cheynier, V. et Moutounet, M. 1999. Influence de la température et de la durée de macération sur la composition en flavonoïdes et incidence sur les caractéristiques sensorielles des vins de Cabernet franc de divers terroirs en Val de Loire. Contribution pour une définition objective de la typicité. *Bulletin de l'O.I.V.* 72 (821-822):517-531.
4. Auw, J. M.; Blanco, V.; O'Keefe, S. F. and Sims, C. A. 1996. Effect of processing on the phenolics and colour of Cabernet Sauvignon, Chambourcin, and Noble wines and juices. *Am. J. Enol. Vitic.* 47:279-286.
5. Boulton, R. 1995. Red wines. In: *Fermented Beverage Production*. Lea, A. G. H. and Piggot, J. R. (Eds.), Blackie Academic and Professional, Chapman y Hall, London. pp. 121-158.
6. _____. 1996. A method for the assessment of copigmentation in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 47:346.
7. _____. 1999. Copigmentation in Pinot Noir wines. 2nd Joint Burgundy-California-Oregon Winemaking Symposium. UC Davis. Cooperative Extension.
8. _____. 2001. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of Red wine: A Critical Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52:2, 67-87.
9. Brossaud, F. 1999. Composition en flavonoïdes des baies et des vins de *Vitis vinifera* var. CS franc. Étude des descripteurs analytiques et sensoriels en relation avec l'effet terroir en moyenne Vallée de la Loire. Rennes, France, L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 344 pp.
10. Brossaud, F.; Cheynier, V. and Noble, A. C. 2001. Bitterness and astringency of grape and wine polyphenols. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 7(1): 33-39.
11. Cravero, M. C. e Bosso, A. 1996. Incidenza della durata di macerazione e del tenore in etanolo sull'estrazione dei polifenoli durante la macerazione. *Quaderni della Scuola di Specializzazione in Viticoltura ed Enologia, Univ. Torino. Italy.* (20): 17-43.
12. Doco, T.; Brillouet, J.-M. and Moutounet, M. 1996. Evolution of grape (*Carignan noir* cv.) and yeast polysaccharides during fermentation and post-maceration. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 47, N° 1. p. 108-110.
13. Gawel, R.; Oberholster, A. and Leigh-Francis, I. 2000. A «Mouth-feel Wheel»: terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine. *Aus. J. Grape and Wine Research* 6, 203-207.
14. Iland, P.; Ewart, A. and Sitters, J. 1993. *Techniques for chemical analysis and stability tests of grape juice and wine*. Kitchener Press Pty. Ltd., Adelaide, Australia. 40 p.
15. Kantz, K. and Singleton, V. L. 1991. Isolation and determination of polymeric polyphenols in wines using Sephadex LH-20. *Am. J. Enol. Vitic.* 42:309-315.

16. Kovac, V.; Alonso, E.; Bourzeix, M. and Revilla, E. 1992. Effect of several enological practices on the content of catechins and proanthocyanidins of red wines. *J. Agric. Food. Chem.* 40:1953-1957.
17. Mayen, M.; Merida, J. and Medina, M. 1994. Free anthocyanins and polymeric pigments during the fermentation and post-fermentation of musts from CS and Tempranillo grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 45, Nº 2.
18. Mc Murrough, I. and Mc Dowell, J. 1978. Chromatographic separation and automated analysis of flavanols. *Anal. Biochem.* 91:92-100.
19. Ojeda, H.; Andary, C.; Kraeva, E.; Carbonneau, A. and Deloire, A. 2002. Influence of pre and post-veraison water deficit on the synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L. cv Shiraz. *Am. J. of Enol. and Vitic.* 53:261-267.
20. Ribéreau-Gayon, P. et Stonestreet, E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 9: 2649-52.
21. _____, 1966. Dosage des tannins du vin rouge et détermination de leur structure. *Chim. Anal.* 2: 627-631.
22. Ribéreau-Gayon, P. 1982. The anthocyanins of grapes and wines. In: *Anthocyanins as food colours*. Editado por P. Markakis, Academic Press, New York. pp. 209-243.
23. Ribéreau-Gayon, P. and Glories, Y. 1986. Phenolics in grapes and wines. In: *Proceedings of the sixth Australian wine industry technical conference, Adelaide*. Lee, T. (Ed.). pp. 247-256.
24. Sarni-Manchado, P.; Cheynier, V. and Moutounet, M. 1999. Interactions of grape seed tannins with salivary proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 47(1): 42-47.
25. Sarni-Manchado, P.; Deleris, A.; Avallone, S.; Cheynier, V. and Moutounet, M. 1999. Analysis and characterization of wine condensed tannins precipitated by proteins used as fining agent in enology. *Am. J. Enol. Vitic.* 50(1): 81-86.
26. Saucier, C. 1997. Les tanins du vin: étude de leur stabilité colloïdale. Thesis, Université Bor-deaux II, Francia.
27. Schmidt, J. O. and Noble, A. C. 1983. Investigations of the effect of skin contact time on wine flavour. *Am. J. Enol. Vitic.* 34:135-138.
28. Scudamore-Smith, P. D.; Hooper, R. L. and McLaren, E.D. 1990. Colour and phenolic changes of Cabernet Sauvignon wine made by simultaneous yeast/bacterial fermentation and extended pomace contact. *Am. J. Enol. Vitic.* 41:57-67.
29. Sims, C. A. and Bates, R. P. 1994. Effects of skin fermentation time on the phenols, ellagic acid sediment and sensory characteristics of a red *Vitis rotundifolia* wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 45:56-62.
30. Sommers, T. C. and Evans, M. E. 1979. Grape pigment phenomena: Interpretation of major colour losses during vinification. *J. Sci. Fd. Agric.* 30:623-633.
31. Thorngate, J. 1997. The physiology of human sensory response to wine: A Review. *Am. J. Enol. Vit., USA.* 48(3): 271-279.
32. Vernhet, A.; Dupre, K.; Boulange-Petermann, L.; Cheynier, V.; Pellerin, P. and Moutounet, M. 1999. Composition of tartrate precipitates deposited on stainless steel tanks during the cold stabilization of wines. Part II. Red Wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50: 398-403.
33. Wulf, L. and Nagel, C. 1978. High pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins or *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Vitic.*, 29: 42-49.
34. Zironi, R.,; Buiatti, S. and Celotti, E. 1992. Evaluation of a new colorimetric method for the determination of catechins in musts and wines. *Wein-Wissenschaft, Wiesbaden*, 47:1:7.
35. Zoecklein, B.; Fugelsang, K.; Gump, B. and Nury, F. 1995. *Wine: analysis and production*. The Chapman & Hall Enology Library. Chapman & Hall. New York. 115 p.



Ing. Agr. Héctor G. Contardi
1914-1979

Primer Profesor Titular de las Cátedras de Botánica Agrícola (1939), Fisiología Vegetal (1940) y Genética (1941) Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo

Nació en la Capital Federal el 18 de diciembre de 1914. Sus padres fueron Juan Pedro Contardi y Adelina Bazilis. Obtuvo los títulos de Maestro Normal y Profesor Normal de Dibujo en la Escuela Normal Mariano Acosta, y el de Ingeniero Agrónomo, el 6 de junio de 1938, en la Facultad de Agronomía y Veterinaria. En septiembre de 1939 ingresó a la UNCuyo y fue designado Profesor de Botánica Agrícola en la Escuela de Agronomía (a partir de 1946, Facultad de Ciencias Agrarias); en abril de 1940 inauguró la Cátedra de Fisiología Vegetal y en junio fue designado Director de dicha Escuela, cargo que ocupó hasta octubre de 1941. En abril del mismo año fue nombrado Profesor Titular de Genética y Fitotecnia. En la Cátedra de Parques y Jardines ejerció diversos cargos y en 1976 fue designado Profesor Titular Exclusivo, cargo que desempeñó hasta su fallecimiento.

Además fue Profesor de Botánica y Ciencias y Letras en el Liceo Agrícola Domingo Faustino Sarmiento; sus exalumnos lo recuerdan como poseedor de una extraordinaria didáctica.

En la actividad privada incursionó en la industria cosmética (fabricación de cremas), hizo asesoramiento sobre silvicultura en San Rafael. Fue además un gran aficionado a la gastronomía.

El 3 de enero de 1974 contrajo matrimonio con Edith Emma Costarelli Bianchi pero no dejó descendencia.

En marzo de 1974 se le concedió una prolongada licencia (148 días) para someterse a una intervención quirúrgica para subsanar una severa dolencia cardíaca. En abril de 1978 solicitó una licencia por estudios para trasladarse a Madrid con planes de retorno por países hispanoamericanos, para realizar investigaciones en el Centro Internacional de Formación en las Ciencias Ambientales (CIFCA).

Ante el inminente retiro jubilatorio, en julio de 1979 solicitó el beneficio del año sabático con el objetivo de investigar en distintas ciudades americanas y europeas sobre el tema: Dautas técnicas tendientes a la determinación del nuevo índice de espacio verde per capita, de los asentamientos humanos. Lamentablemente este estudio quedó inconcluso por su repentino fallecimiento en Barcelona, el 6 de octubre de 1979, a los sesenta y cuatro años de edad.

F. A. Melis

Principales fuentes consultadas:
Archivo de la Facultad de Ciencias Agrarias.
Entrevista al Dr. Julio Micames.