

# AVANCES EN VITICULTURA EN EL MUNDO<sup>1</sup>

VICENTE SOTÉS RUIZ<sup>2</sup>

**RESUMEN** - Esta presentación incluye dos grandes apartados. Primero se define la situación actual y segundo se analizan las tendencias y se mira al futuro.

El mercado del vino está muy afectado por la globalización y en la situación de crisis actual del sector (incremento de producciones, descenso de consumo global, incremento de excedentes,...) El objetivo que se plantea es la obtención de productos competitivos en precios y apetecibles a los consumidores para lo que se considera imprescindible la mejora de la calidad y la tipicidad de los vinos. En este sentido en los últimos años se han producido avances importantes en el cultivo del viñedo en las diferentes áreas vitícolas mundiales y que se refieren principalmente a: la búsqueda de diferenciación frente a la globalización mediante el estudio de variedades y ambientes caracterización de los ambientes adecuados (*terroir*), adaptación de variedades. Fisiología y cultivo de la vid equilibrio del viñedo y calidad del vino, sistemas de conducción y manejo de la vegetación, riego: aplicación racional del agua

Viticultura y cambio climático la huella de carbono adaptación desarrollo de la mejora genética e identificación del material vegetal.

Mirando al futuro reducción de los costes de producción y mecanización, desarrollo sostenible.

**Palabras claves:** viticultura, vino, uva.

## ADVANCES IN GRAPE CULTURE WORLDWIDE

Vineyards in the world are established with very variable criteria attending on one hand to environmental conditions and on the other to historic, cultural, industrial, or commercial factors, and definitively the action of the man who has promoted the development of some regions over others.

Wine market is deeply affected by globalization and in the current wine industry crisis (increase of yields, decrease global consume, increase of surplus) the target should be to obtain competitive products in price and desirable for consumers, so improving quality and wine typicity are key factors.

During the last years there have been advances in grapegrowing areas worldwide as due to:

1. Searching the differentiation in contrast to globalization by looking into varieties and environments.
  - Ambient characterization (*terroir*)
  - Variety performance study
  - Problems linked to drought, salinity and soil characteristics
2. Vine physiology performance (vegetative and reproductive cycles)
  - Training systems and canopy management
  - Irrigation: rational water applying (RDI regulated deficit irrigation or PRD partial root drying)
3. Adaptation of vine performance to climate change
  - Tolerance to abiotic stress
  - Carbon balance
4. Genetic improvement and plant material identification
5. Keeping the sustainability and competitiveness
  - Cost production reduction (mechanization)
  - Sustainable development
  - Wine growing landscapes

<sup>1</sup>Palestra Sinfruit 207 - Simpósio Internacional de Fruticultura - Avanços na Fruticultura (17 a 21 Outubro)

<sup>2</sup>Vicente Sotés Ruiz, Catedrático de Viticultura, Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: vicente.sotes@upm.es

# 1. GLOBALIZACIÓN Y MERCADO DEL VINO

## 1.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE VINO

Los viñedos están planteados en el mundo con criterios muy variables que responden, por una parte, a las condiciones naturales, pero también han jugado un importante papel los factores históricos, culturales, industriales y comerciales, y en definitiva humanos que han potenciado determinadas zonas en detrimento de otras.

La superficie total de viñas cultivadas en el mundo es estimada en 7.55 millones de hectáreas según datos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2010). Europa se encuentra a la cabeza con un 57.9%, seguida de Asia 21.3%, América 13%, África 5.2% y Oceanía 2.7%. Los principales países vitícolas son (en miles de ha): España (1.013), Francia (840), Italia (818), Turquía (505), China (470), Estados Unidos (398), Irán (330), Portugal (243), Argentina (228), Rumanía (206), Chile (200), Australia (173). En los últimos años se ha producido una pérdida importante de viñedos, especialmente en los países de la Unión Europea (España, Francia, Italia, sobre todo) y en Turquía y se han incrementado las superficies en Brasil, China, India, Argentina y Estados Unidos; en la actualidad la cifra total parece estabilizada.

La producción total de uva es variable de unos años a otros como consecuencia de la influencia de las condiciones climáticas alcanzando 675.3 millones de qm (OIV, 2010). Europa produce un 44%, Asia 26.5%, América 20.7%, África 6% y Oceanía 2.8%. En ese año los principales países productores, en orden decreciente son: Italia, China, Estados Unidos, Francia, España, Turquía, Chile, Irán, Argentina, Sudáfrica. De la producción total un 30.5% se consumen como uva de mesa y un 62% se vinifica, dedicando el resto (7.5%) a la producción de uvas pasas.

La importancia económica del sector vitícola está muy ligada al vino. La producción de vino fue de 268.7 millones de hl (OIV, 2010), alcanzando en Europa un 67,8%, Asia 5.1%, América 17.9%, África 4.1% y Oceanía 5.1%. Los principales países productores fueron Italia, Francia, España, Estados Unidos, Argentina, China, Australia, Chile, Sudáfrica, Alemania. La producción total ha tenido una tendencia ligeramente decreciente en los últimos años y ahora parece estabilizada. La Europa occidental está especializada en la producción de vino, mientras que los países de Asia y países musulmanes de África tienen una orientación claramente dirigida a la producción de uva de mesa y de pasas. En América y

países sajones de África y Australia, con un desarrollo tecnológico muy notable, el vino es la producción principal pero se alcanzan importantes logros en la producción de uva de mesa

La producción de uva de mesa también supone un capítulo importante con un total de 206.3 millones de qm, alcanzando Asia un 55.9%, Europa 17.9%, América 13.9%, África 12.1% y Oceanía 0.3%. Los principales países productores en orden decreciente son: China, Irán, Turquía, India, Egipto, Italia, Estados Unidos, Chile, Brasil.

El vino es un producto con gran posibilidad de expansión en el espacio y en el tiempo que en determinadas culturas está integrado en los hábitos de consumo y en otros casos se considera un producto novedoso y elitista en el que se intentan descubrir nuevas sensaciones.

## 1.2 CONSUMO

El vino es consumido universalmente con una aceptación muy distinta según costumbres, cultura, religión o poder adquisitivo. El consumo total de vino se sitúa en torno a unos 240 millones de hl (OIV, 2010), habiéndose observado una tendencia ligeramente creciente en los últimos años, equilibrándose el descenso producido en los países históricamente consumidores, con cifras per cápita muy altas, con el incremento producido tanto en número de consumidores y en consumo en los nuevos países en donde se va instaurando y desarrollando la afición al vino. Destaca Europa con un 65.5%, Asia 7.8%, América 21.3%, África 2.9% y Oceanía 2.5%. Los principales países consumidores en volumen total son, en orden decreciente, Francia, Estados Unidos, Italia, Alemania, China, Inglaterra, España, Argentina, Rusia, Australia.

Las cifras de consumo son menores que las de producción total con lo que nos encontramos en una situación de excedentes, estimados en unos 30 millones de hl anuales. Estos excedentes son graves cuando se presentan varios años con cosechas altas y originan problemas de mercado. La Unión Europea es el área que produce más excedentes en el mundo y ha desarrollado políticas muy costosas para eliminar estos excedentes, principalmente a base de arrancar viñedos con una subvención a los viticultores, pero en la situación de crisis actual no es previsible la continuación de estas políticas. También se han desarrollado unos planes de reestructuración y reconversión de viñedos para encaminar las nuevas plantaciones hacia la producción de los vinos más demandados por los consumidores a precios competitivos. La tipicidad es un argumento comercial importante dentro de unos productos de calidad.

Las áreas de producción son más reducidas que las de consumo y ello, unido a los frecuentes intercambios que se dan entre los propios países productores hace que el comercio internacional de vinos sea muy importante y en determinadas zonas suponga una fuente notable de entrada de divisas. En 2010 el mercado internacional se situó en 92 millones de hl, siendo los principales países exportadores Italia, España, Francia, Australia, Chile, Estados Unidos, Sudáfrica, Alemania, Argentina, Portugal. Los principales países importadores son, en orden decreciente, Alemania, Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Rusia, Holanda, Canadá, Bélgica, Suecia, Dinamarca.

### 1.3 DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN

Históricamente la exportación estaba controlada casi absolutamente por los países tradicionales europeos; en los últimos años los países del hemisferio sur y Estados Unidos ha revertido la situación logrando un importante crecimiento tanto en volumen como en valor que ha supuesto una auténtica revolución en el campo de la viticultura.

En los últimos 20 años los planteamientos a nivel mundial han cambiado drásticamente y algunos de los principios básicos de la viticultura tradicional, conceptos que aprendimos, asimilamos y hemos enseñado en las últimas décadas, se han puesto en duda tanto por el desarrollo científico y tecnológico como por los criterios económicos y de rentabilidad que impone la competitividad del mercado. La globalización (competencia, oferta, tendencias de mercado y precios, excedentes,..) es un reto que debe inducirnos a actuar para aprovechar el impulso, integrando la innovación tecnológica en la viticultura tradicional. Esta innovación implica la disponibilidad de informaciones objetivas para la toma de decisiones.

### 1.4 NUEVAS ZONAS VITÍCOLAS

El desarrollo de nuevas zonas de cultivo es un reto económico y tecnológico. Es de particular importancia la expansión de la viticultura en zonas subtropicales (Brasil, India, Venezuela,..) que permite conseguir 2 cosechas anuales o el establecimiento de viñedos en cotas muy altas en áreas con bajas latitudes para obtener productos del tipo de conseguidos en las zonas templadas.

### 1.5 CONCLUSIONES

La situación actual y la previsible exigen un

análisis de conjunto y a la vez detallado, porque la viticultura mundial tiene una problemática común y muy grave (incremento de producciones, descenso de consumo global, incremento de excedentes, políticas diferenciadas entre UE y resto del mundo,..) que en la actualidad ha sumido al conjunto del sector en una crisis muy profunda la mientras que en situaciones concretas los precios del viñedo y de las bodegas alcanzan cifras récord.

## 2. LA BÚSQUEDA DE DIFERENCIACIÓN

Hasta hace pocos años el concepto de calidad de un vino se ha basado más en el proceso de elaboración que en la uva; sin embargo la situación ha cambiado y en la actualidad se considera que la calidad del vino está determinada por la uva y su evolución durante los procesos de maduración (tipicidad y calidad, fenoles, aromas, etc.). En las últimas décadas, el concepto de calidad de los vinos ha experimentado un cambio, valorándose como factores positivos, colores intensos y frutalidad en vinos tintos, y, en general, aromas en los que predomine el carácter varietal y marquen tipicidad.

Ante la demanda de este tipo de producto se ha despertado un enorme interés hacia el estudio de la uva y más concretamente de los compuestos fenólicos y aromáticos responsables en gran medida de estas características. Al valor comercial hay que añadir el valor funcional que se ha observado en algunos compuestos fenólicos, como son los estilbenos, que gracias a su poder antioxidante suponen un valor añadido en los vinos tintos.

Las características de la producción de un viñedo dependen de los factores naturales (interrelación clima-suelo-planta) y de las modificaciones que sobre este sistema impone el viticultor con las técnicas de cultivo.

### 2.1 EL CONCEPTO DEL TERROIR

En un mundo vitícola globalizado, el concepto de *terroir* permite identificar y mantener la gran diversidad presente en la producción de vino, elemento básico en la riqueza cultural y económica de muchas regiones que además implica una mejora de la calidad y tipicidad. “El *terroir* vitivinícola es un concepto que se refiere a un espacio sobre el que se desarrolla un saber colectivo de las interacciones entre un medio físico y biológico identificable y las prácticas vitivinícolas aplicadas, que confieren las características distintivas a los productos originarios de dicho espacio. El *terroir* incluye características específicas del suelo, de la topografía, del clima del

paisaje y de la biodiversidad” (OIV, 2010).

La delimitación de las condiciones ambientales adaptadas a la producción de un vino particular hace que el *terroir* se aproxime - por razones de realidad agronómica - a la de Denominación de Origen, que garantiza la identidad de la zona geográfica y la calidad y tipicidad de los vinos.

En el mundo hay regiones vitícolas que producen mejores vinos que otras; en estas regiones hay unos años determinados que dan un vino excelente. Incluso en estos casos la producción de ciertas explotaciones vitícolas no es considerada de alta calidad. El clima y el suelo son verdaderos factores de originalidad. La desecación moderada del suelo en el transcurso de la maduración de la uva, indispensable para la obtención de un vino de calidad, es un ejemplo de las relaciones entre el clima y el suelo que determinan, en gran parte, el valor de la añada. La originalidad proviene de variables del medio natural que no son fáciles de modificar por el hombre, o de algunas técnicas particulares no generalizadas o de una compleja interacción entre los componentes del *terroir* vitícola que es difícil de exportar. La adaptación es el resultado de una serie de elecciones (variedad, portainjerto, manejo del suelo, sistema de conducción, elaboración del vino,...) orientadas hacia la expresión de las características generales de la variedad, o hacia interacciones específicas de la variedad en un medio particular.

El conocimiento del entorno es muy limitado, por más que gran parte de las zonas de producción estén incluidas en denominaciones de origen y en otras indicaciones geográficas. Hay pocos datos sobre el comportamiento de los *terroir* (geomorfología, microclima) y de las características de los suelos vitícolas en muchas partes del mundo.

## 2.2 IMPORTANCIA DE LA VARIEDAD

La variedad cultivada (genotipo) es otro de los factores determinantes de la calidad y la tipicidad del vino. Cada variedad está definida por unas características físico-químicas del fruto y del vino que determinan las peculiaridades propias y las distinguen de las demás. El equilibrio óptimo de los componentes se consigue cuando la variedad se cultiva en un medio perfectamente adaptado a sus exigencias y el ciclo vegetativo y fructífero se desarrolla en las condiciones más favorables. Cada variedad tiene unas exigencias ecológicas bien precisas aunque algunas son más plásticas que otras y tienen mayores posibilidades de adaptación. Las variedades son apátridas y no bastan para caracterizar la originalidad de un *terroir* aunque se consideran parte integrante del mismo.

El debate sobre variedades está abierto y muy vivo. Uno de los grandes problemas actuales de la viticultura mundial es la globalización varietal. En los últimos 50 años la vid cultivada ha sufrido una drástica reducción de la diversidad debido a la globalización de las empresas vitícolas y de los mercados, emergiendo aquellas variedades mundialmente cultivadas y desapareciendo muchos viejos cultivares.

Existen opiniones encontradas entre los opositores y los partidarios de la introducción de nuevas variedades en zonas clásicas de cultivo siendo un argumento clave el mantenimiento de la tipicidad de los vinos. Por supuesto cuando una región produce un vino característico, de calidad y aceptado en el mercado no tiene mucho sentido la introducción en masa de nuevas variedades, pero en la mayor parte de los casos esos condicionantes no se dan. Algunas variedades tradicionales minoritarias aportan tipicidad y peculiaridad a los vinos pero eso no es suficiente para producir un vino de calidad: hay que reconocer que las variedades mejorantes cuando se adaptan bien al medio y al cultivo pueden ofrecer unas características cualitativas superiores.

La demanda mundial de vinos varietales con reputación ha crecido en los últimos años y las variedades francesas (Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Chardonnay, Sauvignon,...) se extienden por doquier. En España el ‘Tempranillo’ ha asumido el papel de variedad emblemática y mejorante y nos muestra los puntos fuertes y débiles de esta tendencia de plantación tan expansiva (en 1985 había 33,633 has; en 2000 había 112,945 has y en 2010 la superficie era de 212,516 has). Es una variedad que produce grandes vinos en Rioja, Ribera del Duero y en regiones donde se controlen sus condiciones de crecimiento pero en terrenos fértiles y con riegos excesivos produce unos vinos mediocres (actualmente el precio de los vinos de Tempranillo en muchas zonas de España es más bajo que el de los vinos de variedades blancas de menor calidad intrínseca, a las que sustituyó).

Una variedad por sí sola no es suficiente para producir vinos con éxito en el mercado y debe estar acorde con los factores de producción. En algunos casos se han tenido resultados negativos cuando se ha introducido, sin más, una variedad y se ha cultivado y elaborado el vino siguiendo los métodos tradicionales en la zona. Es necesario conocer las exigencias peculiares de cada variedad para sacarle su aprovechamiento óptimo: algunas son de ciclo corto y de maduración precoz y en los climas más cálidos se presentan con mucha frecuencia problemas de sobremaduración que llevan a obtener vinos con mucha graduación, poca acidez y casi sin aromas, por lo que es preciso vendimiarse demasiado pronto o

alargar el ciclo vegetativo con técnicas de cultivo, lo que no siempre es posible. En general son más exigentes en agua que las variedades tradicionales mediterráneas.

La identificación de una zona geográfica con una variedad es una característica típica en vitivinicultura europea (Sangiovese-Chianti, Pinot-Borgoña, Albariño-Galicia, Riesling-Alemania) y la búsqueda de variedades emblemáticas ligadas a una región o país tiene un gran interés comercial (Malbec en Argentina, Tannat en Uruguay). En los países del nuevo mundo casi todas las variedades se plantan en cualquier zona pero es necesario encontrar las situaciones óptimas de adaptación al cultivo.

### 3. FISIOLÓGIA Y CULTIVO

Las condiciones en las que se desarrolla una plantación son únicas y no pueden repetirse ni en el espacio ni en el tiempo y hay que buscar un equilibrio entre los factores de producción que determinan las características de la uva. La vid, como cualquier otra planta, transforma energía solar en energía química mediante la fotosíntesis: el agua y la superficie foliar son los elementos determinantes de la energía solar captada y, por tanto, de la masa vegetal producida.

#### 3.1 EQUILIBRIO DEL VIÑEDO Y CALIDAD DEL VINO

La calidad final del vino depende, en parte, del proceso de elaboración y crianza, pero la obtención de buenos vinos exige, inevitablemente, disponer de uvas de calidad, objetivo básico en los países o zonas donde se venden los vinos más caros y las plantaciones resultan más rentables. Para conseguir una uva de óptima calidad se consideran ciertos principios como proceso lento de maduración, limitación del vigor de la cepa y de los pámpanos individuales y buen equilibrio superficie foliar/peso del fruto. Estas condiciones son más difíciles de aplicar en plantas con potenciales productivos altos y constituyen uno de los retos más difíciles en la viticultura moderna. La expresión vegetativa es distinta en cada situación vitícola y el objetivo para la producción de uva de alta calidad debe ser la búsqueda del equilibrio en el viñedo (rendimiento, calidad, reservas en la planta). El conjunto de técnicas de cultivo: densidad y disposición de las plantas, poda y sistemas de conducción, manejo del suelo, riego, fertilización, control fitosanitario y vendimia determinan la calidad de la uva, los rendimientos y el costo de producción, aspectos interrelacionados entre sí. El equilibrio fisiológico en una planta determina la eficacia del sistema y

para su evaluación se utilizan unos parámetros clásicos: relación de superficie foliar total (SFT) y superficie foliar expuesta (SFE), peso de uva (PU) en relación con el peso de la madera de poda (PMP) y superficie foliar total con el peso de uva. A partir del seguimiento de viñedos en varias zonas del mundo, se consideran como más adecuados los siguientes índices: SFT/SFE: 1,5-2,5, PU/PMP: 8-12, SFT/PU: 1-1,5. El control del desarrollo vegetativo es objetivo primordial; por debajo de la tercera o cuarta capa de hojas no hay luz y las hojas son parásitas del resto de la planta, causan problemas y contribuyen al desarrollo de enfermedades.

#### 3.2 SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN

El sistema de conducción define la forma externa de las plantas, la arquitectura y la distribución de los órganos herbáceos. Los sistemas de conducción a utilizar son muy variados y han evolucionado mucho en el tiempo: se tiende al cultivo en plantaciones alineadas, con calles de cierta anchura y estrechamiento de la vegetación en las líneas, que ofrecen una distribución de la vegetación menos uniforme que con plantas en cuadrado o al tresbolillo.

La necesidad de reducir los costes de cultivo obliga a la mecanización (vendimia, poda, tratamientos fitosanitarios) y estos trabajos son menos costosos cuanto más separadas están las filas, por lo que ha habido una tendencia hacia la reducción de las densidades de plantación. Con la selección y mejora del material vegetal y de las técnicas de cultivo en general se ha provocado un aumento del vigor individual de las plantas y un peor microclima luminoso en hojas y racimos con la consiguiente repercusión en la calidad del vino. La incidencia de esta evolución y su repercusión en el producto final ha sido evaluada de forma negativa por científicos especialmente europeos pero en áreas vitícolas de influencia anglosajona, con viñas vigorosas, se han adaptado con modelos distintos al esquema tradicional de espaldera o vaso dividiendo la parte aérea en dos ó más cortinas de vegetación permitiendo una mayor aireación y mejor penetración de la luz en la zona de racimos, consiguiendo una mejora importante en la calidad y cantidad de cosecha con plantas vigorosas y baja densidad por hectárea; con ello la concepción clásica de asociar viñedos de alta densidad y cepas débiles con elevada calidad de producto, y viñedos con grandes marcos y cepas vigorosas con mala calidad está cambiando.

La exposición de la vegetación cambia a lo largo del día debido al movimiento de la posición

solar: estas diferencias espaciales se acusan más en sistemas alineados en relación a sistemas en vaso y tienen aplicaciones muy significativas en la evolución diurna del estado hídrico y en las condiciones térmicas de uva en la maduración, obteniéndose, por ejemplo, evapotranspiraciones un 10% a un 20% superiores según la orientación de las filas. Por ello en zonas templadas y en las que por lo general no se riega, el sistema de conducción es un importante factor que condiciona el estado hídrico. La intensidad de la poda (número de yemas/ha) está relacionada con el sistema de conducción, con el vigor de las plantas y con el estado hídrico del suelo.

Los sistemas de conducción son muy variados y se eligen en función de las condiciones propias de la explotación. El vaso es un sistema de conducción muy interesante, siendo sus problemas principales el manejo de la vegetación en situaciones de mucho vigor y la mecanización de la vendimia. La espaldera presenta la ventaja de la mecanización, aunque supone unas inversiones más altas y precisa de suelos más fértiles o con riego; para este sistema existe una tecnología bien desarrollada con maquinaria bien conocida y experimentada que permite mecanizar totalmente la vendimia y simplifica y abarata la poda, a la vez que facilita la realización de otras operaciones aunque en parcelas pequeñas o explotaciones reducidas no es factible la amortización de la maquinaria, y la ejecución manual de varias operaciones de poda en verde provoca un costo de cultivo más elevado que en el vaso.

Otros sistemas, como los dobles cordones, son interesantes para medios muy fértiles, en que se trata de controlar el vigor individual de los pámpanos. La poda mínima, desarrollada para prescindir de las intervenciones manuales no ha tenido el desarrollo inicialmente previsto, a pesar de que se pueden conseguir buena calidad de la uva en base a compensar el gran número de frutos con el tamaño pequeño de las bayas.

Las técnicas de cultivo deben integrarse como un conjunto equilibrado y no como partes separadas o aisladas del sistema productivo.

### 3.3 RIEGO

La vid es una planta con una buena adaptación a la sequía y, por ello, el riego es una técnica muy controvertida: apenas es utilizada en ciertos países mediterráneos pero se emplea ampliamente en numerosas zonas del mundo. El agua aplicada tiene una eficiencia económica mayor que en otros cultivos y la vid es muy sensible a la salinidad; la ubicación del viñedo en muchas áreas con posible escasez de

agua en el futuro determina que este factor tenga una importancia fundamental por lo que en los últimos años se han desarrollado muchos estudios para conocer mejor los efectos del agua y optimizar las técnicas de riego. Los factores que condicionan en general el consumo de agua son: atmósfera (ETP), suelo (reserva hídrica), planta (variedad, patrón) y técnicas de cultivo, pudiendo ser muy diferentes los criterios de determinación de las necesidades hídricas del viñedo según el objetivo final perseguido.

La **dotación hídrica** requerida por la vid en las distintas regiones del mundo se encuadra dentro del siguiente rango: con más de 500 mm anuales, en general no se riega, y con menos de 300 mm de agua sí se hace, aunque estas cifras están relacionadas con la distribución estacional de las lluvias y el potencial de retención de agua del suelo. Estas dotaciones mínimas varían en función de las características medioambientales (clima y suelo) y de cultivo de cada zona, de la edad de la planta, del estado fenológico (reparto teórico del consumo de agua a lo largo del ciclo), del estado sanitario del viñedo y de la tolerancia a la sequía de cada combinación variedad-patrón.

Los **efectos del riego** en la planta pueden ser *favorables* al provocar: mayor intensidad del crecimiento vegetativo, aumento de la actividad fotosintética, mayor acumulación de reservas, adelanto en la formación de la cepa y entrada en producción, aumento del peso de cosecha, obtención de producciones más regulares, aumento de la cantidad global de azúcares por hectárea, evitación de que se produzca una parada en la acumulación de azúcares y posibilidades de bajada de la concentración de azúcares (interesante en algunas zonas).

Si el riego se aplica inadecuadamente los efectos pueden ser *desfavorables*, y generalmente se deben a que se produce un exceso de vigor con mayores riesgos de corrimiento, disminución de la fertilidad y alargamiento del ciclo vegetativo, condiciones microclimáticas del *canopy* desfavorables para la maduración (disminución de la calidad de la uva, con menor concentración de azúcares, mayor acidez, disminución de concentración de materia colorante por descenso del ratio hollejo/pulpa y, en la fase final de la maduración, se puede producir rotura de bayas y fenómenos de dilución de la pulpa) e incremento de la presión de enfermedades fúngicas.

El **objetivo general** debe perseguir que la planta disponga de un régimen hídrico en el cual no exista limitación para el desarrollo y sea adecuado para conseguir un equilibrio entre el rendimiento y la calidad. El control del estado hídrico puede realizarse directamente en la planta e indirectamente en el suelo. Se están desarrollando estrategias basadas en el riego

deficitario, cuyo objetivo es controlar el crecimiento vegetativo para conseguir vides equilibradas, mejorar la eficacia de uso del agua y la calidad del fruto y que consiste en someter a la viña a un período de estrés controlado y moderado, que generalmente se hace tras el cuajado, en que es más viable el control del crecimiento de las bayas.

## 4. VITICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta al viñedo en varios aspectos con posibles consecuencias económicas y tecnológicas, por lo que muchos productores son conscientes de la problemática y están estudiando el desarrollo de diversas alternativas. A nivel político global existen dos tipos de actuaciones para limitar el cambio climático, la mitigación (reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI) y la adaptación (medidas para reducir los impactos, riesgo de daños y la vulnerabilidad al cambio climático). Es indudable que el sector vitivinícola debe limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir a la mitigación del cambio climático.

### 4.2 LA HUELLA DEL CARBONO

La huella de Carbono es la medida de la cantidad de Gases Efecto Invernadero (GEI) que son liberadas a la atmósfera en la actividad de producción y comercialización de un producto. La evaluación es compleja porque en los procesos intervienen muchos y variados factores y mide la eficiencia energética de los procesos de producción, lo que permite una adaptación técnica de mejora de los mismos y cumple un papel de concienciación para los productores y empresarios.

Existen diversas iniciativas, privadas y públicas, para establecer protocolos de medición de las emisiones de GEI. Estos protocolos están imponiéndose en muchos casos desde el sector de la distribución a distintos productos agroalimentarios, entre los cuales encontramos el vino. Todos los protocolos o herramientas desarrollados, tanto públicos como privados, se basan, con mayor o menor fidelidad en las normas ISO 14000 y más concretamente en la ISO 14044 e ISO 14064. En este contexto, una nueva norma ISO 14067 debería ver la luz a finales de 2011. Esta norma pretende sentar unas bases generales del cálculo de la huella de carbono del producto.

A día de hoy, dos países, Francia y Reino Unido, a través de sus agencias de medioambiente y de normalización, respectivamente, han desarrollado

sendos protocolos para el cálculo de las emisiones de gases con efecto invernadero. El protocolo francés, "Bilan Carbone", está más centrado en el cálculo de las emisiones de sistemas complejos, como pueden ser regiones o municipios y ya ha sido implementado tanto a zonas vitícolas (Denominaciones de Origen) como a bodegas particulares. El Protocolo británico, "PAS 2050", se centra en el cálculo de la llamada huella de carbono del producto y basa todo su cálculo en el ciclo de vida de un determinado producto. Aunque todavía no hay una declinación del mismo específica para el sector vitivinícola, el mercado británico, fuerte importador de vinos, ve cada día más cerca una implementación obligatoria para todos los productos. En paralelo a estas iniciativas nacionales, se ha desarrollado dentro del sector productor de vino, una iniciativa privada, el IWCCP (International Wine Carbon Calculator Protocol): este protocolo, basándose en parte en las especificaciones del PAS 2050, propone un calculador específico al sector vitivinícola.

La falta de armonización de filosofías y criterios de cálculo, así como la no consideración de algunas de las peculiaridades del sector vitivinícola, ha llevado a la OIV a desarrollar un protocolo armonizado. Dicho Protocolo se estructura en dos elementos, PE (Protocolo de Empresa) y PP (Protocolo de Producto) procurando, en el primer caso, aportar una herramienta de trabajo a las empresas para que analicen su sistema de producción e intenten limitar sus emisiones y, en el segundo, crear un sistema de cálculo de la llamada "huella de carbono" del producto. El Protocolo analiza, bajo la perspectiva del marco de trabajo y responsabilidad de la empresa y del ciclo de vida del producto, las distintas emisiones de GEI que acaecen. Establece, para cada una de ellas, las bases y los límites de cálculo, dilucidando así las atribuciones de las mismas e integrando aspectos propios del sector vitivinícola no considerados en muchos de los protocolos existentes.

### 4.3 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las circunstancias climáticas de las regiones vitícolas son muy diferentes: existen regiones hoy limitadas o muy condicionadas para el cultivo de la vid (zonas relativamente frías, con excesos de precipitación, etc.) que con el cambio encontrarán una situación más favorable. Las zonas de viñedo que más preocupan son aquellas que se podrían ver negativamente afectadas por la elevación de las temperaturas y por un aumento del déficit de agua durante el período activo de la vid. En ocasiones se plantea el interés en trasladar las zonas de cultivo de la vid

a situaciones más frescas, jugando con la latitud y la latitud pero estos desplazamientos implican grandes costes económicos y sociales.

En las plantaciones de zonas cálidas, serían más convenientes valles frescos o terrenos con laderas expuestas de norte a este, tratando de evitar las laderas de exposición a mediodía y poniente que acentúan las altas temperaturas. Las orientaciones de las filas del viñedo se pueden desviar hacia el este con N-S +20°, N-S + 30° o más, para exponer menos la cara durante la tarde que resulta más calurosa, con menor higrometría y con las hojas con un estado hídrico más desfavorable.

Los patrones más convenientes son los más tolerantes a la sequía, vigorosos y con tendencia a alargar el ciclo de la planta. Las variedades deben estar bien adaptadas a excesos de insolación y temperatura y, a ser posible, a la sequía; en la mayor parte de los casos las de ciclo corto y maduración tardía ocasionarán más problemas. Las estrategias de cultivo del viñedo deben de ir dirigidas a atenuar tanto los efectos de la radiación y de las altas temperaturas en hojas y racimos, como los del déficit hídrico y las consecuencias negativas del mismo. El clima también afecta a las plagas y las enfermedades y a los pesticidas usados para controlar o prevenir la aparición de plagas. En un clima distinto al actual y cambiante, las plagas podrían volverse más activas todavía y los agricultores tendrían que usar aún más productos químicos para combatirlos (incluso a pesar de las técnicas alternativas que se están desarrollando) y esto tendría enormes costes ambientales y de salud.

En todos los casos los escenarios de cambio climático implican la necesidad de aumentar considerablemente los aportes de agua para el regadío. Esta estrategia presenta problemas puesto que la disponibilidad de agua a bajo coste es cuestionable debido a la hidrogeología y a la competencia entre usuarios. La posibilidad de aumentos en la superficie regada, en el caso de haber agua disponible, también está determinada por consideraciones económicas y sociales.

En la figura 1 se presentan las diversas medidas de adaptación propuestas que tienen efectos más o menos marcados en la solución de los inconvenientes y que, a su vez, tienen niveles distintos de posibilidades de aplicación o de costes.

## 5. DESARROLLO DE LA MEJORAGENÉTICA E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Las variedades cultivadas presentan una gran variabilidad tanto fenotípica como genotípica, debida

tanto a su origen múltiple, como a su expansión en diversos ambientes de cultivo y su mantenimiento mediante multiplicación vegetativa.

Según distintos autores, y en base a fósiles localizados en diversas situaciones, el género *Vitis* actual estuvo prefigurado desde fines de la era terciaria por viñas extendidas por todo el Hemisferio Norte. Todas las especies del género conocidas hoy con igual dotación cromosómica pueden cruzarse entre sí con total facilidad, y los híbridos F1 resultan vigorosos y fértiles. Realmente, y antes que una auténtica especie, cada población vitícola morfológicamente separable representa una ecoespecie (Rives, 1971), un grupo determinado por la adaptación a un medio. Dentro de los 2 subgéneros creados por Planchon (*Muscadinia* y *Euvitis*) existen grandes diferencias anatómicas y morfológicas que los caracterizan; el número de cromosomas es  $2n=40$  en *Muscadinia* y  $2n=38$  en *Euvitis*. Las tres especies morfológicas del subgénero *Muscadinia* se encuentran aisladas en las zonas calientes y templadas de América del Norte y las especies morfológicas del subgénero *Euvitis* están ampliamente extendidas en los dos troncos americanos y euroasiático, agrupándose en función de tipos climáticos. Estos tres grandes grupos corresponden a los centros de origen que constituyeron los refugios de la época cuaternaria:

- **Grupo de Asia Oriental**, con más de quince especies de reducida importancia en la viticultura actual.

- **Grupo Americano**, constituido por más de veinte especies, de las cuales *V. labrusca* se cultiva en el Este de los Estados Unidos (en realidad son híbridos de *V. labrusca* y *V. vinifera*, como por ejemplo las variedades Concord o Isabella). Otras especies, entre las que cabe destacar *V. rupestris*, *V. riparia* y *V. berlandieri*, han intervenido en la constitución de portainjertos lo que permitió superar la crisis filoxérica que arrasó los viñedos europeos en la segunda mitad del pasado siglo XIX.

- **Grupo Europeo**, está constituido por una sola especie, la *Vitis vinifera* L., y a ella pertenecen prácticamente la totalidad de las vides cultivadas por sus frutos en el mundo. Su origen se sitúa en la zona que va de la extremidad occidental de la cadena del Himalaya a la zona del Cáucaso. Su extensión en Europa parece haber seguido dos caminos en dos momentos distintos. Como especie, llevó a cabo una colonización natural a partir de su centro de origen, con posteriores recolonizaciones a partir de refugios secundarios en las penínsulas mediterráneas (Balcánica, Itálica, Ibérica) dependiendo de las épocas de glaciación y pos glaciación y la importación para el cultivo hecha por el hombre domesticándola ini-



cialmente en las montañas del norte del actual Irán y posteriormente conforme la cultura del vino se fue transmitiendo de Este a Oeste, en distintos focos de la cuenca mediterránea. Como consecuencia, en la actualidad en esta especie se identifican dos formas, una forma silvestre, la *Vitis vinifera* subespecie *sylvestris*, cuyas poblaciones muy reducidas se localizan todavía en bosques de ribera y que son plantas dioicas y una forma cultivada, la *Vitis vinifera* subespecie *sativa*, que agrupa a las variedades cultivadas. Las vides cultivadas proceden de las selecciones originales del hombre a partir de poblaciones naturales originales y la gran diversidad genética que presentan indica que los genotipos actuales tienen toda una historia de hibridación espontánea entre variedades cultivadas y posiblemente también con formas silvestres. Además, las variedades actuales son el resultado de un proceso secular de propagación por multiplicación vegetativa a lo largo del cual han ido acumulando sucesivas mutaciones que originan variabilidad dentro del mismo genotipo varietal.

Olmo (1979) indica que, a medida que se fueron introduciendo materiales de *V. vinifera* L. fuera de sus hábitat del viejo mundo, se produjeron hibridaciones naturales con lambruscas de otras especies, habiéndose extraído más tarde algunos materiales de interés para el cultivo y mejor adaptados a las nuevas condiciones ecológicas. Así surgieron híbridos vinífero-americanos a lo largo de la costa atlántica de EE.UU. como plantas silvestres de semilla que resultaron interesantes para su explotación (caso de los cultivares Alexander, Concord, Delaware, entre otros). A partir del s. XIX, el conocimiento del proceso reproductivo en plantas, permite abordar la aparición de la filoxera con la generación masiva de cruzamientos dirigidos con el fin de obtener diversos híbridos con especies americanas resistentes a esta plaga. Además, los cruzamientos entre variedades de *V. vinifera* han permitido obtener algunos individuos interesantes (Garnacha tintorera o Alicante Bouschet, Ruby Cabernet, Pinotage, Italia, etc.) pero, en uva de vinificación, ha habido un escaso desarrollo de nuevas variedades, en comparación con otras especies, fundamentalmente por la lentitud del proceso, por el hecho de que dada su elevada heterocigosidad nunca se puede recuperar la variedad original y la dificultad que conlleva la introducción de nuevas variedades de vinificación en un mercado muy tradicional a nivel varietal como es el de los vinos. No ha ocurrido así en el de la uva de mesa en el que se producen nuevas variedades apirenas a un buen ritmo desde mediados del siglo pasado.

Por otra parte, en variedades de vinificación, a partir de la segunda mitad del s. XX la mejora

se realizó a partir de la selección clonal dentro de las variedades-población que ha tenido una amplia expansión desde la década de los 70 en el s. XX. Esta mejora explota la variación somática que de forma espontánea ha aparecido y se ha acumulado en las variedades de uso más extendido a lo largo de décadas o siglos de cultivo. En los países más tecnificados, la utilización casi exclusiva de material clonal seleccionado (un número limitado de clones homogéneos en cada variedad) en las nuevas plantaciones está provocando una importante erosión genética con pérdida de tipos interesantes y de la diversidad genética intravarietal.

El desarrollo de biología molecular en la segunda mitad del s. XX ha abierto nuevas perspectivas para la mejora de las variedades tradicionales gracias a que permite acelerar el conocimiento de la estructura genética de algunos caracteres de interés mediante el uso de marcadores moleculares, como los microsátélites o más recientemente los SNPs. Estos marcadores han permitido identificar, distinguir y autenticar las variedades y caracterizar los recursos genéticos silvestres. También han facilitado el seguimiento de los cruzamientos entre variedades de los grupos *Euvinis* ( $2n=38$ ) con variedades de *Muscadinea* ( $2n=40$ ), que presentan óptimas condiciones de resistencia o inmunidad a nematodos ectoparásitos, como *Xiphinema*, o a la filoxera y la selección eficiente de híbridos que planteaba mayor dificultad con la mejora genética clásica debido a su supervivencia. La identificación de los genes responsables de caracteres de interés agronómico permite pensar además en la posibilidad de introducción de estos genes en las variedades tradicionales mediante ingeniería genética. Sin embargo esta estrategia está limitada a aquellos caracteres de control monogénico y es muy difícil que sea aceptada por los consumidores en la actualidad.

Pero realmente lo que ha marcado un hito en el desarrollo de la viticultura del futuro es la secuenciación del genoma de la vid. En julio 2005 se firmó un acuerdo franco-italiano y en agosto de 2007 se publicó una primera versión del genoma de una línea casi homocigótica derivada de la variedad Pinot Noir, que incluye 30.434 genes (Jaillón et al., 2007). El mismo año, se publicaba también la secuencia de la variedad Pinot Noir consecuencia de un proyecto financiado por el Gobierno del Estado de Trento en Italia (Velasco et al., 2007). Las perspectivas que ofrece son muy importantes en dos grandes aspectos: 1) el desarrollo de tecnología con aplicaciones en viticultura; 2) el desarrollo de información completa sobre la información contenida en el genoma de la vid y conforme se vayan secuenciando los genomas

de nuevas variedades en lo que podríamos llamar el metagenoma de la especie. En el primer apartado, se están desarrollando o se han desarrollado paneles de miles de marcadores SNPs para la identificación y el análisis genético o paneles de sondas para el análisis de la expresión conjunta de todos los genes de la vid. Estas herramientas permiten conocer rápidamente las relaciones existentes entre las distintas variedades o valorar el estado fisiopatológico de una planta en la viña.

Por otra parte, la información disponible en la secuencia del genoma representa el punto de partida para conocer los genes que participan en la respuesta de la vid a distintas condiciones ambientales o a distintos patógenos. Por ejemplo en el estudio del efecto del cambio climático (acortamiento del ciclo vegetativo, precocidad de los estados fenológicos, desplazamiento del ciclo hacia los periodos cálidos del verano) el conocimiento del conjunto de los genes de la viña permitiría abordar de manera completa cuales son los genes implicados en la composición en azúcares, ácidos, polifenoles y aromas y como se modula la expresión de estos genes en el transcurso del desarrollo normal de una baya en respuesta a un estrés; además, la información de la secuencia genómica en distintas variedades y su comparación con el distinto comportamiento fenotípico puede permitir también identificar cuáles son las variantes génicas naturales responsables de la mejor adaptación a las nuevas condiciones climáticas que pueda observarse en algunas variedades o clones.

De la misma manera se puede abordar el estudio de otros caracteres complejos como la resistencia a enfermedades, con el fin de disminuir o eliminar la cantidad de pesticidas aplicados en el cultivo. En este sentido, la creación de nuevas variedades resistentes derivadas a partir de cruzamientos con especies resistentes puede verse favorecida de forma muy eficiente por los miles de marcadores que ofrece la genómica para seguir cada región cromosómica en las descendencias e identificar aquellos híbridos resistentes con mayor componente de genoma de vinífera que se van produciendo en generaciones sucesivas.

Finalmente, la identificación de genes de resistencia en la propia *Vitis vinífera* o en especies muy próximas del género *Vitis* podría permitir la introducción de estos genes en las variedades cultivadas mediante técnicas de ingeniería genética que generarían plantas portadoras de variantes génicas del mismo género o de la misma especie y que por lo tanto habrían de denominarse cisgénicas en lugar de transgénicas dado que no suponen la movilización de material genético entre especies no hibridables

genéticamente. Esta estrategia puede abrir nuevas posibilidades de mejora de las variedades tradicionales, dado que la introducción de un número discreto de variantes génicas no alteraría en principio el genotipo puramente varietal.

## **6. MIRANDO AL FUTURO**

### **6.1 COSTES DE CULTIVO**

La viticultura es una actividad económica y el acceso a los beneficios se puede afrontar de dos maneras diferentes: en situaciones con potencial vegetativo pequeño los bajos rendimientos deben compensarse con altos precios de la uva, mientras que en condiciones de alta productividad la explotación puede ser suficientemente rentable con precios más bajos; pero se trata de dos sistemas vitícolas diferentes y es difícil una utilización ambivalente: un tipo de uva sirve solo para un determinado vino.

La globalización y la competitividad han estimulado la adaptación de las tecnologías. Hay un interés general por la mecanización del cultivo si bien se aborda desde planteamientos diversos; el punto básico es la escasez y la carestía de la mano de obra, agravada en determinadas zonas o épocas críticas, pero también es importante el aumento de la productividad y eficiencia y la facilidad del trabajo que contribuyen a mejorar el rendimiento económico de la explotación. Las dos operaciones que necesitan más mano de obra son la vendimia y la poda, disponiendo para su ejecución de diversas soluciones y equipos eficaces; los esfuerzos se han dirigido también a facilitar la ejecución de las otras técnicas culturales para conseguir una uva más barata y de calidad. El esfuerzo innovador se ha centrado principalmente en la solución de los problemas más acuciantes en el entorno próximo y, posteriormente expandir la maquinaria a otros mercados. En los países más tecnificados el sistema de cultivo más utilizado es la conducción vertical ascendente (espaldera) para el que existen muchas soluciones de mecanización a nivel mundial.

### **6.2 SOSTENIBILIDAD Y PAISAJES VITÍCOLAS**

La viticultura depende directamente de recursos naturales como la energía solar, el agua o el suelo; su éxito viene determinado por la integración de las técnicas de cultivo en los procesos naturales del ecosistema donde se desarrolla la viña. La protección y la conservación del medio natural mediante prácticas de desarrollo sostenible son imprescindibles para asegurar la viabilidad a largo plazo de las actividades

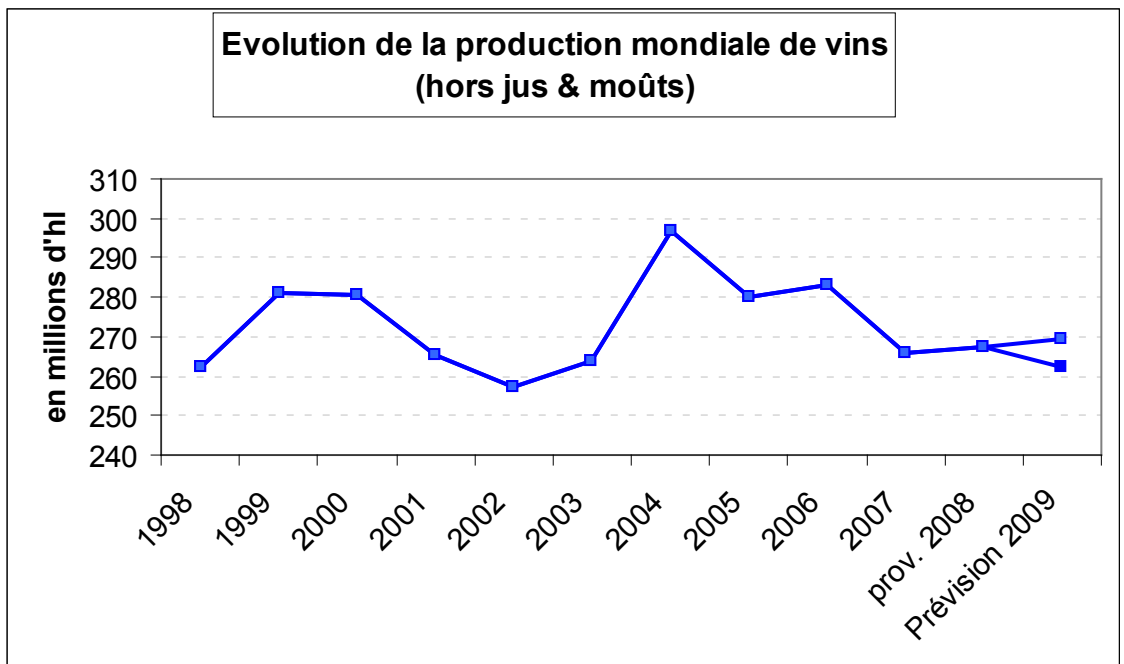
del sector vitivinícola.

Según la resolución CST 1/2004 de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), la viticultura sostenible se define de la siguiente forma: “Enfoque global de los sistemas de producción y transformación de las uvas, asociando a la vez la continuidad económica de las estructuras y de los territorios, la obtención de productos de calidad, la consideración de las exigencias de una viticultura de precisión, de los riesgos vinculados al medio ambiente, a la seguridad de los productos y la salud de los consumidores, y la valoración de los aspectos patrimoniales, históricos, culturales, ecológicos y paisajísticos”.

La producción integrada y la producción ecológica, que cuentan con normativas específicas, e incorporan a la denominada viticultura convencional el concepto de sostenibilidad. Sin embargo, estos modelos de producción no asumen específicamente entre

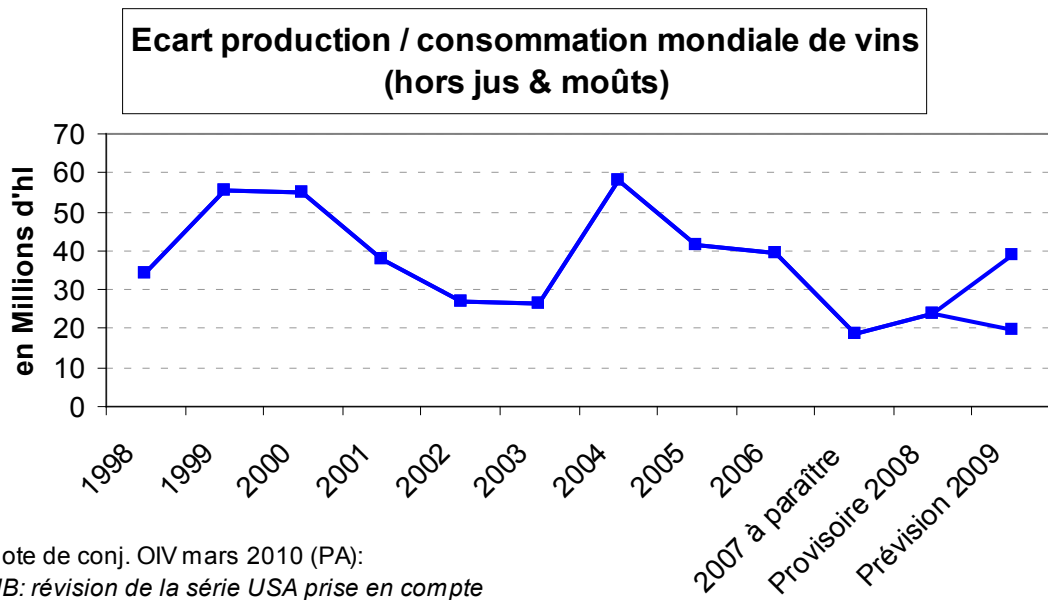
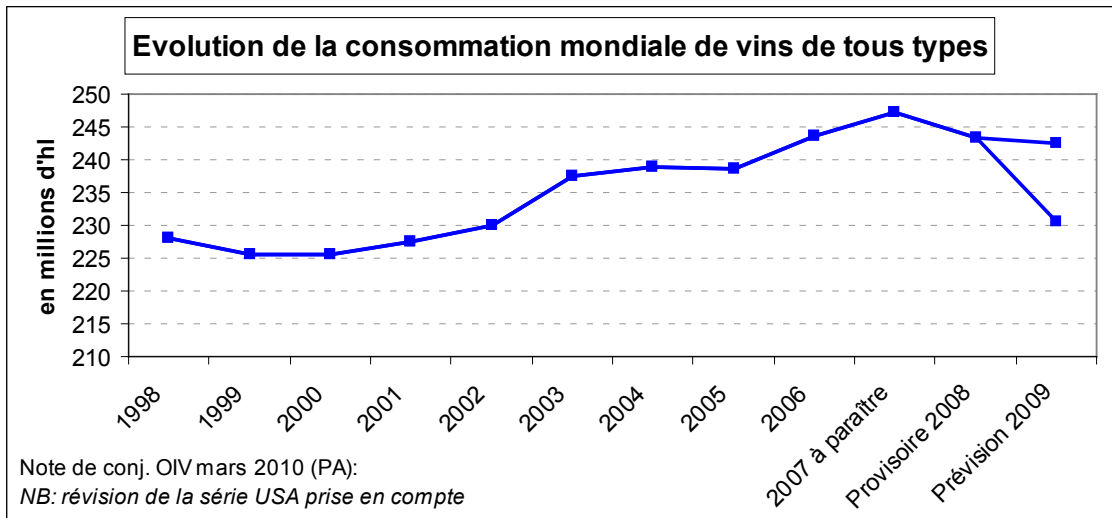
sus objetivos, como lo hace la viticultura sostenible, el mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas o la preservación y valorización de los paisajes vitícolas. El desequilibrio biológico inducido por los clásicos calendarios de tratamientos con productos pocos selectivos y el desarrollo o agravamiento de nuevas plagas y enfermedades hace que la defensa fitosanitaria se plantee con nuevos principios más respetuosos.

La Resolución CST 1/2008 de la OIV (Guía de la OIV para una viticultura sostenible: producción, transformación y acondicionamiento de productos) ofrece una base de referencia para la puesta en marcha o actualización de normativas nacionales o regionales en los estados miembros, sobre los aspectos medioambientales de la viticultura sostenible y las recomendaciones para la aplicación del concepto de desarrollo sostenible a cada una de las técnicas de producción vitivinícola.



continua...

continuação



continua...

continuação

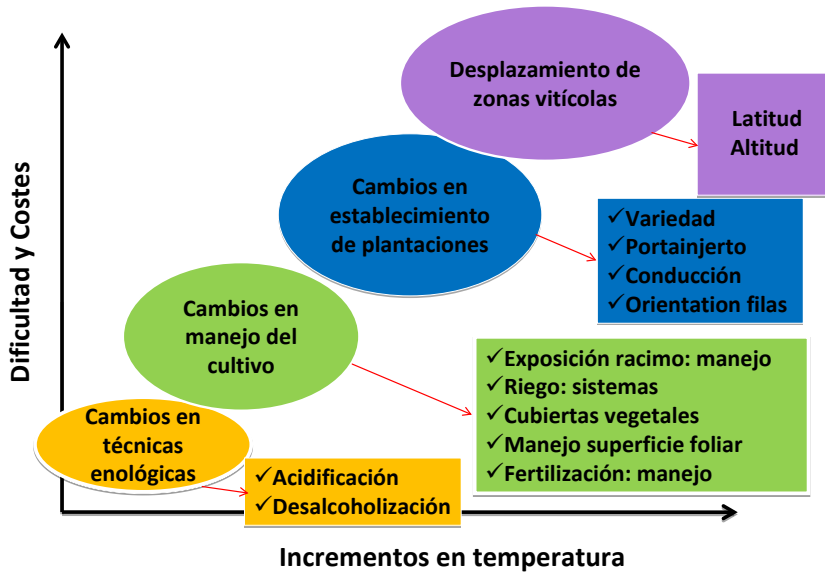
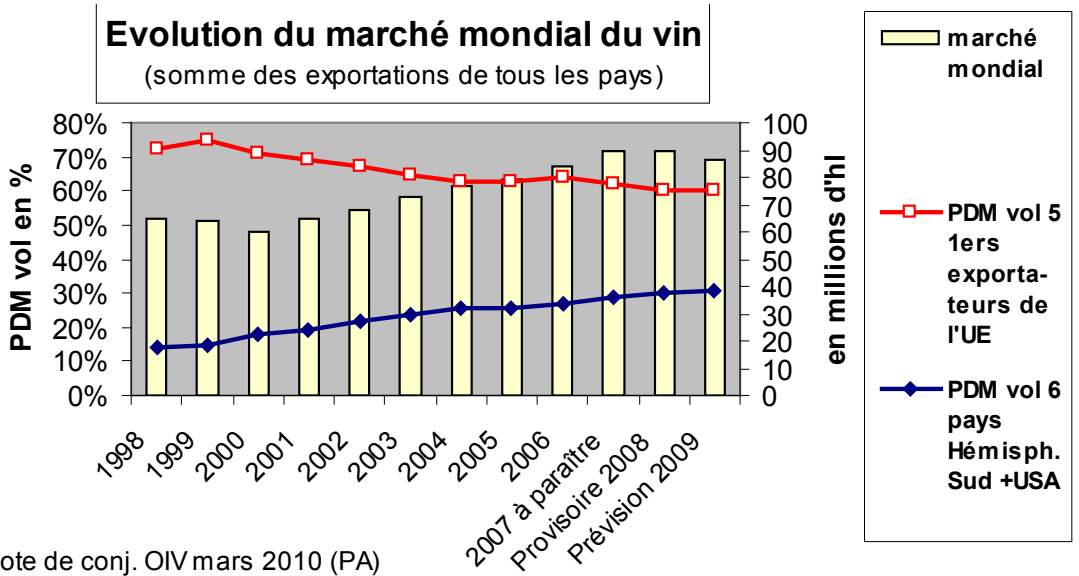


FIGURA 1- Medidas de adaptación propuestas para el viñedo (Fuente: ARUANI, 2010; CAHILL, 2008.)