

VECTORES DE LA ENFERMEDAD DE PIERCE

Blas Enrique Díaz Ortiz
INIFAP – CIRNO - Campo Experimental Costa de Ensenada
Ensenada, Baja California
Tel. (646) 177 04 45
e-mail: cecoen2@microsol.com.mx

RESUMEN

La Costa de Ensenada es la principal zona productora de vinos del país, con una superficie con vid de 3,105 has bajo riego y 1,256 de temporal, representando una actividad socioeconómica preponderante del sector agrícola en la zona. En 1995 se detectó en la vid, la enfermedad de Pierce causada por la bacteria *Xylella fastidiosa* y tres años después, se encontró en otros valles vitícolas de la zona. Considerando la potencialidad destructiva de esta enfermedad y dado que ésta se disemina a través de insectos nativos y exóticos.

Actualmente el INIFAP – CECOEN, realiza estudios en las zonas urbanas de los municipios de Tijuana y Tecate para la detección de *Homoladisca coagulata*. Esto mismo, más la dinámica poblacional de los insectos vectores se realiza en los Valles de Guadalupe, Las Palmas y Santo Tomás.

Los insectos capturados en orden de importancia por el tamaño de su población son: la chicharrita cabeza roja *Carneocephala fulgida*, la chicharrita verde-azul *Graphocephala atropunctata*, la chicharrita verde *Draeculacephala minerva* y *Homoladisca lacerta*. Las tres primeras capturadas tanto en redeos como en las trampas amarillas con adherente, mientras que la última solo en trampas amarillas. Se encuentran poblaciones altas solo de las chicharritas cabeza roja y verde- azul, mientras que de las restantes solo se encontraron en forma mínima. Las poblaciones de las principales, durante los meses de febrero a mediados de mayo son bajas, pero desde finales de este mes hasta septiembre se incrementaron, alcanzando niveles de hasta 162 y 17 individuos/25 redadas, mientras que en las trampas amarillas se han capturado en rango de 8 a 69 insectos, siendo estas capturas solo cuando se realizan cortes de alfalfa en lotes adyacentes; mientras que de las dos especies restantes solo se han observado en rangos de 1 a 26 insectos por trampa.

Los únicas plantas hospederas de estos vectores son zacate grama, zacate de agua, alfilerillo y manzanilla especialmente en zonas húmedas, en el resto de las plantas no fueron detectados estos insectos en redeos ni inspecciones visuales, cabe aclarar que el principal hospedero es el zacate grama y una combinación de esta planta con zacate de agua en lotes de

alfalfa. En la vegetación nativa del arrollo Guadalupe y laderas de cerros cercanos a cultivos de vid, solo se encontró a *Carneocephala fulgida* en zacate grama, y en las trampas amarillas se detecto a *Graphocephala atropunctata* y *Homoladisca lacerta*.

En plantas de ornato, tanto establecidas en los jardines como en un viveros de producción de plantas, solo se encontró *Homoladisca lacerta*.

INTRODUCCIÓN

La vid es el principal frutal que se cultiva en el DDR 001 Ensenada, con una superficie de 3, 105 hectáreas de riego y 1,256 de temporal. Cultivadas por 187 productores y generando alrededor de 314,000 jornales directos, más su efecto multiplicador en el manejo y comercialización de la uva para mesa, así como en la industria de la vinificación; siendo la Costa de Ensenada la principal zona productora de vinos de México, los cuales son de características y prestigio internacional.

En 1995 se detecto en la zona la Enfermedad de Pierce, ocasionada por la bacteria *Xylella fastidiosa*, esta enfermedad es progresiva y que finalmente elimina plantas y viñedos completos en un periodo de dos a tres años; la bacteria bloquea el xilema y la síntomas se observan en las plantas, cuando parte de este sistema conductor se encuentra interrumpido por el desarrollo de este patógeno; de esa manera las margenes de las hojas presentan tonalidades rojas y amarillas de acuerdo a las variedades infectadas, de acuerdo al desarrollo de la enfermedad las hojas mueren y se tornan de color café, desprendiéndose de la planta dejando el peciolo adherido a la planta.

La bacteria causante de esta enfermedad es transmitida por chicharritas nativas de la familia Cicadellidae, siendo estas la chicharrita cabeza roja *Carneocephala fulgida*, la chicharrita verde *Draeculacephala minerva* y la chicharrita verde-azulada *Graphocephala atropunctata*, así también *Homoladisca lacerta*, pero la principal especie vectora es *Homoladisca coagulata*. Las dos primeras son consideradas los vectores más importantes en el valle central en California.

Pero en el sur de California, en el área de Temecula, donde los viñedos han sido afectados notablemente por esta enfermedad, y han sido eliminados lotes completos y parte de la superficie esta infectada significativamente por esta bacteria, el principal vector es la chicharrita de alas cristalinas *Homoladisca coagulata*, la cual es originaria del sureste de de los Estados Unidos y reportada por primera vez en California en 1990, y que es muy eficaz en la transmisión de esta bacteria.

Las chicharritas de cabeza roja y la verde, comúnmente se encuentran y reproducen en zacate bermuda y malezas anuales, e inciden en la vid en forma esporádica y accidental; en

California se presentan tres generaciones al año, sobreviviendo el invierno como adultos e iniciando su reproducción en los meses de febrero a marzo.

La chicharrita verde azulada en general solo presenta una generación anual en California, pero en algunas zonas pueden desarrollarse dos generaciones. Esta chicharrita es la que se ha encontrado más abundantemente en los viñedos y tiene como preferencia hospederos de tipo leñoso o bien plantas perennes. Siendo la principal especie nativa de las chicharritas como vector de la bacteria causante de la enfermedad de Pierce en 'areas costeras.

La chicharrita de alas cristalinas, es considerada el vector clave en la diseminación de esta enfermedad, tiene un alto número de hospederos, entre los que se encuentran como principales cítricos, aguacate y laurel.

Tomando en cuenta la importancia de la vitivinicultura de la zona a nivel local y nacional, así como la potencialidad destructiva de esta enfermedad, que incide ya en la zona, y considerando que la diseminación de la bacteria causante de esta enfermedad es a través de insectos ya identificados, El Campo experimental Costa de Ensenadas, realiza estudios del comportamiento de los insectos vectores nativos y de detección de la chicharrita de alas cristalinas, a fin

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron durante el ciclo 2001 en el Valle de Guadalupe, y durante el 2003 en este valle y en los de Santo Tomás y Las Palmas, así como en las áreas urbanas de las ciudades de Tijuana y Tecate. Estableciéndose sitios para la toma de datos en lotes comerciales de vid y áreas adyacentes con cítricos y laurel, viveros, parques públicos, áreas verdes, jardines de casas, lotes de alfalfa infestados con grama y en los márgenes del arroyo Guadalupe en vegetación natural. Estos sitios se georeferenciaron mediante GPS y se ubicaron en una imagen de satélite donde se actualiza cada 15 días datos de los vectores que inciden en cada sitio así como la evolución de sus poblaciones y observaciones al respecto. En cada sitio, se instalaron trampas cromáticas de 10 x 20 cm. sostenidas en un poste o bien colgadas en las plantas de vid, de árboles y arbustos; se hicieron monitoreos con red entomológica, e inspecciones visuales directas. En laboratorio fue cuantificado el número de insectos por vector capturados, utilizándose un estereoscopio de 20 aproximaciones, llevándose un registro del magnitud de las poblaciones.

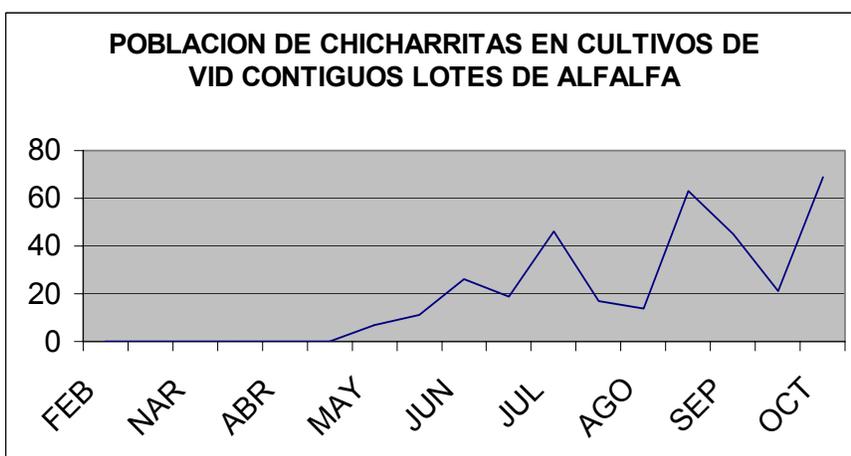
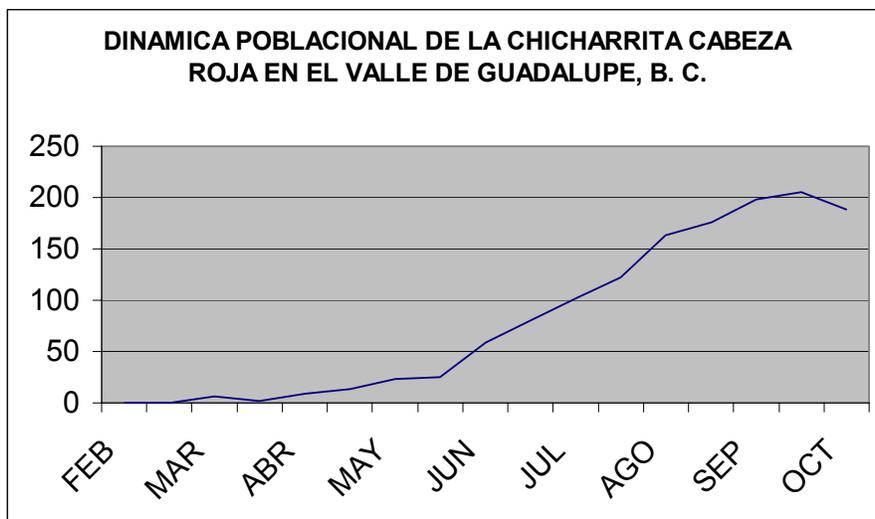
Insectos vectores

Tanto en las trampas amarillas como en los redeos, los insectos capturados en orden de

importancia por el tamaño de su población son: la chicharrita cabeza roja *Carneocephala fulgida*, la chicharrita verde-azul *Graphocephala atropunctata*, la chicharrita verde *Draeculacephala minerva* y *Homoladisca lacerta*; las tres primeras capturadas tanto en redes como en las trampas amarillas con adherente, mientras que la última solo en trampas amarillas. La chicharrita de alas cristalinas *Homoladisca coagualta*, no se detecto en la zona.



Se encontraron poblaciones altas solo de las chicharritas cabeza roja y azul-verde, mientras que de las restantes solo se encontraron en forma mínima. Las poblaciones de las principales, durante los meses de febrero a mediados de mayo fueron bajas, pero desde finales de este mes hasta septiembre se incrementaron, alcanzando niveles de hasta 207 individuos/100 redadas, esto en áreas de las márgenes de lotes de alfalfa y áreas de alta humedad, como cercanas a estanques, pozos e hidrantes de riego; para en el mes de octubre tender a declinar las poblaciones. Mientras que en las trampas amarillas se capturaron en un rango de 8 a 69 insectos, siendo los niveles superiores de capturas dentro de los lotes de vid, coincidentes al corte de alfalfas, mientras que de las dos especies restantes solo se han observado en rangos de 1 a 6 insectos por trampa.



En el Cuadro 1, se muestra un listado de malezas, en relación a la incidencia de los insectos vectores, indicándose si fue positiva o negativa la presencia de los vectores en las plantas; las únicas plantas donde se encontró a los vectores fueron zacate grama, zacate de agua, alfilerillo y manzanilla especialmente en zonas húmedas, en el resto de las plantas no fueron detectados estos insectos ni en redes ni inspecciones visuales, cabe aclarar que el principal hospedero es el zacate grama y una combinación de esta planta con zacate de agua en parcelas de cultivo de alfalfa.

Cuadro 1.- Incidencia de los vectores de la enfermedad de Pierce en malezas.

HOSPEDEROS		<i>Carneocephala fulgida</i>	<i>Draeculacephala halia Minerva</i>	<i>Graphocephala atropunctata</i>	<i>Homoladisca lacerta</i>	<i>Homoladisca Coagulata</i>
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
Alfilerillo	<i>Erodium cicutarium</i>	+	-	-	-	-
Cadillo	<i>Xanthium strumarium</i>	-	-	-	-	-
Chamizo rodador	<i>Salsola australis</i>	-	-	-	-	-
Chual apestoso	<i>Chenopodium murale</i>	-	-	-	-	-
Chual blanco	<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-
Estafiate	<i>Coronopus didymus</i>	-	-	-	-	-
Gloria de la mañana	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	-	-	-	-
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	-	-
Hierba mora	<i>Solanum</i>	-	-	-	-	-
Lechuguilla	<i>sarrachooides</i>	-	-	-	-	-
Lechuguilla	<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	-	-
Lechuguilla	<i>Sonchus asper</i>	+	-	-	-	-
Malva	<i>Sonchus oleraceus</i>	-	-	-	-	-
Manzanilla	<i>Malva parviflora</i>	-	-	-	-	-
Mostaza	<i>Matricaria matricaroides</i>	-	-	-	-	-
Mostacilla	<i>Brassica nigra</i>	-	-	-	-	-
Oreja de mula	<i>Sisymbrium irio</i>	-	-	-	-	-
Oreja de ratón	<i>Wyethia helenoides</i>	-	-	-	-	-
Rabanillo	<i>Sida hederacea</i>	-	-	-	-	-
Quelite	<i>Raphanus sativus</i>	-	-	-	-	-
Quelite	<i>Amaranthus albus</i>	-	-	-	-	-
Toloache	<i>Amaranthus</i>	-	-	-	-	-
Toloache	<i>retroflexus</i>	-	-	-	-	-
Tomatillo	<i>Amaranthus</i>	-	-	-	-	-
silvestre	<i>hybridus</i>	+	+	+	-	-
Trompillo	<i>Datura meteloides</i>	+	+	+	-	-
Verdolaga	<i>Datura stramonium</i>					
Zacate de agua	<i>Physalis spp</i>					
Zacate grama	<i>Solanum eleagnifolium</i>					
	<i>Portulaca oleracea</i>					
	<i>Echinochloa crusgalli</i>					
	<i>Cynodon dactilon</i>					

En cultivos, se encontraron insectos vectores directo sobre el cultivo exclusivamente en alfalfa, mientras que en los cultivos de olivo y cítricos solo se detectaron en las trampas amarillas adhesivas (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Incidencia de los vectores de la enfermedad de Pierce en cultivos

HOSPEDEROS		<i>Carneocephala fulgida</i> *	<i>Draeculacephala halia Minerva</i>	<i>Graphocephala atropunctata</i> **	<i>Homoladisca lacerta</i> **	<i>Homoladisca Coagulata</i>
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	+	+	-	-	-
Cítricos	<i>Citrus spp</i>	+	+	+	+	-
olivo	<i>Olea europaea</i>	-	-	-	+	-

En la vegetación nativa en la zona del arrollo Guadalupe y cerros cercanos a los lotes de vid, solo se encontró en redeo e inpección directa de la planta a *Carneocephala fulgida* en zacate grama, pero en las trampas amarillas se detecto a *Graphocephala atropunctata* y *Homoladisca*

lacerta, aunque en muy baja incidencia, cabe aclarar que los dos últimos años la incidencia de lluvia ha sido muy baja y puede ser un factor en la disminución de las poblaciones, ya que la literatura reporta que la población de los insectos vectores disminuye a medida que la vegetación presenta estrés hídrico (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Incidencia de los vectores de la enfermedad de Pierce en vegetación natural.

HOSPEDEROS		<i>Carneocephala fulgida</i> *	<i>Draeculacephala minerva</i>	<i>Graphocephala atropunctata</i> **	<i>Homoladisca lacerta</i> **	<i>Homoladisca Coagulata</i>
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
Alamo	<i>Populus fremontii</i>	-	-	-	-	-
Alfilerillo	<i>Erodium cicutarium</i>	-	-	-	-	-
Aliso	<i>Platanus racemosa</i>	-	-	-	-	-
Batazote (jarilla)	<i>Baccharis sarathroide</i>	-	-	-	-	-
	<i>B. glutinosa</i>	-	-	-	-	-
Brasilillo	<i>Ceanotus sp</i>	-	-	-	-	-
Canutillo	<i>Ephedra californica</i>	-	-	-	-	-
Chamizo	<i>Artemisia tridentata</i>	-	-	-	-	-
cenizo	<i>Quercus sp</i>	-	-	-	-	-
Encinillo	<i>Quercus sp</i>	-	-	-	-	-
Encino	<i>Quercus sp</i>	-	-	-	-	-
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	-	-	-	-	-
Maderita	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	-	-	-	-	-
Saladito	<i>Rhus integrifolia</i>	+	-	-	-	-
Salvia	<i>Salvia sp</i>	-	-	-	-	-
Sauce	<i>Sambucus mexicana</i>	-	-	-	-	-
Vara prieta	<i>Adenostoma fasciculatum</i>	-	-	-	-	-
Zacate grama	<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	-	-	-
	<i>Urtica sp</i>	-	-	-	-	-

•Redeos e inspección directa de plantas ** Capturada en trampas amarillas adhesivas.

En plantas de ornato, tanto establecidas en los jardines como en un vivero de producción de plantas, solo se encontró a *H. Lacerta*, en el periodo junio a septiembre (Cuadro 4).

Cuadro 4. Incidencia de los vectores de la enfermedad de Pierce en plantas de ornato.

HOSPEDEROS		<i>Carneocephala fulgida</i>	<i>Draeculacephala minerva</i>	<i>Graphocephala atropunctata</i>	<i>Homoladisca lacerta</i>	<i>Homoladisca Coagulata</i>
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
C						

Ala de ángel	<i>Cane begonia</i>	-	-	-	-	-
Arete	<i>Fuchsia</i> sp	-	-	-	-	-
Aster	<i>Aster</i> sp	-	-	-	-	-
Ave del paraíso	<i>Strelitzia reginae</i>	-	-	-	-	-
Begonia	<i>Begonia</i> sp	-	-	-	-	-
Belen	<i>Impatiens balsima</i>	-	-	-	-	-
Brocado	<i>Coleus</i> sp	-	-	-	-	-
Bugambilia	<i>Bougainvillea</i> sp	-	-	-	-	-
Charly	<i>Citrus</i> spp	-	-	-	-	-
Citricos	<i>Chrysanthemum</i> sp	-	-	-	-	-
Crisantema	<i>Justicia</i> sp	-	-	-	-	-
Cola de camaron	<i>Syngonium podophyllum</i>	-	-	-	-	-
Cuerno de chiva	<i>Eucalyptus</i> sp	-	-	-	-	-
Eucalipto	<i>Fraxinus</i> sp	-	-	-	-	-
Fresno	<i>Gardenia</i> sp	-	-	-	-	-
Gardenia	<i>Philodendron selloum</i>	-	-	-	-	-
Garra de tigre	<i>Pelargonium peltatum</i>	-	-	-	-	-
Geranio	<i>Helianthus annuus</i>	-	-	-	-	-
Girasol	<i>Punica granatum</i>	-	-	-	-	-
Granado	<i>Psidium guajava</i>	-	-	-	-	-
Guayabo	<i>Adiantum</i> sp	-	-	-	-	-
Helecho	<i>Mentha piperita</i>	-	-	-	-	-
Hierbabuena	<i>Ficus carica</i>	-	-	-	-	-
Higuera	<i>Achillea</i> sp	-	-	-	-	-
Jarrow	<i>Nerium oleander-</i>	-	-	-	-	-
Laurel	<i>Lonicera caprifolium</i>	-	-	-	-	-
Madre selva	<i>Pelargonium Hortorum</i>	-	-	-	-	-
Malva	<i>Prosopis juliflora</i>	-	-	-	-	-
Mesquite	<i>Myrtus</i> sp	-	-	-	-	-
Mirto	<i>Morus</i> sp	-	-	-	-	-
Mora	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	-	-	-	-	-
Nochebuena	<i>Hibiscus</i> sp	-	-	-	-	-
Obelisco	<i>Bauhinia</i> sp	-	-	-	-	-
Orquidea de árbol	<i>Achimenes</i>	-	-	-	-	-
Petunia	<i>Melia azedarach</i>	-	-	-	-	-
Piocha	<i>Rosa</i> sp	-	-	-	-	-
Rosal	<i>Saintpaulia</i> sp	-	-	-	-	-
Violeta	<i>Althaea rosea</i>	-	-	-	-	-
Vara de San José		-	-	-	-	-

CONCLUSIONES

- Se encontraron solo los vectores nativos: la chicharrita cabeza roja *Carneocephala fulgida*, la chicharrita verde-azul *Graphocephala atropunctata*, la chicharrita verde *Draeculacephala minerva* y *Homoladisca lacerta*.
- La chicharrita cabeza roja fue la más abundante, con más del 75 % de las capturas.
- La chicharrita verde azul, fue la segunda en abundancia con 20% de las capturas.
- La chicharrita verde tuvo un registro del 4% de las capturas
- *Homoladisca lacerta*, solo se encontró en forma muy esporádica, representando aproximadamente el 1% de las capturas.
- No se tuvo registro alguno de *Homoladisca coagulata*, es decir no se detectó su presencia en la zona de estudio.

- Las poblaciones de los vectores se incrementan desde la segunda quincena de mayo, pero la ocurrencia alta de estos vectores en la vid es solo coincidente con el corte de los lotes de alfalfa.
- En malezas dentro de los cultivos o en áreas adyacentes a parcelas cultivadas de vid y otros especies, la chicharrita de cabeza roja se encontró en zacate grama, zacate de agua, alfilerillo y manzanilla; y las chicharritas verde y verde azulada en zacates grama y de agua.
- En vegetación del arroyo y laderas de cerros contiguas a los cultivos se encontró a la chicharrita de cabeza roja en zacate grama, y a la chicharrita verde - azul y Homoladisca lacerta en trampas amarillas sin precisarse que plantas sirven como sus hospederos.
- En plantas de ornato, solo se encontró a Homoladisca lacerta.
- En otros cultivos cercanos o adyacentes a la vid, se detectaron la chicharrita de cabeza roja en malezas de los huertos y la chicharrita verde azul y Homoladisca lacerta en trampas amarillas.
- Los resultados muestran que para disminuir poblaciones, debe hacerse un manejo de malezas de zacates grama y de agua; para que el insecto tenga menos oferta de hospederos y sea un elemento de manejo integral para disminuir las poblaciones de los vectores actuales en las áreas de cultivo de vid.
- Aunque durante este estudio no se detecto la presencia de la chicharrita de alas cristalinas Homoladisca coagulata, dado la cercanía de la zona donde se encuentra, es necesario un realizar monitoreo constante, para detectar en forma oportuna la minima actividad de este insecto en la zona, ya que muchos de sus hospederos reportados en California, estan también presentes en el area vitícola de baja california.

LITERATURA CONSULTADA

Akey, D. H. et al. 2001. Insecticides sought to control adult glassy winged sharpshooter. California Agriculture, Vol. 55 No 4.

Fisher, B.B. and J. McCaskill. 1994. Growers Weed's Identification Handbook. University of California. Division of Agricultural Sciences. Publication No. 4030. 558 pp.

Hix, R. L. 2001. Egg-laying and brochosome production observed in glassy winged sharpshooter. California Agriculture, Vol. 55 No 4

Hodgson, L. and CH. C. Powel. 1992. Successful Houseplants. Ortho Books. Chevron Chemical Company. Second Edition. 320 pp.

Hodgson, L. and CH. C. Powel. 1993. Decorating With Houseplants. Ortho Books. Monsanto Company. Solaris Group. 112 pp.

McClintock, E. And A. T. Leiser. 1979. An Annotated Checklist of Woody Ornamental Plants of California, Oregon and Washington. University of California. Division of Agricultural Sciences. Publication No. 4091. 134 pp.

McClintock, E., M. E. Mathias and H. Lewis. 1982. An Annotated Checklist of Ornamental Plants Of Coastal Southern California. University of California. Division of Agricultural Sciences. Publication No. 3276. 162 pp

Perring, T.M., C.A. Farr and M.J. Blua. 2001. Proximity to citrus influences Pierce's disease in Temecula Valley vineyards. California Agriculture, Vol. 55 No 4

Ray, R. M. 1991. America's Regionalized Garden Book. Horticultural Associates. 320 pp.

SAGAR-COTECOCA. Tipos de vegetación, sitios de productividad forrajera y coeficientes de agostadero en la Costa de Ensenada.

Spellenberg, R. 1994. Field Guide to North American Wildflowers: Western Region. National Audubon Society. Alfred A. Knof Inc. Fourteenth Printing. 862 pp.

UC.2000. Grape sharpshooters. IPM Statewide Integrated Pest Management Project. www.ipm.ucdavis.edu.

Varela, L. et al. 2001. Pierce disease. UC Division of Agriculture and Natural Resources. Publication No 21600.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Standford California. 1025pp.

PARÁMETROS ÚTILES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UVAS Y VINOS: Experiencias con variedades y vinos españoles.

Dra. M. L. González San José. Universidad de Burgos, España
(Texto resumen de la ponencia presentada en el I Seminario Internacional sobre Vitivinicultura, Ensenada, México, Septiembre 2003)

INTRODUCCIÓN

La calidad de un alimento determinado es consecuencia de distintos factores. Por un lado, factores debidos al medio geográfico en el que se producen las materias primas que intervienen en la elaboración, y por otro, factores debidos al proceso de elaboración de dichos alimentos.

Los consumidores reclaman cada vez más alimentos de calidad superior, por lo que han surgido formas de distinguir aquellos productos de máxima calidad, teniendo en cuenta un determinado origen, proceso productivo, raza, variedad, etc. Así, en el mercado existen numerosos productos que están protegidos legalmente con una seña llamada “Denominación”, que es un título o sobrenombre, con frecuencia geográfico, que se aplica a algunos alimentos para garantizarnos su calidad y origen. Esta seña es una buena herramienta para la diferenciación de los productos, y facilita al consumidor el reconocimiento de los productos de calidad, hecho de suma importancia para los grupos poblacionales que otorgan mayor importancia a la calidad que a la cantidad.

La riqueza y variedad de los productos tradicionales en España resulta uno de los componentes más valiosos y de los signos de identidad más significativos de nuestra cultura. En España, el valor de la producción de los productos amparados por alguna Denominación o en general por sistemas de protección de calidad, supone un tanto por ciento importante sobre el total de la producción agraria, manteniendo una tendencia creciente en los últimos años. Además, existe una amplia política de promoción de los productos agroalimentarios de calidad, tanto desde las instituciones oficiales como evidentemente desde los productores, lo que ha impulsado el desarrollo de estos productos con un marcado beneficio para el mundo rural.

Actualmente, vinos, bebidas espirituosas, quesos, aceites de oliva virgen, jamones, arroz, legumbres secas, pimientos, espárragos, frutas, encurtidos vegetales, carnes frescas, embutidos curados, miel, turrón y salazones cárnicas están acogidos a distintas Denominaciones y a los respectivos controles de calidad. De todos ellos los vinos son los productos más importantes ya que suponen en torno al 70% del total de productos con Denominación.

Antes de la integración en la Comunidad Europea (CE), España ya había desarrollado su

sistema de certificación de Denominaciones de Origen. Las primeras regulaciones fueron las contenidas en el Estatuto del Vino de 1933, y posteriormente en la Ley 25/70 en el “Estatuto de la viña, del vino y de los alcoholes”. Además esta ley extiende el concepto de Denominaciones de Origen a otros productos agroalimentarios, creándose la Denominación Específica.

En 1992, la CE creó unos sistemas de valorización y protección de las denominaciones geográficas y de las especialidades tradicionales en el marco de la política de calidad relativa a los productos agrícolas y alimenticios, Reglamento CE nº 2081/92, aprobado por el Consejo de Ministros de Agricultura el 14 de julio de 1992, que posteriormente ha sido parcialmente modificado por los Reglamentos CE nº 535/97, nº 1068/97 y nº 2796/2000. Sin embargo, este Reglamento no se aplicará a los productos dependientes del sector vitivinícola, los cuales en la actualidad quedan regulados por el Reglamento CE 1493/1999 (OCM vitivinícola). Para adaptarse a la nueva legislación, recientemente se ha aprobado la Ley española 24/2003 de la Viña y del Vino, que sustituye al anterior estatuto. En esta ley quedan definidos los distintos tipos de vinos con sus niveles de especificidad, atendiendo en su caso las exigencias que deben cumplir para poder acogerse a una determina Denominación, sobre todo si ésta supone algún vínculo geográfico.

En España, para proteger y garantizar la calidad de los alimentos acogidos a una Denominación están los Consejos Reguladores, que son Organismos integrados en las Consejerías de Agricultura y Ganadería de las respectivas Juntas Autonómicas, y actúan como órganos descentrados de las mismas, tomando decisiones en todos los trabajos que le son encomendados en sus respectivos Reglamentos (publicados en el B.O.E.). Estos Reglamentos abarcan acciones tales como el control de la producción, la calidad de la materia prima empleada, la vigilancia de la manipulación, elaboración, conservación y maduración, la supervisión de las perfectas características del producto final, así como el registro o inscripción de todos aquellos que participen en la creación de cada producto.

Los Consejos Reguladores tienen la misión de aplicar estos Reglamentos y velar por su cumplimiento, y además se encargan de otras facetas como la investigación y la promoción.

LA CARACTERIZACIÓN

El diccionario de la Real Academia Española define el verbo caracterizar como “determinar los atributos peculiares de una cosa, de modo que claramente se distinga de las demás”. Si comparamos esta definición con alguna de las definiciones más modernas de calidad

como por ejemplo la de Juran (1988) que dicta que “la calidad es el conjunto de características que diferencian un producto y lo hacen satisfactorio”, resulta bastante obvia la relación directa que existe entre la caracterización de un producto y su calidad.

Una de las actuaciones estratégicas de la política alimentaria española se orienta hacia productos de alta calidad, que puedan satisfacer las crecientes exigencias de los consumidores (satisfacción), y que, al mismo tiempo, supongan una mayor diversificación de la oferta alimentaria. Además, esta política puede contribuir eficazmente a resolver los problemas de los mercados excedentarios. Uno de los mecanismos básicos de esta política, como se ha venido comentando, son las Denominaciones Específicas o de Calidad que reconocen la calidad y personalidad de diversos productos por su origen, medio geográfico y agroclimático o sistemas de elaboración. Esto implica que, en general, los productos con una determinada Denominación cuentan con unos rasgos comunes que los hacen peculiares y permiten su diferenciación, condicionando además su nivel de calidad.

Dado que la calidad de un producto es un parámetro complejo e influenciado por numerosos parámetros, lo que hace difícil su cuantificación y evaluación por métodos analíticos simples. Por todo ello, se hace imprescindible la caracterización de los productos acogidos y/o protegidos bajo algún tipo de Denominación, de forma que se permita determinar los rangos en los que se mueven una serie de parámetros físico-químicos que indirectamente estén relacionados con la calidad de esos productos. Este proceso de caracterización requiere del análisis de numerosos productos pertenecientes al grupo a definir, para que así se tengan datos representativos de toda la población y contemplados todos los factores de distorsión. Esto se debe a que siempre existen pequeñas diferencias entre productos en función de la zona y/o empresa de elaboración, siendo prácticamente imposible, y por otra parte tampoco aconsejable, una estandarización global de los productos.

La caracterización de determinados grupos de productos, como ciertos vinos, implica necesariamente el análisis sensorial de los mismos, pero también pone claramente de manifiesto la necesidad de establecer métodos objetivos de caracterización basados en parámetros físico-químicos reproducibles, que eviten la subjetividad propia de los catadores, y que en caso de litigio puedan ser esgrimidos con toda fiabilidad y aceptación.

El análisis de los distintos parámetros de calidad permitirá posteriormente la diferenciación de un producto de un grupo, ya que cada uno presentará un rango de variación específico para cada variable, y ayudará a la detección de fraudes o adulteraciones de estos productos.

En los últimos años, la caracterización y diferenciación de alimentos, y por ende de uvas y vinos, de distintos grupos especiales ya sean Denominaciones específicas de calidad o de otro tipo, basadas en la medida de determinadas variables físico-químicas, ha experimentado un gran desarrollo gracias a la aplicación de herramientas matemáticas como el análisis multivariante, que permite la obtención de modelos matemáticos clasificatorios, por ejemplo en función del origen geográfico, modo de elaboración de los productos, etc. Además, estas técnicas multivariantes ayudan a extraer la máxima información posible, facilitando la interpretación de los parámetros físico-químicos medidos. En muchos casos también permiten determinar los factores más representativos o aquellos que proporcionan una mejor diferenciación geográfica, métodos de elaboración o de materias primas utilizadas para la obtención de esos productos, y construir así un modelo matemático adecuado para la diferenciación de los productos.

Existen muchos trabajos que ponen de manifiesto la utilidad de las técnicas de análisis multivariante en la diferenciación y clasificación de vinos, algunos menos de uvas, principalmente en función del origen o la variedad, aunque también se han empleado en la diferenciación de procesos de elaboración y tiempos de crianza en madera, entre otros parámetros.

Las técnicas de análisis multivariante más utilizadas para la caracterización y diferenciación de los distintos productos son: análisis cluster, análisis en componentes principales, análisis discriminante, análisis del vecino más próximo (KNN), el análisis SIMCA y el análisis PLS. Actualmente, se están usando también redes neuronales (ANN) siendo su principal ventaja que no requiere ningún tratamiento previo de los datos, y son mucho más permisivos o blandos ya que no imponen ninguna limitación a los datos, es decir no es necesario que los grupos sean homogéneos, no necesitan gran número de datos, no necesitan que los datos sean normales, etc. El mayor inconveniente que pueden tener es la dificultad de interpretar los resultados y el mayor tiempo que emplean en el análisis de los mismos.

CARACTERIZACIÓN VITIVINÍCOLA

La composición de los vinos viene determinada por un amplio número de factores, como la variedad de uva, la zona geográfica, condiciones de cultivo y producción, las técnicas de elaboración y las prácticas enológicas entre otros factores. Es bien sabido que la composición influye en la calidad de los vinos, y que es de gran importancia en la caracterización, diferenciación y detección de fraudes, de especial interés para los vinos de calidad producidos en

regiones determinadas, como son los vinos acogidos a Denominaciones de Origen (D.O.). Estos vinos se elaboran a partir de determinadas variedades de uva, cultivadas en una región geográfica específica, y están sujetos a los Reglamentos dictados por los respectivos Consejos Reguladores. No cabe duda que el análisis sensorial, realizado por catadores expertos, es muy útil en la diferenciación de los vinos. Sin embargo, recurrir a catadores expertos no es siempre factible, además de ser bastante costoso. Por ello, resulta interesante disponer de otros métodos de diferenciación que se basen en parámetros analíticos instrumentales, relativamente más fáciles de obtener, aunque también puedan ser costosos. Así, generalmente se recurre al uso de distintos parámetros físico-químicos relacionados con las características sensoriales de los vinos, como el color, el aroma y el gusto o su comportamiento en boca.

En los últimos años, diversos autores han publicado trabajos en los que se pone de manifiesto la diferenciación de vinos según su origen geográfico basándose en medidas de los parámetros enológicos clásicos (Forcén *et al.*, 1992; Almela *et al.*, 1996), en compuestos fenólicos por familias (González-Sanjosé *et al.*, 1987), o individualizadamente (González-Sanjosé *et al.*, 1990; Pérez-Magariño y González-Sanjosé, 2003); compuestos volátiles (Moret *et al.*, 1994; García-Jares *et al.*, 1995, Ortega-Heras *et al.*, 2003); parámetros relativos al color (Valdés y Regodón, 1996; Pérez-Magariño y González-Sanjosé, 1999); iones metálicos (Seeber *et al.*, 1991; Ortega-Heras *et al.*, 1999); elementos traza (Latorre *et al.*, 1994; Baxter *et al.*, 1997; Médina, 1998), y datos sensoriales (Bakker y Arnold, 1993; Sivertsen *et al.*, 1999). Otros tantos podrían citarse respecto a la diferenciación de vinos varietales (Etievant *et al.*, 1989; González-Sanjosé y Díez, 1993), especialmente centrados en los pigmentos antocianicos y aromáticos; o de los sistemas de elaboración (González-Sanjosé *et al.*, 1990); por añadas (Seeber *et al.*, 1991; Pérez-Magariño *et al.*, 1999); etc. La mayoría de los estudios se han llevado a cabo sobre vinos tintos, pero también se han estudiado rosados, blancos, espumosos naturales, etc.

De modo similar a lo descrito para vinos, también se han llevado a cabo estudios de caracterización y diferenciación de las variedades de uva de vinificación, estos estudios se han llevado a cabo esencialmente por la repercusión que la materia prima, la uva, tiene en la calidad del producto final el vino. El mayor número de trabajos y probablemente los primeros se centraron en variedades tintas, siendo los principales grupos de parámetros estudiados los fenoles y, especialmente, los antocianos, pigmentos que presentan grandes variaciones cualitativas y cuantitativas de unas variedades a otras. Los éxitos de diferenciación han sido muy satisfactorios en algunos casos, mientras que en otros tan solo se ha llegado a establecer grupos de variedades.

Otros pigmentos presentes en los hollejos, como clorofilas y carotenoides también han mostrado cierto poder diferenciador varietal.

La composición amino-acídica también ha sido estudiada llegando a establecer diferencias entre variedades usando datos relativos de concentraciones de estos metabolitos.

Otros muchos estudios ponen de manifiesto la incidencia de distintos factores en la composición de las uvas, tales como el clima, los tratamientos culturales y el manejo del viñedo, el suelo, etc. Asimismo, muchos son los parámetros que influirán en la composición de los vinos, t y T^a de las maceraciones, T^a de fermentación, grado, tratamientos enológicos (coadyuvantes y aditivos), etc.

Todo ello lo único que hace es mostrar la complejidad de conseguir una adecuada caracterización analítica de los vinos, y que para alcanzar una clasificación fiable, o lo que es lo mismo unos parámetros o índices fidedignos es estrictamente necesario llevar a cabo el análisis de un número elevadísimo de muestras entre las cuales queden recogidos todos los efectos de todos los posibles factores perturbadores, distintos del que es objeto de estudio. La falta de estos estudios está provocando en muchas ocasiones graves daños, a veces a los consumidores que son engañados, y otras a los productores, a los que se les rechaza productos que son realmente lo que indican ser.

Agradecimientos finales:

La Dra ML González-Sanjosé quiere expresar su agradecimiento en primer lugar a todas aquellas Entidades, Instituciones y personas que han contribuido a la organización y desarrollo de este Seminario. Asimismo, agradece a los organismos CICYT, INIA, Junta de Castilla y León y Diputación de Burgos, por las financiaciones concedidas gracias a las cuales han sido posibles desarrollar las investigaciones citadas, y por su puesto a mi equipo de investigación ya su trabajo ha sido imprescindible para conseguir los datos mostrados.

CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS VITIVINÍCOLAS: ZONIFICACIÓN

Vicente Sotés Ruiz & Vicente Gómez-Miguel
Universidad Politécnica de Madrid

Introducción

En la viticultura actual hay un objetivo común que es la producción de vinos de calidad. La obtención de uva bien madura depende, en gran parte, de la interrelación clima-suelo-planta y de las modificaciones que impone el viticultor sobre este sistema con las técnicas de cultivo. (Cuadro 1).

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 o ubicaciones vitícolas no es considerada de alta calidad.

La definición de las condiciones ambientales que conducen a una maduración óptima ha sido objetivo de la viticultura desde tiempos remotos y los viticultores han dedicado muchos esfuerzos para conocer el medio y ubicar las variedades en los terrenos más adecuados.

Pero el tema no es fácil; por un lado el clima como resultante de la acción de los factores meteorológicos y de los factores geográficos de un lugar resulta difícil de conocer y de definir. Por otra parte la variabilidad horizontal y vertical del suelo se manifiesta en el comportamiento diferencial de la planta, en función de la combinación patrón-variedad utilizado, que obliga a utilizar técnicas vitícolas diferentes en cada caso.

Los distintos factores del medio y el viticultor condicionan de tal manera la producción de vinos de calidad que Branas (1993) llega a afirmar que las variedades son apátridas y que el clima y el suelo son los verdaderos factores de la calidad junto al irremplazable trabajo del hombre: evitar el exceso de vigor, buscar rendimientos moderados, etc.

El equilibrio óptimo entre los componentes de la uva 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. En este sentido, el clima es posiblemente el factor más determinante de las posibilidades de cultivo y de la vocación vitícola del medio; no obstante

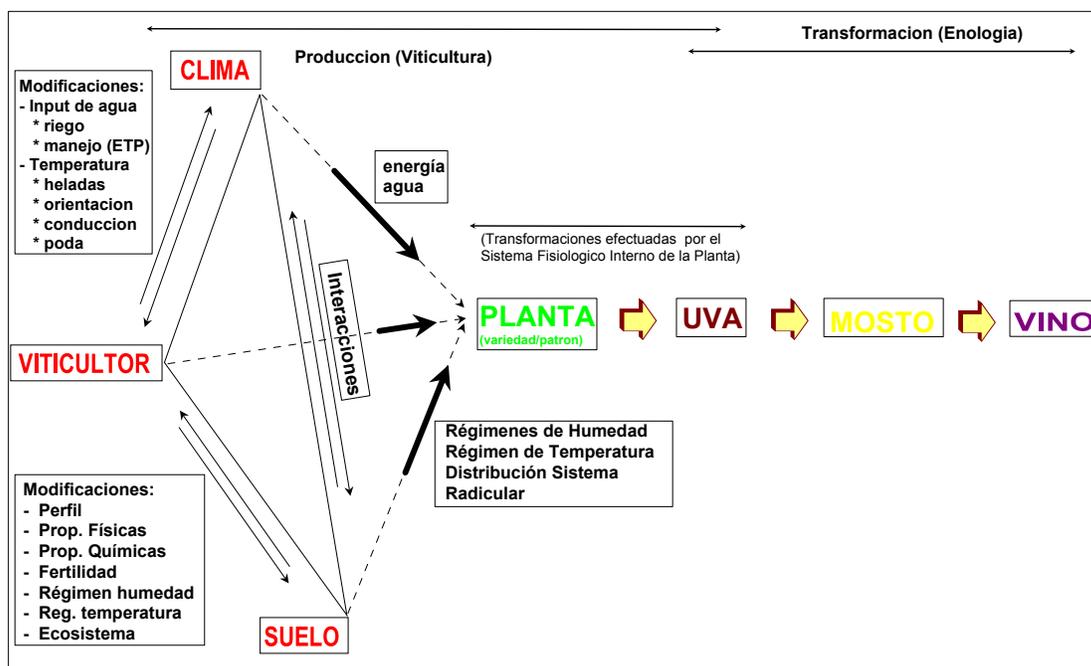
y para un determinado clima local (mesoclima) las condiciones particulares de suelo, topografía y paisaje ejercen un papel definitivo en las condiciones de desarrollo de la planta lo que lleva al interés de la delimitación de las áreas y parcelas óptimas, que es el objetivo de la zonificación.

En los climas septentrionales los elementos de clima más importantes son los relacionados con el nivel energético suministrado a la planta, es decir temperatura e insolación. Sin embargo en las zonas meridionales el problema se plantea de otra forma, ya que la radiación solar elevada provoca un nivel térmico suficientemente elevado y la actividad vegetativa se ve resentida por un déficit hídrico prolongado, especialmente grave en climas cálidos con escasas o inexistentes lluvias en los meses más calurosos.

Históricamente se han buscado relaciones entre las características del medio y ciertos parámetros de calidad del mosto con el fin de prever el comportamiento de variedades introducidas en una zona o para desarrollar nuevas áreas vitícolas.

Por aproximaciones sucesivas en el tiempo, el viticultor ha constatado las exigencias en ciertos factores climáticos para una buena maduración que, en el siglo pasado, condujeron al desarrollo de numerosos índices sencillos, relacionando uno o pocos factores climáticos pero que, más recientemente, con la ayuda de medios informáticos han dado lugar a métodos más complejos y precisos.

Cuadro 1



En el viejo mundo se han desarrollado muchos trabajos sobre zonificación, materia que ha progresado por el control y desarrollo “a posteriori” de las áreas vitícolas clásicas estableciendo correlaciones entre las características del producto final y las condiciones naturales; en el nuevo mundo y en zonas con poca ocupación vitícola la delimitación de las zonas óptimas a desarrollar en el futuro se debe realizar “a priori” en base a criterios científicos y técnicos.

Clima

La distribución del cultivo de la vid en el mundo es una muestra evidente del carácter limitante del clima, de tal manera que los límites extremos son 50°N y 40°S. Asimismo se ve reflejado en la distinta vocación de las regiones: en el continente europeo la línea delimitada por Wagner lo divide en una zona al norte, con influencia atlántica, donde se producen vinos de menor graduación alcohólica y mayor acidez, y otra zona sur, de influencia mediterránea, en la que se consiguen vinos con graduación alcohólica alta, acidez baja y escasos en aromas.

La incidencia del clima es debida a la acción de **elementos meteorológicos**: temperatura, insolación, pluviometría, viento, humedad relativa, granizo y **factores geográficos**: latitud, altitud, topografía, exposición y orientación. La integración de todos ellos sería deseable para caracterizar con detalle el clima de un lugar pero cuantos más elementos se incluyan más difícil resulta la interpretación, teniendo en cuenta, además, que apenas se dispone de estaciones meteorológicas completas y con series de años suficientemente largas en la mayoría de las zonas vitícolas.

La caracterización de un área es función del nivel de información disponible: en regiones de gran superficie (clima regional) es evaluada por varios observatorios; en zonas concretas de superficie reducida el clima local (topoclima, mesoclima) se analiza con un observatorio que se corresponda con las condiciones topográficas; el microclima (a nivel de parcela) puede referirse a situaciones más concretas (100 m a 1 km) y a nivel de la planta las condiciones ecofisiológicas (fitoclima) están muy influenciadas por el sistema de conducción y otras técnicas culturales.

El clima influye directamente en el desarrollo vegetativo de la planta y en la calidad, resaltando el equilibrio específico de la variedad y permitiendo, en mayor o menor medida, la expresión de sus potencialidades en las características del bouquet (Vedel, 1984) e influye notablemente en la composición del vino: azúcar, acidez, polifenoles, etc., (Fregoni, 1985, Riou *et al.*, 1991).

Dependiendo de la variedad y del medio, el desborre se lleva a cabo con temperaturas medias comprendidas entre los 9° y 13-14°C.

La intensidad fotosintética está estrechamente ligada a la marcha de las temperaturas, alcanzándose los máximos entre 25-30° C, dependiendo de la variedad y estado de desarrollo, y siguiendo los ritmos de las variaciones diarias y estacionales de la temperatura. La insolación, que actúa de forma interdependiente con la temperatura, favorece la actividad de la planta y la acumulación de sólidos solubles en general.

El primer paso para la determinación de la vocación vitícola se hace con los índices

climáticos vitícolas. A partir de ellos se clasifican las regiones o zonas determinando las posibilidades generales que presentan para el cultivo adecuado de ciertas variedades.

Los análisis que los relacionan con la calidad de la vendimia a diferentes escalas (macroclima: Branas, 1946, Winkler, 1962, Constantinescu, 1967, Huglin, 1978, Hidalgo, 1980 y Riou *et al.*, 1995; mesoclima: Becker, 1978, Becker *et al.*, 1994, Carbonneau *et al.*, 1992, Becker *et al.*, 1994; microclima: Carbonneau, 1980, Carbonneau *et al.*, 1992), aunque sin duda muy utilizados, manifiestan problemas de generalización debido principalmente a la dificultad de aislar los verdaderos factores de calidad y por ello tienen una mayor aplicación en la separación de unas zonas vitícolas de otras.

Otros índices generales usados en agricultura son también aplicables a la vid: en particular la ETP y la ETR o los balances hídricos, porque integran una gran parte de elementos climáticos (temperatura, insolación, viento, humedad relativa, precipitación, etc.)

En general la caracterización de un medio vitícola se puede hacer en base a los siguientes índices:

- Características climáticas generales

Temperatura media anual
Precipitación hídrica anual
Evapotranspiración potencial de Thornthwaite
Índice de humedad
Tipo agroclimático de Papadakis
Índice de sequía de Palmer
Nubosidad media anual

- Características vitícolas

Temperatura media en período activo
Integral térmica activa
Integral térmica eficaz
Precipitación hídrica en período activo
Evapotranspiración actual en período activo

Integral lumínica en período activo

Período libre de heladas

Diferencia entre el período activo y el periodo libre de heladas

- Caracterización térmica

Integral térmica activa

Índice térmico eficaz de Winkler

- Caracterización hídrica

Equivalente pluviométrico de sequía de Azzi

- Balance hídrico

Índice de Riou

- Caracterización hidrotérmica

Índice hidrotérmico de Branas, Bernon y Levadoux

Coefficiente hidrotérmico de Zuluaga, Lumelli y De la Iglesia

Coefficiente hidrotérmico de Seleaninov

Índice hidrohigrotérmico de Zuluaga

- Caracterización heliotérmica

Producto heliotérmico de Branas, Bernon y Levadoux

Índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin

Producto heliotérmico de adaptación varietal de Zuluaga

Índice energético de Zuluaga

Índice de Karantonis y colaboradores

- Caracterización heliohidrotérmica

Índice bioclimático de Constantinescu

Índice bioclimático de Hidalgo

Índice biopedoclimático de Popa

Expresión de Teodorescu

Índice termolatitudinario

- Caracterización eólica

Graduación de Beaufort

Tipificado de la roseta eólica

Índice de calmas anuales

Tipo sistemático

Vemos como existe un número enorme de índices climáticos que se pueden utilizar en la caracterización vitícola. Aunque en su mayor parte son empíricos en general han mostrado su validez sobre todo en las zonas donde fueron puestos a punto. El problema reside en establecer los límites entre los que puede variar cada índice para determinar una buena vocación vitícola, evitando los que son válidos en una región y resultan inadecuados en otras zonas.

Los más utilizados consideran solo la temperatura o la temperatura y las horas de luz. La falta de precisión es debida al período tomado en consideración (límites fijados por calendario y no por estados fenológicos) y a que los límites térmicos efectivos o eficaces son idénticos (10° C, como temperatura de brotación) sin considerar las características de la variedad o de la zona.

Tonietto(2000) ha desarrollado una metodología de caracterización de la viticultura a nivel mundial con una clasificación climática multicriterios propuesta sobre la base de clases establecida para cada uno de los 3 índices climáticos (índice de sequía, IS; índice heliotérmico, IH e índice de frescor de las noches, nictotérmico,IF).

Los relacionados al ciclo fenológico de la vid son más precisos para una mejor delimitación de las subzonas pero para correlacionarlos con otras regiones necesitan de observaciones sobre la fecha y la temperatura de brotación específica en regiones caracterizadas por tener climas similares. Sin embargo los que se toman en base a fechas de calendario permiten su empleo en zonas donde no se cultiva la vid y, por tanto, no se pueden conocer las fechas de brotación.

El carácter general de los índices, y no su implicación fisiológica, se aprecia en muchos casos; por ejemplo en el Huglin se valora en exceso las condiciones térmicas después del

mediodía cuando se ha comprobado experimentalmente que las tasas de fotosíntesis son más elevadas por la mañana. Por ello hay que buscar más relaciones entre los índices y la fisiología de la planta.

En este sentido con la ayuda de las nuevas herramientas que proporcionan los observatorios automáticos y los programas estadísticos de interpretación de datos se puede mejorar ya que, por ejemplo, los índices actuales no consideran los valores máximos de temperatura o de insolación que provocan bloqueos de fotosíntesis o la influencia de la disponibilidad hídrica del suelo y de la humedad relativa o el viento en la apertura de estomas.

Medio y Suelo

La influencia de la topografía sobre la viña es muy importante: las unidades en fondo de valle (altas temperaturas diurnas y bajas nocturnas) presentan susceptibilidad a las heladas, en los páramos las viñas quedan expuestas a bajas temperaturas diurnas con los consiguientes problemas en maduración y en las laderas se consigue mayor precocidad con mejor maduración (Becker, 1977 en Coombe, 1987). Calame *et al.* (1977) obtienen conclusiones similares con el estudio de fondo de valles y las llanuras de vega, comprobando que la parte inferior de las laderas presentaban fenología más adelantada, mejor calidad del mosto y menor riesgo de heladas en el Valais (Suiza). Por tanto, las laderas parecen ser factores de calidad en zonas donde la disponibilidad térmica se encuentra bastante ajustada a las necesidades varietales.

De forma genérica, la cota altitudinal -sobre todo a través de su influencia sobre la temperatura- puede tener efecto sobre la precocidad y la calidad del vino (Falcetti *et al.*, 1990; Scienza y Falcetti, 1990; Falcetti y Scienza, 1991; Falcetti *et al.*, 1992). Estos autores relacionan, en el ámbito del Trentino, las mayores cotas con elementos de calidad y la menor altitud con reducción de la complejidad y la persistencia. Además, afirman que los vinos de las parcelas orientadas al norte presentan una complejidad superior, aunque en los años más fríos y lluviosos la orientación sur resulta más favorable. Por otro lado, Fregoni (1973) relaciona el aumento en cota altitudinal con el descenso de la temperatura media en el Etna (1° C cada 170 m), con el correspondiente decremento en el contenido de azúcar (0.5-1 cada 200 m) e incremento de acidez (0.1 % cada 100 m).

En cualquier caso, la influencia de la altitud puede reducir la de la exposición en cierta medida, y viceversa (Falcetti *et al.*, 1990). Esta idea ha quedado expuesta de forma más precisa por Fregoni *et al.* (1992) al encontrar una clara correlación entre los principales índices bioclimáticos de la vid (y principalmente el de Winkler) con el conjunto de cuatro factores orográficos: altitud, posición relativa en la ladera, exposición y dimensión del valle, de modo que se aporta un "modelo estadístico orográfico" que hace participar de forma lineal (regresión) a estos cuatro factores.

Si bien la relación geología/calidad se considera como un hecho en ciertas referencias (Branas, 1974; Fregoni, 1980) la argumentación que pretende aislar tales factores del suelo no parece ser demasiado clarificadora y Duteau (1981) considera que la roca madre no parece jugar un papel determinante en lo que concierne a la calidad. Sin embargo, para Seguin (1983) la calidad y el tipo de vino (tinto, blanco seco, blanco licoroso) están relacionados con la columna estratigráfica y, como se puede constatar durante las degustaciones, los caracteres aromáticos y gustativos de los vinos así como su color pueden ser muy diferentes según que provengan de suelos formados sobre materiales distintos.

Mientras que el concepto de *terroir* hace referencia a la influencia del ambiente, el clima y el suelo, asociado a unas variedades, en una situación concreta donde, además, es preciso considerar los factores humanos, vitícolas y enológicos, el *suelo* se considera tradicionalmente como el resultado de la actuación de factores activos (el clima y la vegetación, la fauna y el hombre) sobre los pasivos (litología y geomorfología) durante un tiempo determinado. La relación entre ambos conceptos es, por lo tanto, evidente.

Precisamente esta idea es la que permite comprender la verdadera utilidad de la cartografía edáfica para la Zonificación Vitícola. En definitiva, cuando se destaca la importancia del clima, la geología, el relieve o cualquiera de los otros factores citados sobre la planta o la calidad del producto se está reconociendo indirectamente la influencia del suelo.

En general existen dos planteamientos: uno a pequeña y media escala (inferior a 1:50.000) en el que el medio vitícola se considera como un ecosistema definido por el tipo de roca, el macroclima, el suelo, etc. (Budán y Popa, 1978, Astruc *et al.*, 1980; Dutt *et al.*, 1981, Morlat *et al.*, 1984, Fregoni *et al.*, 1992, Morlat y Lebon, 1992, Sotés y Gómez-Miguel, 1992-2002, Van Leeuwen y Seguin, 1994, Gómez-Miguel y Sotés, 1992-1993, etc) y otro a mayor escala (superior a 1:25.000) en el que se relacionan los parámetros del medio con los de la

calidad del producto (Guilloux *et al.*, 1978, Seguí, 1983, Lisarrague, 1986, Lulli, *et al.*, 1989, Falcetti *et al.*, 1990, Scienza y Falcetti, 1990, Jourjon *et al.*, 1992, Morlat y Jacquet, 1993, Vaudour, 1997, Bogoni y Mela, 1997, Fregoni *et al.*, 1998, Gómez-Miguel y Sotés, 2001-2002, etc).

Con independencia de la utilización de las zonificaciones a pequeña y media escala en la delimitación de zonas vitícolas y en la diferenciación y caracterización de subzonas dentro de ellas, y del empleo de los estudios específicos para la obtención de relaciones entre parámetros con un gran detalle, es posible llevar a cabo la integración de ambos tipos de estudios utilizando el citado en primer lugar como base de definición de unidades del medio suficientemente homogéneas y bien caracterizadas para permitir el análisis pormenorizado de sus elementos definitorios y relacionarlos con los parámetros de calidad en estudios del segundo tipo. La dificultad de fijar el valor de los parámetros y agruparlos en un determinado algoritmo o conformar una determinada metodología es evidente, de igual forma que es evidente su necesidad (Gómez-Miguel y Sotés, 2000-2001).

El suelo como almacén y regulador de ciertos efectos del clima (nivel hídrico, régimen térmico, principalmente) contribuye, además, por la nutrición hídrica y mineral determina el crecimiento y desarrollo de la planta. Los factores a considerar en la caracterización del suelo son:

Perfil

Horizontes y su secuencia

Morfología

Clasificación

Propiedades físicas:

Profundidad

Elementos gruesos

Textura

Estructura

Porosidad y compacidad

Consistencia

Retención de agua (pFs)

Permeabilidad

Propiedades químicas

pH

Capacidad de cambio catiónico y bases de cambio

Materia orgánica

Contenido en macronutrientes

Relaciones entre macronutrientes

Contenido en micronutrientes

Potencial hídrico

Contenido en sodio

Salinidad

Caliza total y Caliza activa

Índice de poder clorosante

Evaluación del suelo

Litología

Geomorfología

Altitud

Pendiente

Orientación y Exposición

En relación con los elementos del clima que modifican los del suelo (y viceversa) hay que considerar su influencia en el comportamiento de la planta y en la calidad del vino. De esta interacción resulta el control de la alimentación hídrica de la viña que juega un importante papel en el desarrollo de la planta durante gran parte del ciclo vegetativo y en el desarrollo y calidad de las uvas (Duteau, 1981, Seguin, 1982, Huglin, 1987). En este sentido el balance hídrico constituye una importante herramienta para el manejo juicioso de los aportes de agua en relación con las extracciones y las pérdidas, teniendo en consideración el agua almacenada en el suelo.

Zonificación

Por zonificación se entiende la investigación del territorio con el fin de repartirlo en zonas relativamente homogéneas como resultado de la interacción entre el viñedo y el ambiente (Fregoni *et al*, 1998)

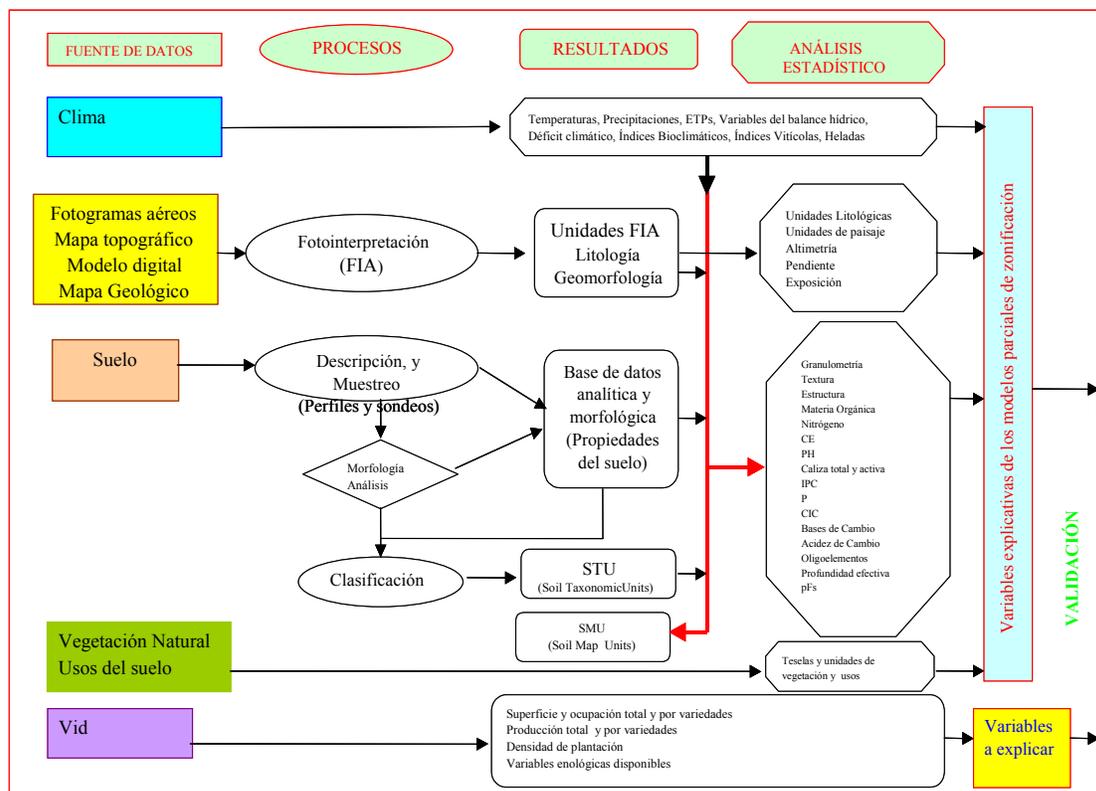
Desde los trabajos de Becker (1984) y Astruc et al. (1980) la bibliografía sobre zonificación ha estado ligada a las extensas referencias sobre delimitación y caracterización del *terroir* (pago, terruño, etc.), que se concretan en la celebración de cuatro congresos internacionales específicos sobre zonificación vitivinícola (Angers, 1996; Siena, 1998; Tenerife, 2000; Avignon, 2002) y uno sobre Paisajes de Viñas (2003) bajo los auspicios de la Oficina Internacional de la Viña y el Vino (OIV) .

En el caso particular de España, en los trabajos de zonificación en primer lugar se estudian cada una de las propiedades que conforman los factores implicados en la definición del medio (clima, vegetación, litología, geomorfología, suelo) y en la tradición de cultivo (distribución del viñedo, densidad de plantación, producción global y por variedades) y, en segundo lugar, se integran para elaborar los mapas correspondientes. Finalmente se seleccionan los parámetros/ variables que se consideran de mayor influencia en la diferenciación zonal y se procede a su caracterización y cuantificación.

El tratamiento de la información incluida en las distintas capas cartográficas por medio de un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico con fines de validación que se realiza a partir de los datos de distribución y productividad del viñedo incluidos en el registro vitícola (cuadro 2).

En la validación del proceso se trabaja en varios sentidos. En primer lugar, se evalúan las unidades de paisaje previamente generadas con la ponderación de sus propiedades y en segundo lugar, se asume el reparto, producción y variedades del viñedo en las diferentes unidades. Finalmente, la comparación estadística de ambos procesos proporciona el resultado definitivo.

Cuadro 2



PROYECTO CYTED-IBEROAMERICA

Dentro del marco de CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo- Cooperación Iberoamericana) se tiene previsto la realización de un Proyecto de Zonificación. En el mundo vitivinícola gana importancia la valorización de las zonas productoras por medio de la diferenciación de sus productos, y los países iberoamericanos presentan una amplia diversidad de ecosistemas vitícolas que producen vinos con características de calidad y tipicidad específicas.

Existen diversos grupos de trabajo especializados en zonificación con metodologías similares en países europeos (España, Francia e Italia) y en Sudáfrica; la innovación de mayor importancia sería la transferencia de tecnología a los países iberoamericanos donde algunas instituciones oficiales y privadas comienzan a interesarse y realizar trabajos en la misma dirección.

A pesar de la complejidad del tema con un elevado grado de interdisciplinariedad (expertos en viticultura, enología, climatología, geología, cartografía, estadística, informática, otros), la metodología que se propone (Sotés&Gómez-Miguel v.a.; Tonietto, J.) se adapta favorablemente a las bases teóricas para la caracterización del terroir de Morlat y Asselin (1992) y a la consideración definida de que la Zonificación debe valorar los elementos vitícolas en función de los objetivos productivos, siendo la calidad de la producción, de hecho, el resultado de la interacción entre el viñedo, el clima, el suelo y las técnicas culturales (Fregoni, 1985). Los Objetivos del proyecto son los siguientes:

1. Desarrollo de una metodología para zonificar el cultivo de la vid en los países iberoamericanos participantes (Argentina, Brasil, Chile, España, México, Perú, Portugal, Uruguay y Venezuela).
2. Determinación de los factores climáticos, edafológicos y vegetación que determinan el comportamiento del cultivo de la vid en los diferentes países participantes.
3. Delimitación espacial de las diferentes zonas vitivinícolas caracterizadas mediante un Sistema de Información Geográfica.
4. Validación de la metodología de zonificación en unidades seleccionadas en cada uno de los países participantes.

Potenciales aplicaciones del proyecto CYTED serían las que a continuación se enumeran:

- Identificar áreas potenciales para producir las uvas más adecuadas a un producto vinícola previamente definido por la demanda del mercado.
- Se llevaría a cabo la caracterización de un buen número de vinos con calidad comercial. Eso favorecería la penetración comercial de los productos iberoamericanos, como lo han hecho recientemente países como Australia, Sudáfrica o Nueva Zelanda, emergentes y competidores de nuestros productos en los mercados internacionales.

- La comunidad científica iberoamericana sería identificada como un proveedor metodológico de escala mundial, con el prestigio que ello comporta para la apreciación comercial de los productos orientados por una comunidad tecnológica que hubiera alcanzado ese reconocimiento internacional.

Los grupos de investigación participantes incluyen 150 investigadores y técnicos que han trabajado en temas relacionados con la zonificación vitícola y pertenecen a Argentina, Brasil, Chile, España, México, Perú, Portugal y Uruguay.

Entre los Grupos participantes los hay que cuentan con una amplia y variada experiencia en las distintas metodologías de trabajo relacionadas con el proyecto. A grandes trazos se puede señalar:

- Argentina trabaja en sistemas de clasificación climática y zonificación vitícola de los distintos valles de importancia vitivinícola.
- Brasil tiene experiencia en metodología de caracterización climática a través del sistema de clasificación climática multicriterio geovitícola.
- Chile tiene experiencia en la clasificación de los suelos de las principales denominaciones de origen y clasificación del clima de las mismas mediante el uso de diversos índices bioclimáticos.
- España ha trabajado y trabaja en la zonificación de 7 denominaciones de origen, y tiene una amplia experiencia en la caracterización enológica.
- México ha iniciado una zonificación bajo un sistema de información geográfica de su principal área productora de vinos en el noroeste del país.
- Portugal tiene experiencia en caracterización de las regiones vitícolas así como caracterización física, química y enológica de diferentes variedades.
- Uruguay tiene experiencia en regionalización agroclimática y vitícola así como en el estudio de la aptitud de los suelos vitícolas del país.

Referencias

- Astruc, H., Heritier, J., Jacquinet, J.C. 1980 Zonage des potentialités agricoles, méthode appliquée à la viticulture Chambre Agric. Aude, 55pp
- Becker, N.J. 1978. Critères écologiques de la délimitation des vignobles septentrionaux. Symp. Int. Constanza (Rumania):507-510
- Becker, N.J. 1984. Propositions pour une uniformisation des critères topographiques et climatiques utilisés pour la caractérisation des sites viticoles. Bulletin de l'O.I.V., 639:383-392.
- Becker, W *et al.*, 1994. The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European Community. Centre Commun de Recherche. Commission Europeenne. CECA-CEE-CECA Bruxelles. 319 pp+ Mapas
- Bogoni, M y Mela, G. 1997. Descriptive analysis of Sangiovese and Cabernet Sauvignon wine from different terroirs in Doc Bolgheri. Coll Int. Angers
- Branas, J., Bernon, G., Levadoux L. 1946. Éléments de Viticulture Générale. ENSA Montpellier, 400 pp.
- Branas, J. 1974. Viticulture. Dehan. Montpellier (Cap.3:341-369, Climat; Cap.4:370-403, Sols)
- Branas, J. 1993. Le terroir: inimitable facteur de qualité. Prog. Agricole et Vit., 110,4: 90-91
- Budan, C., Popa, V.G.H. 1978. Indicateurs syntétiques en tant que moyen d'estimation des principales ressources écologiques dans la culture de la vigne. Symp. Int. Ecol. de la Vigne. Constanta, Roumanie
- Calame, F., Rochaix, M., Simon, J.L. 1977. Observations phénologiques et mesures bioclimatiques dans plusieurs sites viticoles valaisans à différentes altitudes en vue de la délimitation de l'aire viticole. Bulletin de l'O.I.V., 559:601-616.
- Carbonneau, A. 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. Thèse Université de Bordeaux. II, 240pp
- Carbonneau, A., Riou, C, Guyan, D., Riou, J. y Schneider, C. 1992. Agrometeorologie de la vigne en France. Centre Commun de Recherche. CCE.

Constantinescu, G. 1967. Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages appropriés. Bull. l'OIV: 1179-1205.

Coombe, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. Acta Horticulturae 206:23-35.

Cruz, G. Munka, G. y Pedocchi, R. 2000. Caracterización Agroclimática del Uruguay. Agrociencia. vol. IV N° 1 pág. 87-92.

Dutt, G.R., Mielke, E.A., Wolfe, W.H., 1981. The use of soils for the delineation of viticultural zones in the Four Corners Region. Am. J. Enol. Vitic., 32,4: 290-296

Duteau, J. 1981. Alimentation en eau de la vigne. Mecanismes de regulation. Actualites Oenol. et Vitic.: 54-62

Falcetti, M., Iacono, F., Scienza, A., Pinzauti, S. 1990. Un exemple de zonage en Italie du Nord: influence sur les vins. Bull l'OIV: 741-759.

Falcetti, M., Scienza, A. 1991. Utilisation de l'Analyse sensorielle comme instrument d'évaluation des choix viticoles. Application pour déterminer les sites aptes a la culture du cépage Chardonnay pour la production des vins mousseux en Trentin. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 26,1:13-24.

Falcetti, M., Pinzauti, S., Scienza, A. 1992. La zonazione dei terreni vitati del Trentino. Aspetti pedologici e nutrizionali. Vignevini, 9:57-64.

Fregoni, M. 1973. Ecologia e viticoltura: adattamento degli obiettivi della produzione all'ambiente natural. Actas Simp. Int. de la Viticultura de la Ciudad de México, XII:9-25.

Fregoni, M. 1980. Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edagricole, 418pp Bologna

Fregoni, M. 1985. Ecosistemi viticoli ed invecchiamento dei vini. Vignevini, 1,2: 27-32

Fregoni, M., Zamboni, M., Rouselli, M., Frascini, P., Scienza, A. 1992. Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val de Tidone (Piazenza, Italia). Vignevini, 11: 53-80 Fregoni, M., Zamboni, M., Venturi, A., Vespignani, G., Laruccia, N., Simoni, M., Zinodi, F., Soldi, A. 1998. La zonazione viticola della Collina cesenate. Vignevini, 1/2: 39-57

- Gómez-Miguel, V., Sotés, V. 1992 Metodología y primeros resultados para la zonificación vitícola de la denominación de origen Ribera del Duero XX World Congress on Vine and Wine & O.I.V. 72nd Assembly general, 1,2:20pp
- Gómez-Miguel, V., Sotés, V., Pardo, E. 1992. El Suelo de la D.O. Ribera del Duero. In: J.M. Ferrer (Ed). La Ribera del Duero, Ed. Caja España, p.35-56
- Gómez-Miguel, V., Laya, H., Sotés, V. 1993. Importancia de los factores del medio en la metodología para la delimitación de zonas vitícolas de la denominación de origen Ribera del Duero. XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Salamanca Septiembre de 1993, Tomo II, 945-955
- Gómez-Miguel, V. y Sotés, V. 2000. Utilización de los estudios detallados y muy detallados de suelos en la microzonificación vitícola. 31 Simposio International Zonificación Vitícola Puerto de la Cruz. Tenerife (España)
- Gómez-Miguel, V. y Sotés, V. 2001. Convergencia metodológica en los estudios detallados y muy detallados de suelos aplicados a la Microzonificación Vitícola. 26th World Congress & 81st General Assembly Of The OIV.
- Guilloux, M., Duteau, J. y Seguin, G. 1978. Les grands types de sols viticoles de Pomerol et Saint-Emillion . Con. Vigne Vin, 12,3: 141-165
- Hidalgo, L. 1980. Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles. Comun. INIA Ser. Producción Vegetal, 29: 255pp.
- Huglin, P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. C.R. Acad. Agric. France: 1116-1127.
- Huglin, P. 1983. Possibilités d'appréciation objective du milieu viticole. Bull. O.I.V., 56 634, 823-833.
- Jackson, D.I., Spurling, M.B. 1990. Climate and viticulture in Australia. Viticulture, 1,4 Eds Coombe, B.G., Dry, P.R., Australian Industrial Publ. PTY Ltd, Adelaide, 91-106.
- Jourjon, F., Morlat, R. y Seguin, G. 1991. Caractérisation des terroirs viticoles de la moyenne vallée de La Loire. J.Int. Sci. Vigne Vin, 26,2. 51-62

- Lisarrague, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis Doctor. U.P.Madrid
- Lulli, L., Constantini, E.A., Mirabella, A., Gigliotti, A., Buelli, P. 1989. Influenza del suolo sulla qualità delle Vernaccia di S. Gimignano. *Vignevini*, 1/2: 53-62
- Morlat, R., Asselin, C. 1992. Un terroir de référence pour la qualité et la typicité des vins rouges du Val-de-Loire: La craie tuffeau. *Bull L'OIV*, 735-736: 329-343.
- Morlat, R., Asselin, C., Pages, J., Léon, H. Robichet, J., Remoue, M., Salette, J., Caille, M. 1984. Le milieu viticole sa caractérisation intégrée et son influence sur le vin. *Bulletin de O.I.V.*, 643-644:707-728.
- Morlat, R., Jacquet, A. 1993. The soils effects on the grapevine root system in several vineyard of the Loira Valley (France). *Vitis*, 32: 35-42
- Morlat, R., Lebon, E. 1992. Une expérience des essais multilocaux au travers de l'étude des terroirs viticoles. *Prog. Agric. et Viticole*, 3: 55-58
- Morlat, R., Salette, J. 1977. Paramètres du milieu et caractérisation du terroir en zone viticole de cru. Application aux vignobles rouges de la moyenne Vallée de la Loire. *Agrometeorologie et Vigne*, N.S.:64-72
- Riou, C., Carbonneau, A., Becker, N., Calo, A., Costacurta, A., Sotes, V., Gómez-Miguel, V., Castro, R., Carneiro, L., Panagiotou 1991. Le déterminisme climatique de la maturation du raisin et de sa teneur en sucre. Rapport groupe d'expert CEE DGVI "Zonage viticole", 90pp + anejos.
- Riou, C., Morlat, R., Asselin, C. 1995. Une approche intégrée des terroirs viticoles: discussions sur les critères de caractérisation accessibles. *Bull. de l'OIV*, 767-768:93-106.
- Scienza, A., Falcetti, M. 1990. Le zonage des vignes en pente: Étude d'un cône de déjections dans le Trentin. *Viticulture de Montagne*, 1:33-47
- Seguín, G. 1983. Les terroirs viticoles des grands crus du Bordelais. 66pp (multigráfico)
- Silva, A. et al. 1999. Aptitud vitícola de los suelos del Uruguay. Congreso Mundial de la OIV. Paris.

Sotés,V., Gómez-Miguel,V. 1992. Criterios de diferenciación y delimitación de comarcas y regiones vitícolas. Exámen de los factores naturales y humanos que concurren. Vitivinicultura, 3,5: 29-40

Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 1992. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Ribera de Duero. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés,V., Gómez-Miguel,V., Mendiola,M.A. 1992. El Clima de la D.O. Ribera del Duero. In: J.M. Ferrer (Ed). La Ribera del Duero, Ed. Caja España, p.25-34

Sotés,V., Gómez,P., Gómez-Miguel,V. 1993. Zonificación vitícola en la D.O. Ribera de Duero. Actas de Horticultura, 9:744-750.

Sotés, V., Gómez,P., Laya,H., Gómez-Miguel,V. 1994. Cuantificación de las variables implicadas en la delimitación y caracterización de Zonas Vitícolas en la D.O. Ribera del Duero. 7ª Jornadas de G.E.S.C.O. Valladolid. Actas I:248-256.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1995. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Calificada Rioja. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés,V, Gómez-Miguel,V., Gómez,P. 1996. Caractérisation du terroir en Espagne: méthodologie de l'évaluation et de la validation. XXI Colloque Int. les Terroirs Viticoles. Angers, France, 17-18 juillet 1996

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998a. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Rueda y Tierra de Medina. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998b. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2001. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Bierzo. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2002. Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Somontano. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Tonietto, J. 2000. Le climat mondial de la viticulture et la lité des cépages asocies. Systeme de classification climatiqumulticritères (CCM) des régions à l'échelle viticole. OIV, groupe zonage viticole. Session 6 mars 2000. 27 p.

Tonietto, J. y Carbonneau, A. 2000. Système de Classification Climatique Multicritères (CCM) Géoviticole. In : Simpósio Internacional Zonificación Vitivinícola, 3., Tenerife, pág. 1-16.

Tonietto, J. 2001. Valorização do Ecosistema. Importancia da Regionalização Vitivinícola na produção de Vinhos de Qualidades. In. VII. Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. pág. 1-9.

Van Leeuwen, C. y Seguin, G. 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne. J.Int. S. Vig. Vin, 28: 81

Vaudour, E. 1997. Analyse spatiale et caracterisation des terroirs du Bassin Viticole de Nyons-Valreas (AOC Côtes-du-Rhône). T. Stage à INAP Grignon.

Vedel, A. 1984. La qualite intrinseque des vins en rapport avec les facteurs qui conditionnent le terroir. Bull. l'OIV, 643-644:787-796

Vigil, A. Grassin, M. Ojeda, H. Catania, C., Vila, H. del Monte, R. Zuluaga, J. 2002. Zonificación Vitícola en la Primera Zona de la Provincia de Mendoza-Argentina. Estudio preliminar ciclo 2001-2002. IV Cong. Inter. de Zonage Viticole. Winkler, A.J., Cook, F.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A. 1974. General Viticulture. University of California Press, 710 pp.

Zuluaga, P.A., Zuluaga, E.M., Lumelli, J., De la Iglesia, F.J. 1971. Ecología de la vid en la República Argentina. Boletín especial Instituto de Viticultura, 149 pp.