

El vino como elemento pedagógico

Wine as a pedagogical tool

AGUSTÍN MUÑOZ MORENO

C/Arzobispo Morcillo 31, casa 42. 50006 Zaragoza. C/e: agustin_munoz@ibercaja.net

Resumen El vino puede ser utilizado como recurso pedagógico en la enseñanza secundaria y universitaria. Entre los diferentes aspectos, en este taller se resalta su relación con la geología. Se proponen varias temáticas que relacionan el mundo del vino con las Ciencias de la Tierra, con el propósito de que puedan ser trabajadas en el aula. Entre otros aspectos se analizan los factores geoambientales y se describe el entorno geoambiental de las principales zonas vinícolas españolas.

Palabras clave: Enseñanza, vino, cultivo, procesos de elaboración.

Abstract *The wine may be used as an educational resource in High School and University. In this workshop, among different aspects, the relationship with Geology is emphasized. Several topics that relate the world of wine with the Earth Sciences are proposed, expecting to be able to work with them in the classroom. Geo-environmental factors, among others, are analyzed, and the geo-environments of the main Spanish wine-producing areas are described.*

Keywords: *Teaching, wine, crop, elaboration process.*

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, un determinado vino ha estado ligado a un territorio, para lo bueno y para lo malo. En esta línea, es esencial aprovechar al máximo el potencial del territorio para ofertar vinos diferentes y exclusivos. La geología juega un papel primordial en esta estrategia por ser un elemento fundamental y condicionante de las características geográficas de un territorio. Así, el objetivo principal de este taller es resaltar la relación de la geología con el vino (Fig. 1).

Fig. 1. Plantación en la D.O. Ribera del Duero.



Hay que recordar que la formación de un tipo de suelo u otro, con sus carencias o excesos en determinados elementos, dependerá de la roca madre que forma el sustrato y de los procesos físico-químicos a los que se verá sometido. A veces encontramos grandes cambios litológicos del sustrato rocoso, de forma que en una pequeña superficie hay varios tipos de suelos muy diferentes. Una situación tan variable exigirá un esfuerzo de adaptación muy importante en todos los aspectos relacionados con el cultivo, para obtener la uva con la calidad necesaria para elaborar un gran vino. El término “Vino de Pago”, menos utilizado que su equivalente en lengua francesa “Vin de Terroir”, viene a reconocer este esfuerzo.

La utilización del vino como elemento pedagógico facilita la interdisciplinaridad pues abarca tanto temas de ciencia (geología, biología, ecología, química inorgánica, química orgánica, etc.) como un sinnúmero de temas relacionados con las ciencias de la salud, sociales, etnográficos e históricos.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Debido al amplio espectro de matices que presenta este tema se puede adaptar a diferentes niveles educativos, y su alcance estará en función de la profundidad y el enfoque con el que se planteen los diferentes temas.

A continuación se desarrollan, a título de ejemplo, algunos temas representativos de ese amplio espectro agrupados en cuatro apartados: (1) el cultivo de la vid; (2) el suelo; (3) la elaboración del vino, y (4) los procesos posteriores.

Cultivo de la vid

La vid es una planta angiosperma que pertenece a la clase de las dicotiledóneas, subclase de flores más simples (*Choripetales*), grupo de las flores dotadas de cáliz y corola (*Dyalypetales*), que pertenece a la Familia *Vitaceae* y al Género *Vitis*. Curiosamente sólo una variedad de este género es cultivada para aprovechamiento humano.

La planta de vid tiene dos partes bien diferenciadas morfológicamente y funcionalmente: la parte subterránea y la parte aérea. La parte subterránea, donde se encuentran las raíces, está en íntimo contacto con el suelo y depende de sus características (salinidad, pH, etc.) para conseguir un ritmo de desarrollo óptimo. De la parte aérea formada por tronco, sarmientos y hojas, que es donde se forma el fruto, dependerá, en primera instancia, el tipo de vino y sus cualidades.

Un aspecto a destacar en el taller es la diversidad de esta planta. Todas las vides cultivadas, al igual que los seres humanos, pertenecen a una única especie (*Vitis vinifera*), existiendo blancas y tintas, de pulpa coloreada y sin colorear, y con gran variabilidad en cuanto a su riqueza en componentes orgánicos. Todo ello responde a la adaptación al medio natural.

Vitis silvestris: ¿Fósil viviente?

Este ancestro de las vides cultivadas tiene gran interés por quedar unas pocas cepas en enclaves naturales alejados de las zonas cultivadas. Se han encontrado restos de la especie *Vitis vinifera* en depósitos pleistocenos que pueden ser considerados los antecesores de nuestras vides. Son fósiles de lianas dioicas que ya trepaban a los árboles. La especie estuvo a punto de desaparecer por las bajas temperaturas de los periodos glaciares pero lograron sobrevivir en algunos “refugios climáticos” tales como el “Refugio caucásico”.

En base a su morfología la especie *Vitis vinifera*, subespecie *sylvestris* (Fig. 2), es considerada un “fósil viviente”. En España se han identificado en los desfiladeros de varios ríos pirenaicos que, fluyendo hacia el Sur, se encajan en las rocas cretácicas y eocenas de las sierras interiores. En esta zona, la especie es conocida como “pazurra”. Un hecho a destacar es el reducido el número de ejemplares. Esta especie, además de necesitar una protección especial, merece un plan de expansión y reproducción, para conservar el patrimonio genético que representa.

Valoración de la cooperación

Es muy difícil que una sola variedad reúna los grados óptimos de calidad en todos los aspectos.

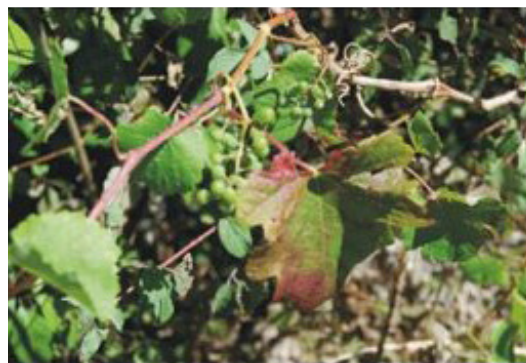


Fig. 2. A la izquierda el medio natural de la *Vitis silvestris* y a la derecha detalle de esta especie con frutos todavía verdes.

Por ello, actualmente se recurre a la fusión de dos individuos, cada uno con sus características genéticas propias, pero cuyo conjunto mejora a cualquier otro individuo completo. La fusión de dos individuos se consigue mediante el injerto. Uno de los individuos aporta la parte inferior del tronco y las raíces, y se le denomina con diferentes vocablos: patrón, borde, portainjertos, etc. El otro individuo aporta la parte aérea y, en función de la calidad de la uva deseada, se elige la variedad de *Vitis vinifera* que se desea cultivar.

Lo que nosotros apreciamos como una planta de vid es, en realidad, un equipo creado por el hombre gracias al injerto (Fig. 3). La parte aérea es un individuo y la raíz es otro, cada uno con sus características genéticas propias.

La utilidad de la vid en algunas tareas geológicas

Las plantas de vid, al igual que el resto de la flora, medrará en función de su grado de adaptación a las características ambientales: clima, suelo, etc. En este sentido, el contexto geológico influirá al condi-



Fig. 3. Racimos de Tempranillo, variedad autóctona española muy extendida, y sobre la que basa la mayoría de su producción la Denominación de Origen Calificada Rioja

cionar los tipos y características de los suelos, y en menor grado, del clima.

La vid se adapta a una gran diversidad de suelos. Su gran capacidad extractora de nutrientes la hace una planta “todo terreno” siempre que se elija el portainjertos adecuado. También se adapta a la gran variedad de climas de la zona templada debido al elevado número de castas y variedades existente. En cuanto a la topografía, su adaptación es todavía mayor, pues puede desarrollarse en pendientes mediante sus tallos rastreros o trepar y expandirse sobre cualquier soporte.

En este sentido, la plantación de vides para la rehabilitación de explotaciones mineras cerradas es una alternativa interesante, especialmente en las zonas de escombreras con fuertes taludes. Para estabilizar los taludes se pueden utilizar patrones sin injertar, consiguiendo un desarrollo mejor y rápido sin el freno que supone el injerto. La protección frente a los agentes erosivos se produce de varias formas: (1) las hojas de la vid evitan el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del talud, especialmente en los casos de aguaceros estivales; (2) los tallos rastreros y perennes traban los materiales sueltos sujetándolos, evitando su deslizamiento a favor de la pendiente; y (3) la fácil penetración de las raíces en profundidad ayuda a dar cohesión al talud de la escombrera.

En las zonas planas de la corta y en la coronación de las escombreras, se pueden establecer explotaciones vitivinícolas rentables. Para ello se debe colocar en la plantación una capa de suelo, de textura franca, de 1 a 2 metros de espesor.

Si el suelo no presenta una fertilidad adecuada deberán plantarse inicialmente herbáceas, hasta que evolucione suficientemente y entonces es cuando se procede a plantar. En estas condiciones de cultivo los controles de riego y nutrición deberán ser más exhaustivos y frecuentes.

Aunque podemos citar varios casos en los que no existe una explotación comercial del viñedo, es suficientemente representativo el caso de una cantera de caliza en Yepes (Toledo). El proyecto lanzado por la empresa cementera CEMEX se inició en el año 2003, y se han ido plantando hasta 26 Has de superficie con las variedades Merlot, Syrah y Cabernet Sauvignon.

Factores geoambientales

El patrimonio geológico español es comparable al patrimonio enológico. Ambos son de una riqueza y variedad excepcionales. La gran diversidad y la alta calidad de los vinos españoles es una consecuencia directa de la gran variedad geológica, pues en ella reside en última instancia, el condicionante de los suelos, los microclimas y la disponibilidad de agua.

En cuanto a la distribución del viñedo en referencia a los materiales geológicos encontramos viñas plantadas sobre todos los tipos de rocas, y con una

gran variedad de suelos. En particular las viñas españolas se sitúan en las cuencas cenozoicas que están limitadas por las cadenas alpinas o en los depósitos cuaternarios asociados a dichas cuencas. Esto es así debido a las condiciones climáticas pues el principal factor condicionante del cultivo es el riesgo de heladas tardías y, este factor está estrechamente ligado a la altitud, la topografía y la orientación.

La mayor parte de los expertos está de acuerdo en que los factores que más influyen sobre el vino son tres: variedad, clima y suelo; casi todos se olvidan de otro muy importante que es el factor humano, pero se obvia porque está presente en todas las labores que se realizan. Estos factores interrelacionan entre sí, por lo que el tipo de labor realizada en cada momento por el viticultor, y su intensidad, será función de las circunstancias generadas por esos tres factores.

En la actualidad vivimos un momento de revalorización de las variedades propias, y ha aparecido una gran diversidad de vinos, dentro del segmento de más alta calidad, de forma que varias bodegas están cosechando éxitos al apostar por variedades autóctonas casi desconocidas o infravaloradas. Rioja y Ribera del Duero son dos ejemplos entre otros muchos que han conseguido la máxima calidad a nivel de D.O., elaborando las variedades tradicionales.

Los trabajos de selección ayudan mucho al poner a disposición de los productores las mejores cepas, determinando su bondad no sólo por sus características genéticas, sino también por su adaptación al medio imperante en una zona concreta.

También existe un consenso generalizado en el hecho de que las altas calidades se alcanzan con uvas criadas en cepas que han sufrido un cierto estrés, situadas sobre suelos que tengan una baja capacidad de retención de humedad, y dotarlo de riego por si la pluviometría es demasiado baja. Las características genéticas de cada variedad de uva marcan el tipo de vino que se puede llegar a obtener, es decir, definen el vino potencial que se logrará si los restantes factores son los adecuados. El gran número de variedades de uva hace posible la extraordinaria diversidad en cuanto a vinos, pero también de una sola variedad se obtiene un inusitado número de vinos diferentes según el proceso de elaboración; un ejemplo excepcional lo encontramos en los vinos andaluces.

En algunos textos se pueden encontrar tablas que correlacionan los tipos de vino con los tipos de suelo. Estas reglas tienen tantas excepciones que no llegan a ser reglas. En la misma línea encontramos afirmaciones de que en determinadas zonas sólo se puede alcanzar una alta calidad en un tipo de vino, pero se ha comprobado que aunque esto se cumple alguna vez, y siempre en zonas especiales con condiciones ambientales muy próximas al límite, la regla es que se pueden obtener calidades altas en varios tipos de vinos siempre que se utilice la variedad adecuada, el

portainjertos adecuado y se cultiven las viñas con las apropiadas técnicas agronómicas.

Los suelos más adecuados son los de tipo detrítico (predominio de gravas y arenas) para asegurar un buen drenaje, pero con un contenido en arcillas y limos apreciable. Las texturas francoarenosas son las idóneas, con abundante materia orgánica, y con pH neutro o ligeramente ácido que facilite la movilización de nutrientes.

En cuanto al clima las principales limitaciones son la duración del ciclo veraniego y la insolación existente en este periodo. También es muy importante el riesgo de heladas tardías y el de pedrisco, aunque este último cuando actúa lo suele hacer de forma local. La duración del ciclo es uno de los principales factores a la hora de elegir la variedad, e incluso el clon dentro de ésta, para conseguir todos los años el grado de maduración adecuado.

Las condiciones climáticas idóneas en el caso de los vinos tintos, son las primaveras relativamente secas que provoquen un ligero estrés en la vid. De esta forma la multiplicación celular es menor, y por tanto el tamaño de las bayas es más pequeño y hay mayor proporción de piel frente a pulpa.

El conjunto de dos factores, clima y geología (suelo, topografía, etc.) es la base del concepto de pago vitivinícola, y recientemente de las "Microdenominaciones de Origen" manchegas.

A continuación se describe el entorno geambiental de las principales zonas vinícolas españolas.

Galicia y el Bierzo. El Noroeste.

Considerando la naturaleza de la roca madre se distinguen tres tipos distintos de rocas sobre los que se desarrolla el suelo: rocas metamórficas, rocas ígneas y sedimentos recientes. Desde el punto de vista topográfico, y a causa de la erosión fluvial cuaternaria se encuentran tres situaciones: cumbres planas o con pendientes suaves, laderas empinadas (ribeiros) y zonas planas de fondos de valles (veigas).

Los txacolis del País Vasco

Los suelos del País Vasco tienen unas peculiaridades propias que no se encuentran en otras regiones a consecuencia de la combinación de litologías, clima y topografía.

Predominan las texturas francoarcillosas y las francas, dependiendo de si se desarrollan a partir de formaciones exclusivamente margo calcáreas o si hay niveles de arenas. Tienen un pH neutro o ligeramente alcalino, debido a las pendientes que producen un buen drenaje pero en las zonas planas hay problemas por encharcamientos (Fig. 4). El clima húmedo permite el desarrollo de una capa espesa de vegetación que, además de proteger los suelos de la erosión, facilita la actividad biológica que los enriquece en materia orgánica. La roca madre sobre la que se desarrollan estos suelos aporta una gran cantidad de carbonatos.



Fig. 4. Parcela de viñedo después de un aguacero; el agua permanecerá varios días debido a la baja permeabilidad del suelo.

El valle del Ebro

Los suelos están muy ligados al ámbito geológico y se agrupan en tres tipos diferentes:

1 – Los formados sobre facies de areniscas y lutitas que son los predominantes en la Rioja Alta y la Rioja Alavesa. Son suelos con textura franca y francoarcillosa, el pH alcalino y con un ligero contenido de caliza activa.

2 – Los formados sobre facies arcillosas que son frecuentes en los alrededores de Logroño y en la Rioja Baja. Presentan textura arcillosa, con alta capacidad de retención y humedad, pH alcalino y un alto contenido en caliza activa. En las zonas deprimidas pueden presentar una salinidad alta.

3 – Los formados en materiales cuaternarios, principalmente en los aluviales situados en las zonas próximas a los cauces principales, y glaciares y coluviales en las cimas de los relieves tabulares. Tienen textura arenosa, están bien drenados, un pH alcalino y un ligero contenido en caliza activa.

Costa mediterránea - Zona Norte y Baleares

La gran variedad de litologías existente provoca la gran diversidad en los tipos de suelos. A veces con cambios muy bruscos en las tipologías. Por otra parte, las diferentes situaciones topográficas en cuanto a pendientes y las importantes variaciones pluviométricas hacen que el desarrollo de los suelos y la erosión a la que se encuentran sometidos sea muy variable. Un suelo muy típico es la licorella que se mencionará en el apartado de suelos. Aunque el clima es mediterráneo, las grandes diferencias de altitud de las parcelas de viñedo, en la distancia al mar de éstas y en el gran número de alineaciones montañosas con orientaciones diversas, causan una gran diversidad climática.

Debido a la riqueza en materiales calcáreos los suelos son ricos en caliza activa y presentan un pH alcalino alto. Su textura varía según las zonas pero predominan las texturas francas, siendo localmente algo más ricos en arcillas o más ricos en arenas en determinadas zonas. Generalmente están bien drenados. Son suelos de tonos pardos y rojizos, potentes debido a la baja intensidad de erosión pero pobres en materia orgánica por la baja actividad biológica a causa de la aridez. A veces se pueden formar costras calcáreas. El clima es mediterráneo suave.

Valle del Duero

Como consecuencia de los relieves suaves los suelos están sometidos a una erosión de baja intensidad. Por ello se encuentran suelos potentes, principalmente en los ejes de las vaguadas. Su naturaleza y comportamiento están muy ligados a la naturaleza de la roca madre. Sobre los materiales paleógenos se forman suelos francos y francoarenosos potentes, con pH neutro o ligeramente ácido. Los materiales neógenos originan suelos similares a los anteriores, aunque en algunas zonas la textura es francoarcillosa. En las superficies planas de las rañas se desarrollan suelos potentes con textura franca y aspecto similar a los anteriores. Por último, los suelos eólicos cuaternarios originan suelos arenosos de naturaleza silíceo con un pH ácido. Son suelos pobres que se dedican a la plantación de pinares. El clima es continental muy similar en toda la zona al no existir barreras geográficas entre las zonas.

El valle del Tajo y Meseta del Sur

La gran variedad litológica junto a la gran extensión de la zona vitivinícola son responsables de una gran variedad de tipos de suelos, encontrando suelos ácidos en las zonas con rocas graníticas o metamórficas, suelos alcalinos en las zonas de predominio calcáreo, suelos salinos fácilmente identificables por la vegetación, formación de costras calcáreas, etc. Una característica común es la escasez de materia orgánica, debido principalmente a la aridez. El clima es continental con inviernos fríos y veranos cálidos y muy secos.

Costa mediterránea- Zona Sur

La gran diversidad climatológica, geológica y topográfica que presenta el Levante Español se traslada a la viticultura, lo que hacen que sean muy pocas las características comunes. No obstante predominan los suelos alcalinos por la abundancia de rocas calcáreas.

D.O. Ribera del Guadiana-Extremadura

Presentan suelos bien desarrollados, hecho favorecido por un clima relativamente húmedo debido a la influencia atlántica y por una topografía con relieves suaves y llanuras, a excepción de la zona septentrional más montañosa. Los suelos más frecuentes son de naturaleza ácida (debido al sustrato geológico), con predominio de arcillas, salvo en el caso de granitos y gneises que, con su alteración, originan suelos más arenosos. En estos suelos se produce una gran movilidad de nutrientes debido a la naturaleza ácida y, aunque hay zonas calcáreas que aportan carbonatos, al estar intercaladas con pizarras, se anula el carácter alcalino que producen las primeras.

Los vinos de Andalucía

Estos suelos se desarrollan a partir de tres tipos de roca madre: rocas metamórficas (originan suelos con textura franca y francoarcillosas, que proceden

de pizarras, de naturaleza ácida y colores oscuros), rocas sedimentarias (suelos con textura francoarcillosa de naturaleza ácida y colores oscuros o rojizos) y sedimentos recientes formados a partir de las anteriores (suelos pardos, con textura franca y francoarcillosa, con pH neutro e incluso alcalino). Cuando están bien drenados los suelos formados por estos materiales, como ocurre en las laderas, las raíces penetran fácilmente gracias a los planos de esquistosidad. A este hecho hay que sumar el clima templado cálido, casi subtropical en algunos sectores, el ritmo de alteración de los minerales que es muy rápido cuando hay humedad, lo que permite un adecuado desarrollo de los cultivos, incluso en zonas con suelos muy pobres.

Islas Canarias

Los suelos proceden de la alteración de rocas volcánicas y, en las zonas más próximas a la costa africana los suelos presentan una cierta proporción de cuarzo que ha sido transportado por el viento desde el Sáhara durante las tormentas de arena. En las islas más orientales el clima es de tipo semiárido (por debajo de los 400 m de altitud). En estas condiciones la evolución de los suelos es lenta por la baja actividad biológica. Por otro lado, las pendientes favorecen la erosión por lo que es complicado encontrar suelos desarrollados de forma natural. Las condiciones climáticas de las islas son extremas por lo que la vida está en el límite de la supervivencia por escasez de agua. En estos casos, la roca madre juega un papel fundamental pues de su naturaleza dependerá el tipo de arcillas presentes en el suelo y de éstas la capacidad de retención del agua de lluvia y la captación de agua de la humedad ambiental en las horas nocturnas.

Suelos

El concepto de suelo agronómico está arraigado en el hombre desde que empezó a cultivarlo en el Neolítico. En este taller vamos a analizar el suelo desde un punto de vista esencialmente agronómico, como elemento fundamental que es en la producción de uva de calidad.

El suelo (Fig. 5) es el resultado de la conjunción de múltiples factores como: la naturaleza de la roca madre, el clima, el relieve, los organismos vivos, y



Fig. 5. Perfil de suelo poco desarrollado debido a la aridez, sobre esquistos paleozoicos.

especialmente el tiempo. La fase o fracción sólida es la que procede de los materiales geológicos sobre los que se ha desarrollado el suelo, y está formada por las partículas de roca que los procesos de meteorización han ido disgregando.

Dentro de un suelo, los factores clima, organismos vivos, roca madre, relieve y tiempo, tienen diferente influencia en función de la profundidad. Estos cambios en el suelo a lo largo de la vertical originan una estructura del suelo en horizontes. En el taller no se analizarán estos procesos a escala muy local debido a su gran complejidad, a las múltiples facetas que presentan, y a la rápida variación en el espacio. Cada explotación vitivinícola necesitaría una descripción detallada individualizada y personalizada.

La mejora de la calidad del suelo es un hecho que se suele infravalorar pero tiene una gran importancia. Los suelos dentro de su proceso evolutivo sufren los efectos de la erosión, a la vez que una pérdida de componentes por lixiviación y extracción de nutrientes por las plantas, pero hay unas zonas de acumulación que se enriquecen al recibir aportes de nutrientes cíclicamente; un ejemplo sería el aporte de abono por el agricultor; otro ejemplo, esta vez de aporte natural, es el depósito de limos y arcillas provocados por la inundación de los ríos. Los efectos positivos de las inundaciones del río Nilo eran sobradamente conocidas desde la antigüedad, y eran a las que se atribuía la extraordinaria feracidad de los campos de cultivo.

Características químicas de los suelos

Hay factores de la química del suelo de gran trascendencia en los procesos de nutrición de la vida, que están interrelacionados entre ellos y, a su vez, ejercen una gran influencia sobre las características físicas:

- El pH: es uno de los factores más importantes, su valor está estrechamente ligado a la naturaleza de la roca madre y al tiempo de formación del suelo.
- Los procesos redox: las condiciones de oxidación-reducción existentes en un suelo (Fig. 6) son determinantes en los procesos de meteorización de la roca madre, en los de alteración de los minerales del suelo y en la evolución de la materia orgánica.
- Los carbonatos: en las zonas vitivinícolas españolas encontramos frecuentemente suelos ricos en carbonatos. Son muy abundantes en las rocas sedimentarias, unas veces como su principal constituyente, y otras como el principal aglomerante de las partículas que las componen, como ocurre en la mayoría de las areniscas y de los conglomerados.

Tipos de Suelos y el cultivo de la vid

Los suelos salinos. La viña no es un cultivo demasiado exigente en cuanto al suelo se refiere (Fig. 7), aunque los prefiere profundos y bien drenados. Es medianamente sensible a la salinidad del suelo y a la de las aguas de riego, pero una salinidad de 4,5 mmhos/cm produce una reducción del 50% de la producción.



Fig. 6 (arriba). Perfil de un suelo con claro predominio de los tonos rojizos debidos a la oxidación de compuestos del hierro.



Fig. 7 (abajo). Vid mostrando carencias debido a la alta salinidad del suelo.

Los suelos alcalinos. Los cultivos, y entre ellos la vid, suelen presentar clorosis por dificultades en la asimilación de hierro y manganeso. Bajo los valores de pH existentes el cobre, zinc y fósforo suelen estar bloqueados por lo que también manifiestan su carencia. El bajo contenido en materia orgánica suele provocar también carencia de nitrógeno.

La recuperación de estos suelos es más costosa que la de los suelos salinos, requiriendo, en ocasiones, estrategias especiales para solventar este problema. Además, estos suelos resisten poco a la erosión hídrica produciéndose grandes cárcavas y taludes casi verticales (Fig. 8), debido a dos factores: a la baja cohesión de las partículas que hace



Fig. 8. Cicatrices de erosión en los materiales miocenos en la comarca de Las Cinco Villas (Zaragoza), con grandes extensiones de suelos alcalinos.

que sean fácilmente arrastradas por el agua, y a la mala cobertura vegetal debido a la mala calidad agronómica del suelo.

Las arcillas. Son uno de los principales componentes del suelo y juegan un importantísimo papel en los procesos edafológicos de formación. Son esenciales también en los procesos agronómicos de nutrición del cultivo (Fig. 9); por ello merecen un apartado propio y una exposición detallada. Las arcillas constituyen el componente del suelo con mayor influencia sobre la textura, características físico-químicas y propiedades mecánicas del suelo. Las arcillas que forman parte del suelo pueden tener tres procedencias: la alteración de otros silicatos, como los que constituyen las rocas ígneas; la disgregación de las rocas que los contienen, como es el caso de las pizarras o depósitos sedimentarios; y la reacción con otros elementos presentes en el suelo. Además, las arcillas presentan una gran variedad de colores, pero este se lo dan otras partículas muy finas con las que aparecen mezcladas (las partículas más frecuentes son las de óxido de hierro responsables de los tonos rojizos, ocreos o amarillentos). Respecto a la mineralogía de las arcillas, podemos decir que es muy variable al estar íntimamente ligada a la roca madre y a los procesos de alteración.

Los suelos con “personalidad geológica”

Aunque todos los expertos están de acuerdo acerca de la influencia del suelo sobre el cultivo del



Fig. 9 (izquierda). Suelo arcilloso cerca de Almendralejo (Badajoz), en la comarca de Tierra de barros, significativo topónimo

Fig. 10 (abajo). Viñedo junto al río Duero, en plena “Milla de Oro”. Quintanilla de Onésimo, Valladolid (derecha) y Viñedo en suelos desarrollados sobre materiales yesíferos mioceno en las cercanías de Zaragoza (izquierda).



viñedo, y de la uva obtenida sobre la calidad del vino, hay suelos que por unas circunstancias especiales quedan asociados a los viñedos y vinos que sustentan. Este aspecto es esencial en el caso de los Vinos de Pago, pero no se debe llegar al extremo alcanzado por algunos forofos, que desconociendo el proceso de nutrición vegetal y debido posiblemente a autosugestión, detectan en el vino sabores “geológicos”, hablando de sabor a arcillas, a gravas, a pizarra o a granitos.

Los afloramientos rocosos españoles tienen naturaleza muy diversa, topografías muy variables y condiciones ambientales muy diferentes. Por ello la diversidad edafológica es extraordinaria. A continuación se hace una somera relación de los suelos españoles más ligados a unos tipos de vinos:

1 – *La Albariza*. Con este nombre se conocen aquellos suelos formados sobre margas de color grisáceo claro miocenas de la Depresión del Guadalquivir. Son rocas muy blandas y deleznable, que se formaron en un mar con una alta productividad biogénica por lo que son extraordinariamente ricas en restos de plancton. Los suelos procedentes de estas rocas tienen un comportamiento muy peculiar en muchos aspectos, debido a su riqueza en sílice. El pequeño tamaño de las partículas genera una fuerte capilaridad, por lo que el agua se filtra con dificultad hacia capas profundas, y la cantidad de agua disponible para el cultivo es sensiblemente mayor. Este tipo de suelos son los típicos de Jerez, Sanlúcar, Montilla, etc., y son capaces de cubrir la altísima demanda de agua de las vides bajo las extremas condiciones climáticas estivales.

2 – *La Licorella*. Este tipo de suelo es el emblemático de la D.O. Priorato (provincia de Tarragona). Su apariencia es engañosa, pues pocos expertos en suelos que no conozcan la zona recomendarían su aprovechamiento agronómico por una primera impresión. Estos suelos se desarrollan sobre pizarras oscuras que presentan un alto grado de alteración, incluso en profundidad. En superficie, sólo se aprecian fragmentos pizarrosos pues las partículas más finas son arrastradas por el agua debido a las fuertes pendientes. El pH de estos suelos es ácido lo que facilita la movilidad de nutrientes. Las fuertes pendientes facilitan su drenaje, y el grado de alteración de las pizarras hace que la fracción arcillosa se encuentre en los horizontes más profundos. A pesar del color negro de las pizarras, los planos de esquistosidad funcionan como espejos, reflejando la radiación solar que facilita la maduración de la uva.

3 – *Los suelos en “La Milla de Oro”*. Engloba la zona de la D.O. Ribera del Duero situada en la margen izquierda del río Duero, entre las localidades de Sardón de Duero y Peñafiel, que se caracteriza por concentrar algunas de las explotaciones vitivinícolas (Fig. 10) con mayor tradición y prestigio, conocidas mundialmente (Vega Sicilia, Abadía de Retuerta, etc.). Son suelos que se han desarrollado sobre las

zonas planas o de pequeña pendiente correspondientes a la terraza del río Duero y al glacis situado al Sur. Estos suelos profundos, bien desarrollados, con textura netamente arenosa, y naturaleza predominantemente silíceas, tienen un pH ligeramente alcalino, y presentan un buen drenaje. Estos factores, en conjunción con el clima, hacen posible las maravillas enológicas que tanto contribuyen a la fama mundial de la D.O. Ribera del Duero.

4 – *Los suelos de La Geria*. En este caso la peculiaridad reside, más que en el propio suelo, en su recubrimiento, pues el suelo propiamente dicho no comienza en la superficie, sino a unos dos metros de profundidad. En el siglo XVIII se produjeron una serie de erupciones volcánicas que cubrieron vastas extensiones de tierra fértil con una capa de cenizas de unos 2 m de espesor. El ingenio, combinado con el trabajo y tenacidad de los canarios lograron esta maravilla. Los suelos arcillosos desarrollados sobre materiales volcánicos antiguos, son alcanzados después de excavar en las cenizas volcánicas, para plantar allí una cepa; así tenemos un paisaje ocupado por una serie de hoyos circulares con forma de cono invertido, protegidos por un murete semicircular que evita su relleno por materiales arrastrados por el viento. La capa de cenizas permite una fácil infiltración del agua de lluvia, y a su vez evita la evaporación directa desde el suelo, por lo que el aprovechamiento del recurso por la vid es máximo. Las condiciones microclimáticas existentes en el fondo de la excavación son ligeramente mejores que las de superficie, pues la planta queda protegida de los abrasadores vientos africanos. El tono oscuro de las cenizas volcánicas hace que éstas absorban la radiación solar evitando un sobrecalentamiento contraproducente y excesivo del aire que está en contacto directo con las hojas, hecho muy frecuente en los suelos con tonos claros y conducciones del cultivo de porte bajo. En este caso, la influencia de la geología no se ejerce únicamente sobre el suelo, sino que ejerce un papel esencial en la creación de un microclima más favorable al cultivo.

Evolución y “patologías geológicas” en los suelos

El diagnóstico de las causas reales que producen problemas en el suelo es muy difícil, pues los síntomas aparecen gradualmente en la mayoría de los casos, otras veces se encuentran solapados al haber más de una causa, en otras ocasiones existe una sinergia, es decir ninguna de las situaciones problemáticas tiene excesiva importancia cuando es la única existente, pero la acción conjunta de varias provoca el problema. Hay ocasiones que los síntomas aparecen con un carácter aparentemente aleatorio en el espacio e intermitente en el tiempo, esto hace muy difícil determinar la causa o causas reales y establecer un tratamiento global, ha ocurrido en alguna ocasión que al tomar medidas, se produzca una mejora en algunos aspectos pero el conjunto empeora.

A título de ejemplo, en una amplia zona de viñedos con suelos de naturaleza granítica (hoy perteneciente a la D.O. Arribes), todos los años la *Botrytis* destruía entre el 25 y el 70% de la cosecha. El porcentaje era muy variable, intensísimo en algunas zonas y menos grave en otras, distribuidas aparentemente al azar, y con ataques de muy diferente intensidad de un año a otro.

Se llegó a la conclusión que la *Botrytis* atacaba aprovechando la mala configuración de las membranas celulares, por lo que la piel del grano era muy frágil, acentuándose los daños producidos por insectos, pero además se producía la caída espontánea de numerosos granos poco antes de madurar por debilidad en el pedicelo. La mala configuración de la membrana celular era debida a una carencia de calcio. Para llegar a este punto hubo que descartar otras muchas causas y analizar el problema desde muchos aspectos, entre ellos el geológico que fue fundamental.

En algunas zonas donde la planta tenía una carencia manifiesta de calcio, las muestras de suelo indicaban una tasa normal de este elemento. Además, se producía la paradoja de que en los años climatológicamente buenos el rendimiento neto era menor, pues en ellos había una mayor demanda de calcio pero como la disponibilidad dependía del bloqueo por boro, la carencia se acentuaba y el ataque de *Botrytis* era mucho más intenso, lo que ocasionaba una merma mucho más importante que en los años secos.

La carencia de calcio estaba inducida en este caso, por una tasa muy elevada de boro que bloqueaba la asimilación de calcio, evidentemente cuanto mayor era la necesidad de calcio en años climatológicamente buenos, mayores eran los síntomas al no poder tomar por las raíces todo el calcio necesario. La procedencia de la elevada tasa de boro contenido en el suelo era debida a la alteración de minerales de los diques pegmatíticos que atraviesan los granitos (ricos en turmalina), de ahí el carácter variable del problema, que está ligado a la distribución espacial de esos diques.

La solución que se adoptó fue la aplicación foliar de calcio, con lo cual se restituyó en la planta una relación Ca - B adecuada, aunque en el suelo sigue existiendo el bloqueo debido a la elevada tasa de boro.

Este ejemplo pone de manifiesto la complejidad de los procesos, por lo que se precisa una visión interdisciplinar para el diagnóstico correcto del problema y el hallazgo de una solución pronta y apropiada.

Otro ejemplo ilustrativo de una realidad compleja, es la implantación hacia el año 1999 de una zona de nuevo viñedo, situado en un emplazamiento peculiar y único dentro de D.O. Ca. Rioja, en el estrecho valle del río Ebro aguas arriba de las “Conchas de

Fig. 11. Plantación de viñedo junto a las Conchas de Haro, sobre una terraza aluvial y en parte sobre Keuper. La línea de árboles marca la ribera del río Ebro, como telón del fondo se encuentra la serie calcárea cretácica.



Haro” (Fig. 11), modelado en las calizas cretácicas del frente de cabalgamiento de la Sierra de Cantabria, que dieron en su día cobijo a San Felices.

En esta zona la geología configura un marco paisajístico majestuoso, y un clima condicionado por la estrechez del valle, la proximidad de las tierras altas alavesas, y la humedad propia del río. Esto hace que sea una zona relativamente fría, que reciba menos insolación por la altura de los montes que limitan el estrecho valle, y rica en nieblas, por lo que el otoño se suele adelantar.

La viña se planta en la terraza del río Ebro sobre materiales detríticos aluviales, pero estos materiales aluviales tienen una pequeña extensión lateral debido a lo estrecho del valle. El sustrato geológico, en casi toda la extensión de la viña, son los materiales del Keuper que forman el núcleo del pliegue tumbado. En ellos predominan las arcillas, con una importante masa de ofitas y niveles salinos ricos en cloruro sódico. El espesor de los materiales aluviales disminuye rápidamente hacia la carretera que sirve de límite occidental a la viña, aflorando las arcillas y las ofitas en la cuneta de la carretera. En esta zona hay pequeños manantiales y rezumes de agua rica en sal.

Así pues se tomaron medidas de varios tipos previas a la plantación, entre ellas proteger mediante drenaje el flanco de la viña para evitar que el flujo de aguas salinas afectase el cultivo, aporte de estiércol pues el suelo manifestaba carencia de materia orgánica en algunas zonas, pero la más importante fue la plantación realizada con clones de tempranillo, seleccionados para una mejor adaptación a un ciclo vegetativo corto.

La calidad de los suelos agrícolas

La calidad de un suelo, condicionante básico de la calidad de la cosecha, depende de muchos factores (altitud de la zona, el régimen de humedad del suelo, el régimen hídrico del suelo, la conductividad hidráulica, el nivel freático, la pendiente, los afloramientos rocosos, etc.) con un grado de relación muy fuerte, y una interacción muy intensa en la mayoría de ellos.

Como se ha visto, un suelo apropiado es imprescindible para obtener un buen vino, pero no debemos confundir lo que el agricultor entiende por una buena parcela con una apropiada para viñedo, pues

la viña tiene un comportamiento algo diferente a otros cultivos.

En caso de que un suelo no sea el ideal, siempre es posible realizar obras, labores, e incluso aportes de materiales para su corrección y mejora, pero el costo de estas operaciones suele superar con creces el precio de mercado de la parcela idónea.

En zonas con fuertes variaciones edafológicas, en la búsqueda de esa parcela ideal, resultan muy útiles los estudios de tipo geológico-edafológicos, averiguando la profundidad del suelo, sus características físicas y químicas, la disponibilidad de agua subterránea, las condiciones de drenaje de la zona, etc.

Elaboración del vino

El vino es a la vez una actividad muy simple o muy compleja, depende del punto de vista que se tenga. Se puede contemplar simplemente como un producto alimenticio, pero también como algo que evoca sensaciones y situaciones, la mayoría agradables. El vino es un elemento riquísimo en facetas, por ello se pueden extraer enseñanzas en muchos aspectos.

El mosto: variedad en su composición. Procesos químicos de obtención y su utilización adecuada.

El mundo de los microorganismos: las levaduras y la fermentación alcohólica. Las bacterias y la fermentación maloláctica.

El mundo de las sensaciones: características organolépticas de los vinos. Aspecto visual, sabores y aromas.

La sobremaduración de la uva conlleva un aumento importante en la cantidad de azúcar, pero una caída drástica en acidez. En general, el secreto de los buenos vinos está en conseguir un equilibrio adecuado con un alto contenido de ambos elementos (azúcares y ácidos). El vino de Botrytis más conocido es el Château d'Yquem de la zona de Sauternes en Burdeos; vinos muy espectaculares se obtienen a partir de la variedad Gewürztraminer, debido a que los aromas perfumados y florales propios de la variedad se conjugan perfectamente con las aportaciones de la Botrytis en textura y nuevos aromas.

Los equipos de vinos: el “coupage”.

Se puede definir como la mezcla de dos o más vinos elaborados con diferentes variedades de uva. Un número importante de los mejores vinos son combinación de diferentes variedades, aunque suele haber una predominante y las demás sirven como complemento, aportando o reforzando aquellos caracteres en los que escasea la principal.

Los procesos posteriores

Aunque cuando finalizan las fermentaciones ya hemos obtenido el vino, en algunos casos el proceso sigue, el vino evoluciona adquiriendo nuevos aromas, sabores y colores, gracias a los



procesos de oxidación controlada y la interacción con otras sustancias como la madera de las barricas. Al ser un producto tan especial, especiales son también las normas para su regulación y control.

La crianza

La crianza debe llevar a un vino a desarrollar plenamente su propia personalidad, sin enmascararlo. Para la crianza de vinos la madera presenta una ventaja decisiva sobre la tinaja y los depósitos de cemento, y es que la porosidad de la madera permite la transpiración de una cantidad suficiente de oxígeno para que la oxidación tenga el ritmo apropiado. Actualmente las barricas son de roble (Fig. 12) porque esta madera transmite al vino taninos que se fusionan armónicamente con los que ya contenía.

La organización

La producción y comercialización de vinos, al igual que la de otros alimentos, se encuentra amparada, protegida y potenciada por unas organizaciones llamadas Denominaciones de Origen (D.O.), que son propuestas por los productores y reconocidas por la Administración.

La comercialización: tendencias y modas recientes.

La trascendencia económica es grande cuando consideramos que detrás de cada cepa hay todo un proceso industrial y comercial, y cuyas estructuras suponen elevadas inversiones y el trabajo de muchas personas (Fig.13).



Fig. 12 (izquierda). Sala de barricas de roble, artífices de la crianza del vino.

Fig. 13 (derecha). Signos de modernidad. Cultivo en espaldera, riego por goteo y cosecha mecanizada.

DESARROLLO DEL TALLER

Objetivos

El objetivo de este taller, además de familiarizar a los participantes con algunos de los procesos de elaboración del vino, es introducir al alumnado en este mundo desde un enfoque multidisciplinar, haciendo especial hincapié en aquellos aspectos relacionados con las Ciencias de la Tierra como los factores geoambientales.

Sistema de trabajo

Aunque este taller puede desarrollarse con un número variable de participantes, por la necesidad de que el profesor o responsable conduzca la realización y resolución de los ejercicios, se estima que el número idóneo de participantes por cada profesor es de 15; si bien puede oscilar según el nivel educativo entre 10 para Bachillerato y 25 para primeros cursos de Enseñanza Secundaria. Los participantes se distribuyen en equipos de trabajo de 3 a 4 miembros buscando la máxima heterogeneidad posible (sexo, edad, procedencia, etc.)

Durante el taller, con una duración estimada de hora y media, se debe suministrar un guión que contenga la documentación acerca de 3 ó 4 temas descritos en los contenidos. El taller comienza con una breve introducción de diez minutos. A continuación, cada equipo debe trabajar uno de los temas (cultivo, suelos, vinificación y procesos posteriores) elaborando un documento de conclusiones. En la parte final de la sesión cada equipo expondrá en público, de forma breve, (de 3 a 5 minutos aproximadamente) uno de los temas en los que ha trabajado.

Como complemento al taller es recomendable visitar una realidad vitivinícola. Por ejemplo, en la provincia de Teruel encontramos una zona amparada por la categoría de Vino de la Tierra en el valle del río Jiloca, y en la provincia de Zaragoza hallamos la D.O. Calatayud con bodegas acreditadas.

CONCLUSIONES

El mundo del vino es un recurso multidisciplinar que permite relacionar varios aspectos del currículo de Enseñanza Secundaria. El taller propuesto puede resultar de interés, en especial, para su realización en niveles educativos de Bachillerato y primeros cursos de Enseñanza Superior, si bien presenta amplias posibilidades de adaptación a otros niveles (siempre superiores), en los que se ha puesto en práctica. Precisa un número muy limitado de materiales, de adquisición sencilla y económica.

El taller pone de manifiesto la gran riqueza vitivinícola española. Este inmenso patrimonio enológico se debe al gran número de variedades de uva, muchas de ellas autóctonas, pero también a la gran diversidad de suelos y climas existente en nuestra geografía, ambos muy influenciados por nuestra

variada geología, y también, y es justo reconocerlo, a las riquísimas tradiciones, y al gran saber y buen hacer de nuestros vitivinicultores.

BIBLIOGRAFÍA

Muñoz, A. (2010). *Geología y vinos de España*. ICOG 2009. 544 p.

Oz, C. (1996). *Atlas del Vino*. Ed. Blume. Traducción de la edición original inglesa "Oz Clarke's Wine Atlas".

Sescún, M.C. (2005). *Viñas, Tierra y Bodegas*. Institución Fernando El Católico – DPZ.

Vera, J.A. (editor) (2004). *Geología de España*. SGE-IGME. Madrid. 890 p. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de febrero de 2010 y aceptado definitivamente para su publicación el 4 de julio de 2010.