



**REDE XIX.C.**  
**REDE IBERO-AMERICANA DE VITIVINICULTURA**

*Taller – Seminario*  
*ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE LA VID,*  
*TERROIR – TERRUÑO Y POTENCIAL DE COSECHA.*

Montevideo, 1 a 6 de setiembre de 2003

Edita:

Programa CYTED

Secretaría General

C) Amanuel 4

28015 Madrid, España

Tel: + 34 91 531 63 87

Fax: + 34 91 522 78 45

E-mail: [sgral@cyted.csic.es](mailto:sgral@cyted.csic.es)

Internet: <http://www.cyted.org>

Editores :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Primera edición: \_\_\_\_\_

ISBN \_\_\_\_\_

© Programa Cyted año 2003

Depósito Legal: \_\_\_\_\_

Impreso em \_\_\_\_\_

## **PRESENTACIÓN**

## ÍNDICE

### ZONIFICACION VITÍCOLA – LA EXPERIENCIA EN CHILE..... 8

SERGIO HORMAZABAL BAGLIETTO .....	8
<i>Antecedentes</i> .....	8
<i>Características Generales De Los “Terroirs” Chilenos</i> .....	8
Clima.....	9
Suelos (Hernández, 1997).....	10
<i>Criterios Utilizados En La Zonificación</i> .....	11
<i>Etapas De Implementación</i> .....	12
<i>Situación Actual</i> .....	13
<i>Conclusiones Y Perspectivas</i> .....	14
<i>Bibliografía</i> .....	19

### EL NIÑO/LA NIÑA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.....20

FRANCISCO MANDELLI*, MOACIR ANTONIO BERLATO**, JORGE TONIETTO* E HOMERO BERGAMASCHI** .....	20
<i>Resumo</i> .....	20
<i>Introdução</i> .....	20
<i>Material e métodos</i> .....	21
<i>Resultados e discussão</i> .....	22
<i>Conclusão</i> .....	24
<i>Referências bibliográficas</i> .....	24

### MODELOS DE ZONEAMENTO MACRO E MESOCLIMÁTICO FERRAMENTAS DO SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA.....26

JORGE TONIETTO .....	26
<i>Resumo</i> .....	26
1. <i>Introdução</i> .....	26
2. <i>A Metodologia do Sistema CCM Geovitícola</i> .....	27
2.1. Os Índices Climáticos Vitícolas do Sistema .....	27
2.2. Um Sistema Climático Vitícola em 3D .....	28
3. <i>Ferramentas do Sistema CCM Geovitícola</i> .....	28
3.1. O Sistema CCM Geovitícola para a Classificação Climática das Regiões como Referência para o Clima Vitícola Mundial.....	29
3.2. Identificação dos Grupos Climáticos das Regiões e de Regiões de Clima Vitícola Análogo .....	30
3.3. A Caracterização da Amplitude do Clima Vitícola - Efeito Safra .....	30
3.4. A Utilização do Sistema em Diferentes Escalas Climáticas .....	30
3.5. A Adaptação dos Índices e dos Períodos de Cálculo em Função das Características Específicas do Zoneamento Climático.....	31
3.6. No Zoneamento Macroclimático e Mesoclimático de Regiões Produtoras de Uvas de Mesa e Uvas para Vinhos. ....	32
3.7. No Estudo do Efeito do Clima Vitícola sobre a Qualidade da Uva e do Vinho.....	32
3.8. Na Modelagem Climática da Qualidade da Uva e do Vinho .....	33
3.9. Na Caracterização do Clima Vitícola com Variabilidade Intra-Anual.....	33
3.10. Na Caracterização da Variabilidade do Clima Vitícola nos Diferentes Tipos de Clima do Mundo .....	33
3.11. Para Situar a Diversidade Climática de Interesse Vitícola de Grandes Regiões Geográficas em Relação à Variabilidade Mundial.....	33
3.12. Na Avaliação do Impacto Vitícola Associado à Mudança Climática Mundial.....	34

3.13. Na Análise Prospectiva do Impacto Climático da Ação Humana sobre o Meio Vitícola Visando a Proteção dos Terroirs Vitícolas .....	34
3.14. Na Identificação do Potencial Vitícola de Novas Regiões.....	34
3.15. Na Estimação do Impacto Microclimático em Relação a Mudanças nas Tecnologias Vitícolas .....	35
3.16. Na Cartografia Climática das Regiões .....	35
<i>Bibliografia</i> .....	35
<b>MODELOS CLIMÁTICOS DE ESTIMATIVA DE DATAS FENOLÓGICAS PARA A VIDEIRA .....</b>	<b>38</b>
<b>1. ESTIMATIVA DA DATA DA BROTAÇÃO DA VIDEIRA PARA A “SERRA GAÚCHA”, BRASIL .....</b>	<b>38</b>
FRANCISCO MANDELLI*, MOACIR ANTONIO BERLATO**, JORGE TONIETTO* HOMERO BERGAMASCHI** .....	38
<i>Resumo</i> .....	38
<i>Introdução</i> .....	38
<i>Material E Métodos</i> .....	39
<i>Resultados E Discussão</i> .....	40
1. Determinação da data de início do somatório da temperatura.....	40
2. Determinação da soma da temperatura.....	40
3. Determinação do coeficiente de precocidade de brotação.....	41
4. Determinação do coeficiente da cultivar.....	41
5. Determinação da temperatura mínima basal (Temperatura-base) .....	41
<i>Conclusão</i> .....	42
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	42
<b>MODELOS CLIMÁTICOS DE ESTIMATIVA DE DATAS FENOLÓGICAS PARA A VIDEIRA .....</b>	<b>45</b>
<b>2. ESTIMATIVA DAS DATAS DA FLORAÇÃO, MUDANÇA DE COR DAS BAGAS E COLHEITA PARA A ‘SERRA GAÚCHA’, BRASIL .....</b>	<b>45</b>
FRANCISCO MANDELLI*, MOACIR ANTONIO BERLATO**, JORGE TONIETTO* HOMERO BERGAMASCHI** .....	45
<i>Resumo</i> .....	45
<i>Introdução</i> .....	45
<i>Material E Métodos</i> .....	46
a) Estimativa da data da floração.....	46
b) Estimativa da data de mudança de cor das bagas.....	47
c) Estimativa da data da colheita .....	47
<i>Resultados</i> .....	47
1. Estimativa da floração.....	47
2. Estimativa da mudança de cor das bagas .....	50
3. Estimativa da data da colheita .....	51
4. Validação dos modelos para a estimativa da floração, mudança de cor das bagas e colheita da cv. Concord .....	53
<i>Conclusão</i> .....	54
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	54
<b>CARACTERISTICAS GENERALES DEL CLIMA DE URUGUAY SU RELACION CON LA REGIONALIZACION VITICOLA .....</b>	<b>56</b>
RODOLFO PEDOCCHI .....	56
1. <i>Componente astronómica</i> .....	56
2. <i>Componente de circulación</i> .....	56

La circulación oceánica en América del Sur.....	59
3. <i>Componente geográfica</i> .....	60
Resultantes de los campos medios de presión y vientos.....	60
El Clima del Uruguay.....	63
Los Indices Agroclimáticos Y La Viticultura En El Uruguay.....	64
<i>Conclusiones</i> .....	67
<b>CARACTERIZACIÓN DE SITIOS VITICOLAS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PAISAJE.....</b>	<b>68</b>
CARLOS PELLEGRINO.....	68
<i>Resumen</i> .....	68
<i>Introducción</i> .....	68
<i>Objetivos</i> .....	69
<i>Definiciones Básicas</i> .....	69
<i>Procedimiento</i> .....	70
<i>Bibliografía</i> .....	73
<b>MICROZONIFICACIÓN VITÍCOLA EN ESPAÑA.....</b>	<b>75</b>
VICENTE D. GÓMEZ-MIGUEL.....	75
<i>Resumen</i> .....	75
1. <i>Introducción</i> .....	75
2. <i>Metodología</i> .....	77
3. <i>Discusión</i> .....	80
4. <i>Conclusiones</i> .....	83
5. <i>Referencias citadas</i> .....	84
<b>OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DEL VIÑEDO PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DE BOTRYTIS SP.....</b>	<b>89</b>
MILKA. FERRER *, GUSTAVO GONZÁLEZ NEVES, **, GIANFRANCA CAMUSSI * , IVETTE SIBILLE *, JUAN MANUEL ABELLA *.....	89
<i>Resumen</i> .....	89
<i>Introducción</i> .....	90
<i>Resultados obtenidos</i> .....	92
<i>Bibliografía</i> .....	95
<b>COMPOSICIÓN DE UVAS TINTAS PRODUCIDAS EN LA REGIÓN SUR DE URUGUAY: INCIDENCIA DE LA VARIEDAD DE UVA.....</b>	<b>98</b>
G. GONZÁLEZ-NEVES* , **, M. FERRER*** , L. BARREIRO*, G. GIL*, A. CARBONNEAU****, M. MOUTOUNET****.....	98
<i>Resumen</i> .....	98
<i>Introducción</i> .....	98
<i>Materiales Y Métodos</i> .....	100
Ensayos de campo.....	100
Análisis de las uvas.....	101
Análisis de uvas congeladas.....	102
<i>Resultados Y Discusión</i> .....	102
Análisis de las uvas en fresco.....	102
Antocianos pormenorizados.....	103
<i>Conclusiones</i> .....	104
<i>Agradecimientos</i> .....	105
<i>Bibliografía</i> .....	105
<b>METODOLOGÍA DE LA ZONIFICACIÓN DE TERROIR APLICADA EN ESPAÑA....</b>	<b>112</b>

VICENTE D. GÓMEZ-MIGUEL.....	112
<b>ZONIFICACIÓN DEL TERROIR EN LA D.O. RIBERA DE DUERO .....</b>	<b>121</b>
VICENTE D. GÓMEZ-MIGUEL.....	121
1. <i>Introducción</i> .....	121
2. <i>Clima</i> .....	122
3. <i>Medio y Suelo</i> .....	125
4. <i>Integración de los resultados: zonificación</i> .....	129
5. <i>Referencias utilizadas</i> .....	130
<b>PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE VINHO ATRAVÉS DA ANÁLISE POLÍNICA ATMOSFÉRICA.....</b>	<b>140</b>
MÁRIO CAMPOS CUNHA.....	140
1- <i>Introdução</i> .....	140
2- <i>Técnicas De Aeropalinologia Na Previsão De Colheitas</i> .....	141
3- <i>Resultados Obtidos Com Os Modelos Aeropolínicos</i> .....	143
4- <i>Considerações Finais Sobre Os Modelos De Previsão</i> .....	145
5- <i>Bibliografia</i> .....	146

# **ZONIFICACION VITÍCOLA – LA EXPERIENCIA EN CHILE**

*Sergio Hormazabal Baglietto*

*Universidad de Chile Facultad de Agronomía Departamento de Enología  
Fernández Concha 136. Depto 206 Ñuñoa. Santiago  
e.mail: sergio@ufchile.cl*

## **ANTECEDENTES**

La Zonificación Vitícola en Chile fue una idea que se gestó fundamentalmente luego del crecimiento explosivo de exportaciones de vino, a fines de la década de los 80 y principio de los 90. Este proyecto tenía sus bases en la evidente diferencia que presentaban los vinos provenientes de los distintos valles del país, pero tuvo su impulso definitivo en la necesidad comercial de buscar competitividad en los mercados internacionales.

La Zonificación Vitícola está íntimamente ligada a la Denominación de Origen (D.O.), y este concepto significaba un valor agregado importante para el vino chileno, tomando la experiencia de los países europeos de larga tradición vitivinícola (Francia, España, Italia) los cuales se apoyaban fuertemente en estos conceptos. Desde siempre, era evidente la diversa calidad y características específicas que presentaban los vinos provenientes de distintos valles, lo que daba una base empírica que revelaba el efecto de los distintos terroirs en las variedades cultivadas en Chile.

Por otra parte, las regulaciones internas de las autoridades respecto a las cantidades cosechadas, el lugar de plantación y el año de la cosecha eran prácticamente inexistentes debido al escaso control que existía al respecto. Esta situación derivaba en que la información recibida por los consumidores sobre el lugar de origen y el año de cosecha de los vinos era vaga, poco precisa y no pocas veces adulterada, generando una desinformación respecto al vino comercializado y una falta de confianza de los mercados internacionales.

Por todos los motivos expuestos y dado que sistemas similares se han implementado en diversos países de Europa con excelentes resultados para sus productos, el Estado de Chile junto a todos los estamentos involucrados en la producción vitivinícola, decidieron emprender este proyecto

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS “TERROIRS” CHILENOS**

Antes de describir el proceso de Zonificación se presenta una breve reseña de los terroirs chilenos, definidos principalmente por las formaciones orográficas, el origen de los suelos y la influencia del mar.

## Clima

En general el viñedo chileno está situado en un clima de tipo mediterráneo con un aumento de precipitaciones de norte a sur que origina una clasificación del clima en función de las precipitaciones. La presencia de lluvias está fuertemente influenciada por el anticiclón del océano pacífico, que impide la ocurrencia de este fenómeno durante el período estival. (Hormazabal, S., Lyon G., 2000). La geografía es también una influencia fuerte en el clima, ya que la Cordillera de los Andes, la Cordillera de la Costa y el Valle Central que esta entre ambas, originan una diferencia climática de esta a oeste sobre el mismo paralelo (Pszczólkowski, 2000).

En Chile, el cultivo de la vid se extiende entre los paralelos 27°30' y 38°00' latitud sur, es decir, una extensión de aproximadamente 1.200 Km ubicada de norte a sur. Entre los paralelos 27°30' y 29° la actividad vitícola se limita casi exclusivamente a la producción de uva de mesa de exportación, en los valles de Copiapó y Huasco. Al sur del paralelo 29° en los valles de Elqui, Limarí y Choapa se encuentran principalmente los viñedos destinados a la elaboración de un aguardiente joven y moscatelizado, llamado Pisco. Sin embargo, el cultivo de la vid con el objeto de producir principalmente vinos, se desarrolla exclusivamente al sur del paralelo 30°30' (Valle del Limarí) y hasta el paralelo 38°00'.(basado en Hernández,1997).

En la Tabla 1 podemos apreciar los regímenes térmicos y pluviométricos de localidades chilenas del Valle Central, productoras tradicionales de vino.

En los extremos norte y sur de las regiones vitícolas el clima se hace mas árido y húmedo respectivamente, y las condiciones del cultivo de la vid son mas limitantes, como lo muestra la Tabla 2.

**Tabla 1.** Características climáticas de localidades de producción vitivinícola en el Valle Central.

<b>REGION VITÍCOLA</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>T° MIN. MEDIA</b>	<b>T° MAX. MEDIA</b>	<b>LLUVIA(mm) DICIEMBRE- FEBRERO</b>	<b>LLuvia(mm) TOTAL</b>
Valle del Aconcagua	La Cruz	8,4	23,9	0,9	330,9
Valle del Maipo	La Platina	7,6	21,7	6,2	325,6
Valle del Maule	Cauquenes	8,0	21,7	8,3	558,5

INIA, 2000.

**Tabla 2.** Características climáticas de localidades situadas en los extremos norte (Elqui) y sur (Bío-Bío) del cultivo de la vid en zonas de clima tipo mediterráneo en Chile.

REGION VITICOLA	LOCALIDAD	T° MEDIA	MIN. T° MEDIA	T°MAX. MEDIA	LLUVIAS(mm) DIECIEMBRE- FEBRERO	LLUVIA(mm) TOTAL
Valle del Elqui(Cordillera)	Vicuña	8,3		25,1	0,0	67,9
Valle del Elqui (Costa)	La Serena	9,6		20,2	0,0	148,9
Valle del Bío-Bío	Los Angeles	6,7		20,6	34,4	1022,1

INIA, 2000.

### Suelos (Hernández, 1997)

Respecto a los suelos de los “valles transversales” del norte (Elqui, Limarí y Choapa) estos son suelos de profundidad variable y normalmente de buena permeabilidad, con un subsuelo calcáreo, en algunos sectores con presencia de tosca o tertel (duripan). El pH es ligeramente alcalino y el contenido de materia orgánica es bajo o muy bajo.

El denominado Valle Central, tiene como límites naturales la Cordillera de los Andes por el Este y la Cordillera de la Costa por el Oeste. En esta última se encuentran también extensas áreas dedicadas al cultivo de la vid, en particular en las Regiones del Maule y Bío Bío, ubicadas más al sur, donde la Cordillera de la Costa presenta una menor altitud. Por otra parte, el Valle Central, ocasionalmente, es interrumpido por cordones montañosos transversales, los cuales permiten delimitar naturalmente los distintos valles.

Dado el relieve descrito para estas regiones, el límite este para el cultivo de la vid puede ubicarse a una altitud de 1.000 m.s.n.m., en la Cordillera de los Andes. El límite oeste se ubica aproximadamente a 600 m.s.n.m., en la Cordillera de la Costa. La altitud promedio de esta última cordillera fluctúa entre los 300 y 800 m.s.n.m.

Los suelos más característicos de las Zonas Vitícolas de Chile son:

- **Suelos aluvio coluviales:** ( Maipo y Cachapoal ). Su textura es franca a franco arcillo-limosa, de profundidad media, moderado contenido de materia orgánica y buen drenaje. En ciertas áreas presentan alguna pedregosidad, tanto superficial como en el perfil.
- **Suelos derivados de conglomerados, brechas y tobas:** (Subregión de Colchagua, Región del Rapel y del Maule). Son planos y ligeramente ondulados. Pueden ser delgados a

profundos, textura franco arcillosa, de buen drenaje o por el contrario, éste se ve impedido por la presencia de tobas volcánicas ("toscas"). Su pH varía entre 5,4 y 7,1.

- **Suelos derivados de cenizas volcánicas:** ( parte oriental del Valle Central, de la Región del Maule al sur). Son planos a ligeramente ondulados, de textura franca a franco limosa. Presentan buen drenaje, sin erosión, con un alto contenido de materia orgánica. Su pH es de 5,9. Este tipo de suelos de origen glacial que ya se manifiestan al sur de la ciudad de Curicó (Región del Maule), continúa hacia el sur (Región del Bío Bío).
- **Suelos aluviales:** (Región del Maipo hasta Región del Maule). Son estratificados, planos a ligeramente ondulados, de profundidad media a alta, su textura es franca a franco arcillosa, de alta fertilidad. El pH es muy variable de 5,8 a 8,0. En la Región del Maipo, los suelos presentan carbonatos en el perfil.
- **Suelos de posición baja de materiales finos:** Se ubican preferentemente cerca de cerros, son planos a ligeramente ondulados. Corresponden a áreas depresionarias donde se han acumulado materiales finos, por ello son de textura arcillosa, nivel freático alto y mal drenaje. La fertilidad puede ser baja o muy alta. Su pH es moderadamente alcalino y a veces pueden presentar problemas de salinidad.
- **Suelos de tipo granitoídeo:** (Parte oriental de la Cordillera de la Costa, en las Regiones del Maule y Bío Bío). Constituyen una planicie muy disectada, que con los materiales de erosión ha formado extensos piedmonts, valles aluviales y valles intermontanos ("vegas"). Son suelos medianos a profundos, de pendiente variable hasta 30%. Presentan abundante grava de cuarzo en superficie y su textura es franca. En profundidad tienen horizontes arcillosos densos y compactos que determinan un drenaje moderadamente lento. A veces se presenta un duripan ("toscas"). Son muy susceptibles a la erosión, tanto de manto como de zanjas. Su contenido de materia orgánica es bajo, menos de 2%, y su pH ligeramente ácido, 6 a 7.

#### **CRITERIOS UTILIZADOS EN LA ZONIFICACION**

La implementación de una Zonificación Vitícola podía enfrentarse de diversas maneras, unas mas complejas que otras.

El sistema ideal de zonificación es aquel basado en la aptitud Vitícola de los terroirs en su conjunto, considerando variables como clima, suelo y fisiología de las variedades. Sin embargo un

estudio de estas características a nivel nacional podría tomar muchos años, sino décadas, retrasando en forma significativa la operación de las DO.

Para implementar una zonificación en forma gradual, y como una primera etapa, se optó por comenzar utilizando criterios existentes mas bien geográficos y administrativos respecto a la delimitación de las zonas y a las variedades comercialmente importantes en Chile. El estudio integral de los terroirs dentro de los Valles se fue generando con posterioridad y gradualmente, aportando una “sintonía fina” en la clasificación de la Aptitud Vitícola de las localidades.

Es así como se consideraron los diferentes Valles generados por los rios que bajan de los Andes hacia el mar, respetando a la vez el límite administrativo de las diferentes Regiones del país. En cuanto a los cepajes se consideraron los mas ampliamente utilizados pero que tuvieran un reconocimiento cualitativo a nivel mundial (Tabla 1).

Respecto a los valles considerados, estos fueron los que poseían plantaciones de vides en producción, es decir, se privilegió la utilización actual de los diversos terroirs, situación que iría cambiando con el tiempo.

## **ETAPAS DE IMPLEMENTACION**

La primera etapa para llevar a la práctica esta Zonificación fue la promulgación de un texto legal oficial. Dentro de la “Ley de alcoholes” se especifica que “es el Presidente de la Republica a través del Ministerio de Agricultura quien establece Zonas Vitícolas y Denominaciones de Origen”. Un Decreto específico (78) reglamenta dicha ley.

Finalmente en forma consensual con los distintos agentes del sector vitivinícola se define el **DECRETO 464, de Zonificación Vitícola y Denominaciones de Origen**. La Tabla 1 muestra las distintos cepajes con Denominación de Origen. La Tabla 2 muestra las Regiones, Subregiones, Zonas y Áreas definidas.

La Figura 1 muestra un mapa esquemático de las Zonas de Denominación de Origen en Chile de uso vitivinícola, incluyendo los valles de Copiapó y Huasco destinados a la producción de uva de mesa. Aquí también se observan los nuevos valles de D.O. que se han incorporado.

Una vez promulgado el decreto el 26 de Mayo de 1995, se procedió a divulgar la información concerniente a las normativas, procedimientos y certificaciones a todas las viñas, cooperativas de productores, Universidades, Organizaciones agrícolas, etc.

Para la aplicación del sistema era necesaria la participación de instituciones que no existían hasta ese momento, como el caso de las “Empresas Certificadoras”. Estas tienen la misión de supervisar y acreditar los volúmenes producidos y las ventas de los vinos clasificados en años, cepas y Zonas de D.O. En un comienzo las empresas interesadas bordearon las 60, pero

rápidamente solo las Universidades y laboratorios de prestigio fueron los que se consolidaron, contándose actualmente menos de 10.

En una primera etapa fue importante dar curso a una marcha blanca, con el fin de familiarizar a los diferentes estamentos con esta nueva normativa. De esta forma durante los primeros 5 años el sistema fue flexible y dio plazo a las viñas para ordenar sus stocks, crear sistemas de inventario y modificar los rótulos de sus productos de exportación.

## **Situación Actual**

Actualmente, luego de 8 años de la entrada en vigencia del decreto, la industria vitivinícola se ha adecuado bien al sistema, y el sistema también ha tenido que adecuarse a la industria. Es así como se han desarrollado sistemas y softwares que permiten un mejor control de las existencias de vinos provenientes de distintas D.O. en una misma bodega.

Cada Viñedo debe declarar en Mayo de cada año los kilos cosechados y cada Bodega los Litros obtenidos, ante el SAG (Servicio Agrícola Ganadero), abriéndose así una “Cuenta Corriente”. Las Empresas certificadoras deberán llevar esta “Cuenta Corriente” detallada de todas las existencias de vino de cada Viña, siendo además responsables de la emisión de los Certificados de Denominación de Origen. Para este efecto las Empresas vitivinícolas (Viñas y Bodegas) deben pagar por este servicio (0.15 USD/HL aprox).

Cada vez que la Bodega desea vender o exportar vino solicita un certificado a su Empresa Certificadora y esta lo descuenta de la cuenta corriente de cada bodega. De esta manera no se puede vender mas vino del que se declaró y se deben explicar los litros “sobrantes” por medio de mermas razonables (max 2% al mes del total de cada vino). En forma paralela un laboratorio otorga un certificado de análisis físico-químico del vino exportado.

En el mes de diciembre se realiza una declaración adicional de “existencias” en litros de vinos, en la cual se verifica el cuadro entre los litros declarados de cada vino menos las ventas. De esta forma se lleva un control del flujo de los certificados.

Toda la operación del sistema se resume en forma esquemática en la Figura 2 y el detalle del sistema de “Cuentas Corrientes” se explica en la Figura 3.

El sistema de D.O. en Chile está pensado para que evolucione y mejore continuamente, según los nuevos estudios y/o necesidades del mundo vitivinícola. Un Ejemplo de esto son los nuevos Valles con D.O. como el de San Antonio y el de Malleco. Estos valles se muestran en la Figura 1.

Poco apoco, el mercado fue asimilando las características de cada valle. Es así como son reconocidos actualmente los vinos Chardonnay y Sauvignon Blanc de los valles con temperaturas

frescas en verano por su influencia costera como el valle de Casablanca y el de San Antonio, o por su situación mas austral como el valle del Malleco, permitiendo una maduración muy lenta. Para el caso del Pinot Noir, variedad particularmente difícil de cultivar y vinificar, los dos primeros valles ya se empiezan a consolidar.

Para las variedades tintas, ya se destacan los valles de alta acumulación térmica diurna y de noches frescas. Estas condiciones permiten una buena madurez de los taninos, asociado a colores intensos y aromas frutales complejos. Este es el caso de las variedades Cabernet, Sauvignon, Merlot, Carmenere y Syrah en Valles como Aconcagua, Maipo, Rapel y Curicó. Otros valles presentan características intermedias, que los hacen producir vinos de excelente calidad tanto en cepajes blancos como en tintos. Este es el caso del Maule y el Itata.

De esta forma ya se empiezan a generar a nivel comercial las reputaciones de los diversos vinos provenientes de cada valle.

## **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

La experiencia de la Zonificación vitícola en Chile se ha convertido en un sistema de certificación efectiva respecto a garantizar la zona de origen de los vinos. De la misma manera ha permitido un ordenamiento general en la producción de uvas y vino gracias a información oportuna, comprobable y fidedigna.

Este sistema también se convirtió en un incentivo al aumento de la calidad de los vinos, generado por el reconocimiento de la aptitud vitícola de los diferentes valles. Este incentivo tiene un efecto a largo plazo, generando las bases para un aumento del valor agregado del vino chileno en los mercados internacionales.

Las perspectivas de la actual Zonificación Vitícola en Chile involucra grandes desafíos. Los siguientes pasos en este proceso serán, aparte de la incorporación gradual de nuevos valles, el estudio de la Aptitud Vitícola de los diversos terroirs, considerando factores de clima, suelo y adaptación fisiológica de las variedades, para así identificar dentro de los valles actualmente definidos las diferentes potenciales cualitativos de cada cepaje.

Este desafío ya ha empezado a generar estudios por parte de Universidades y Viñas de los potenciales de calidad de los cepajes a los diversos climas y suelos. Es así como en el Valle del Maule se realizo un estudio basado en los Índices Climáticos de Winkler y en el Valle de Colchagua se está iniciando un estudio mas completo basado en índices térmicos e hídricos. De esta forma se ha empezado a tener conciencia de la importancia de una zonificación basada en la adaptación fisiológica de las variedades a los diversos Terroirs.

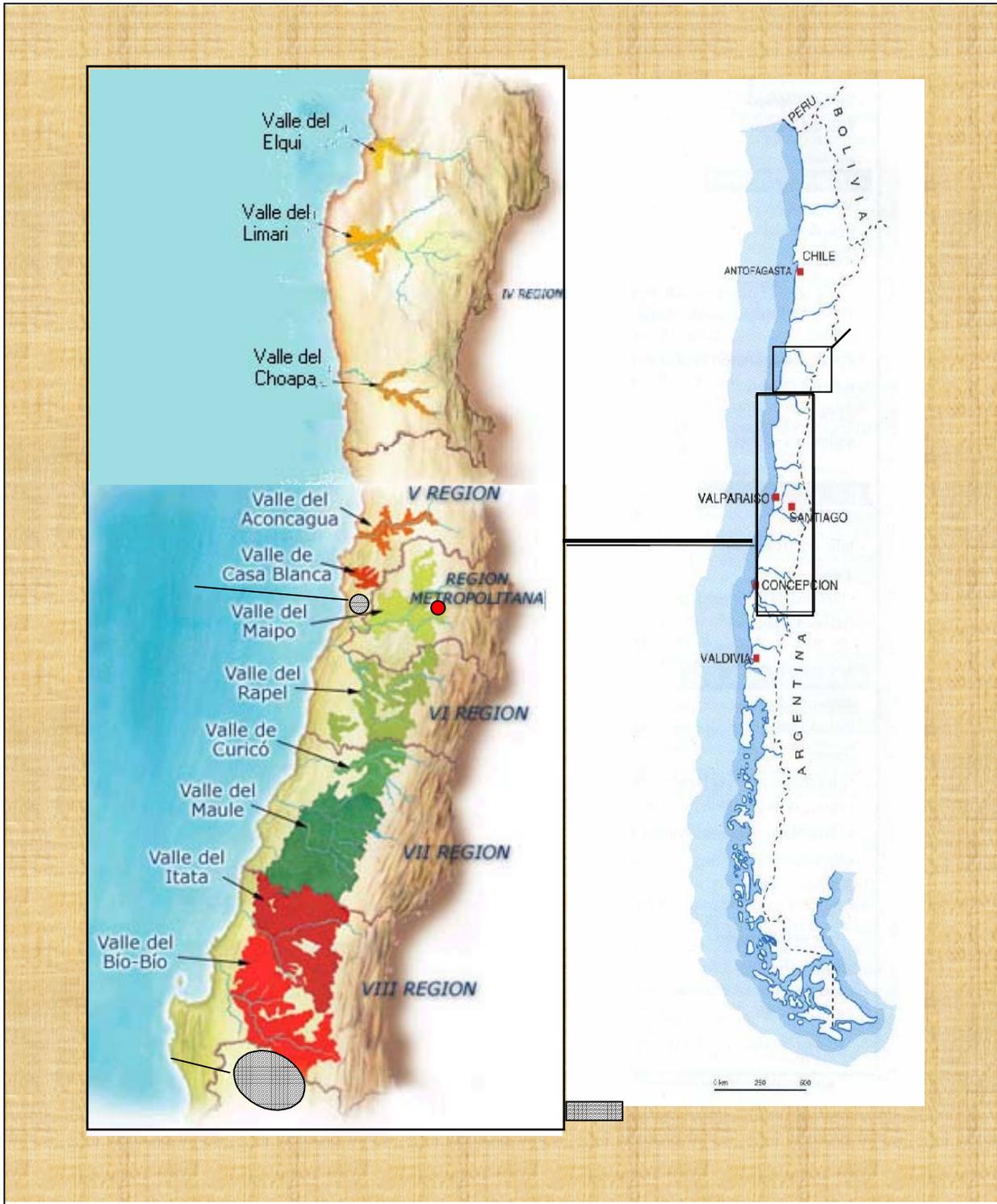
Este nuevo flujo de información generará indudablemente una mejora continua de la calidad de los vinos chilenos, haciéndolos mas competitivos en el difícil mercado de vinos finos de exportación.

**Tabla 1** . Listado de Cepajes autorizados para señalarse en las etiquetas de las vinos (Diario Oficial de la República de Chile del 26 de mayo de 1995. Decreto 464)

--	--

**Tabla 2.** Detalle de los espacios definidos por la Denominación de Origen en Chile(Diario Oficial de la República de Chile del 26 de mayo de 1995. Decreto 464)

REGION VITIVINICOLA	SUBREGION	ZONA	AREA	
<b>1.-REGION DE ATACAMA</b>	valle de copiapo			
	valle de huasco			
<b>2.-REGION DE COQUIMBO</b>	valle del elqui		-vicuña -paiguano	
	Valle del limari		-ovalle -monte patria -punitaqui -rio hurtado	
	Valle del choapa		-salamanca -illapel	
<b>3.-REGION DE ACONCAGUA</b>	valle del aconcagua		-panquehue	
	valle casablanca			
<b>4.-REGION DEL VALLE CENTRAL</b>	valle del maipo		-santiago -pirque -puente alto -buin -isla de maipo -talagante -melipilla	
	valle del rapel	valle del cachapoal	-rancagua -requinoa -rengo -peumo	
		valle de colchagua	-san fernando -chimbarongo -nancagua -sta.cruz -palmilla -peralillo	
	valle de curico	valle del teno	-rauco -romeral	
		valle del lontue	-molina -sagrada familia	
	valle del maule	valle del claro	-talca -pencahue -san clemente	
		valle loncomilla	-san javier -villa alegre -parral -linares	
		valle del tutuven	-cauquenes	
	<b>5.-REGION DEL SUR</b>	valle del itata		-chillan -quillon -portezuelo -coelemu
		valle del bio bio		-yumbel -mulchen



**Figura 1.** Mapa esquemático de las zonas con Denominación de Origen en Chile (basado en Hernández, 1997)

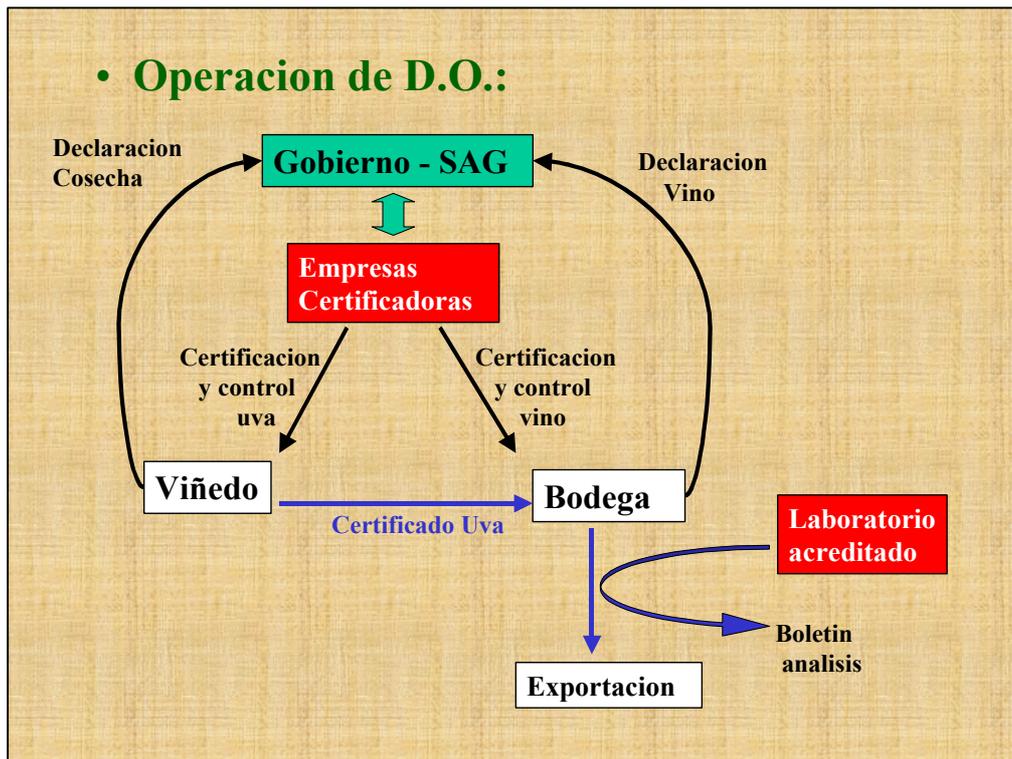


Figura 2. Esquema de funcionamiento de la certificación de Denominación de Origen en Chile.

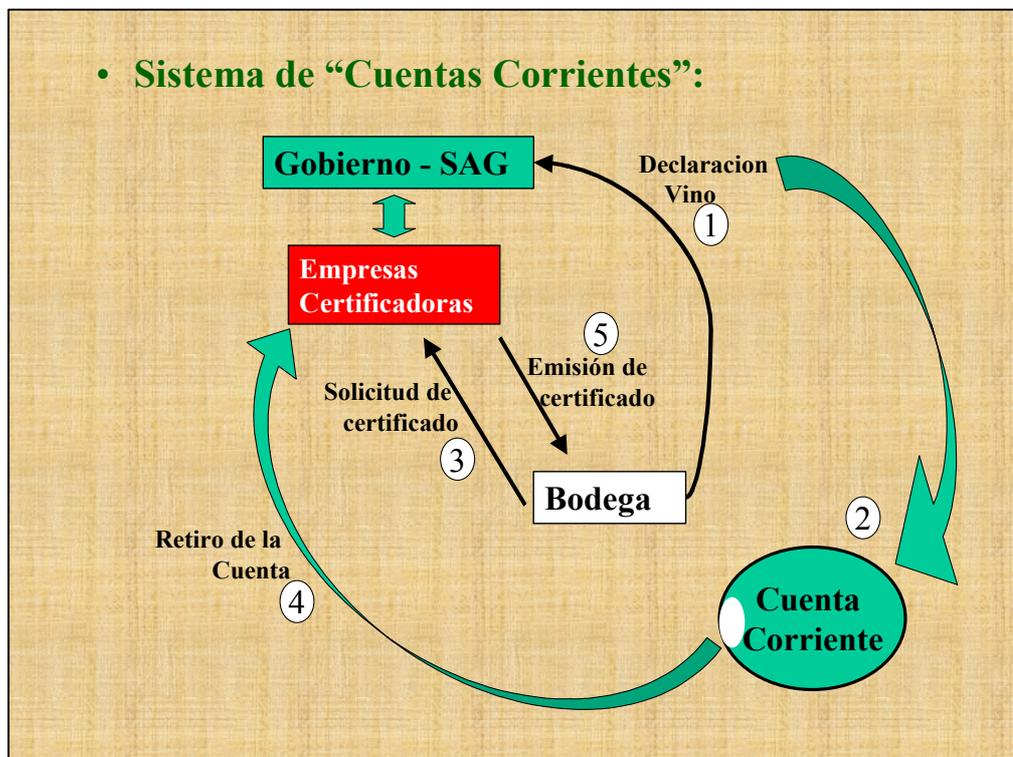


Figura 3. Esquema de Funcionamiento del sistema de “Cuentas Corrientes” en la certificación de Denominaciones de Origen en Chile.

## BIBLIOGRAFÍA

DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE, Viernes 26 de Mayo de 1995.

HERNANDEZ, A., 1997. *Introducción al Vino de Chile*. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 88p.

HORMAZABAL, S., LYON, G., 2000. Etude Comparee du climat viticole des régions Mediterraneennes de la France et du Chili. Tesis de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 179pp.

I.N.I.A., 2000. Base de Datos de Estaciones Meteorológicas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias., Departamento de Agroclimatología. Chile.

PSZCZOLKOWSKI, P., 2000. El medio natural de Chile como factor de adaptación de la vid. In : 3°SIMPOSIO INTERNATIONAL : ZONIFICATION VITICOLA, Puerto de la Cruz (Tenerife), 9-12 Mai., 2000, tomo I.

# EL NIÑO/LA NIÑA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL\*

*Francisco Mandelli\*, Moacir Antonio Berlato\*\*, Jorge Tonietto\* e Homero Bergamaschi\*\**

*\*EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.  
Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho – CNPUV  
Rua Livramento, 515 Caixa Postal 130 Bento Gonçalves, RS  
e mail: mandelli@cnpuv.embrapa.br*

*\*\*Departamento de Plantas forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS*

## RESUMO

Os impactos do fenômeno El Niño/La Niña nas principais culturas do Rio Grande do Sul foram objeto de diversas pesquisas, mas nenhuma teve como objeto a fruticultura, especificamente a viticultura. O trabalho objetivou estudar a influência do El Niño/La Niña no rendimento da videira cultivada no Rio Grande do Sul e na qualidade da uva Cabernet Franc da “Serra Gaúcha”. Os dados de produção de 1961 a 2000 foram obtidos do IBGE e do Cadastro Vitícola, enquanto que os de qualidade da uva (°Babo) foram da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Rio Grande do Sul, da Embrapa Uva e Vinho e da União Brasileira de Vitivinicultura. Foi efetuado o estudo da tendência temporal dos rendimentos e do °Babo, sendo calculados, na nova série, os desvios de rendimento e °Babo em relação ao rendimento médio corrigido, que foram comparados com os eventos El Niño/La Niña do período. Quanto ao rendimento, verificou-se que tanto os eventos El Niño quanto os anos Neutros apresentaram comportamento similar. Entretanto, os eventos La Niña foram favoráveis em 64% dos anos. Quanto à qualidade da uva Cabernet Franc produzida na “Serra Gaúcha”, os anos Neutros foram favoráveis em 72%, La Niña em 45% e El Niño em 40 dos anos.

## INTRODUÇÃO

El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala, cuja região de origem se situa no Oceano Pacífico tropical, que provoca anomalias climáticas em várias regiões do mundo. Ele é caracterizado pela ocorrência de anomalias no padrão da temperatura da superfície do mar (TSM- componente oceânico) e no padrão de diferença de pressão atmosférica (Oscilação Sul- componente atmosférico) entre Taiti e Darwin (PHILANDER, 1990; ROPELEWISKY & HALPERT, 1996).

---

\* Trabalho extraído da Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.11, n.1, p.85-90, 2003.

O componente oceânico se refere ao aquecimento ou resfriamento das águas no centro-leste do Oceano Pacífico tropical, desde a costa da América do Sul até, aproximadamente, a linha da longitude de 180°.

Quando ocorre El Niño, ou fase quente do ENOS, o aquecimento das águas do Pacífico leste, em geral, se inicia no outono, atinge o máximo no verão e se enfraquece na metade do segundo ano, com uma duração típica de 12 a 18 meses (BERLATO & FONTANA, 2003).

O fenômeno La Niña, ou fase fria do ENOS, é o resfriamento anômalo das águas superficiais no Oceano Pacífico equatorial central e oriental. Assim, pode-se dizer que La Niña é o oposto de El Niño. Em geral, o fenômeno La Niña também começa a se desenvolver em meados de um ano, atinge sua intensidade máxima no final daquele ano e se dissipa em meados do ano seguinte (BERLATO & FONTANA, 2003).

Na região sul do Brasil, a fase quente do ENOS (El Niño) provoca chuva acima da média durante a primavera e o início do verão e a sua fase fria (La Niña) provoca estiagens nesse mesmo período (GRIMM *et al.*, 1996a, 1996b; FONTANA & BERLATO, 1997).

Os impactos do El Niño/La Niña na agricultura do Rio Grande do Sul foram objeto de diversos estudos, destacando-se entre eles os de BERLATO & FONTANA (2003), CUNHA *et al.* (2000), MOTA (1999) e CARMONA & BERLATO (2002). Estes autores concluíram que os anos de ocorrência de El Niño são favoráveis para a produção de soja e milho e desfavoráveis para arroz, trigo e outros cereais de inverno. Já os anos de ocorrência de La Niña podem ser favoráveis para o arroz irrigado, trigo e cereais de inverno e desfavoráveis para a soja e o milho.

No que se refere à fruticultura, especificamente à produção de uva, nenhum trabalho abordando esse tema foi realizado. O adequado conhecimento desta influência, associado as informações disponíveis, atualmente, de monitoramento e previsão do fenômeno ENOS poderão subsidiar um melhor planejamento, tanto na atividade de produção das uvas quanto na de industrialização.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do El Niño/La Niña no rendimento da videira cultivada no Rio Grande do Sul e na qualidade da uva da Encosta Superior da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, conhecida como “Serra Gaúcha”.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados dados da área vitícola e de produção quantitativa das uvas do Rio Grande do Sul das safras de 1961 a 2000 (40 anos) segundo IBGE (1967, 2001) e CADASTRO VITÍCOLA DO RIO GRANDE DO SUL (2001).

A cv. Cabernet Franc foi utilizada para caracterizar a qualidade da uva por ser uma das mais antigas viníferas cultivada na “Serra Gaúcha”. Os dados de qualidade, teor de açúcar (°Babo) do mosto foram obtidos na Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado do Rio Grande do Sul, na Embrapa Uva e Vinho, na Estação Experimental de Caxias do Sul e na União Brasileira de Vitivinicultura (Uvibra).

Os dados originais da série histórica de rendimento foram inicialmente submetidos a uma análise de regressão, usando-se o ano como variável independente, para separar o efeito das tecnologias incorporadas no sistema de produção, ao longo do tempo sobre o rendimento da uva, daquele decorrente da variabilidade climática interanual. A partir do melhor modelo de regressão ajustado (critério R2), retirou-se a tendência tecnológica associada aos dados utilizando-se a expressão (CUNHA *et al.*, 2000)

$$Y_{ci} = (Y_i - (Y(x_i) - Y(x_0))), \text{ onde}$$

$Y_{ci}$  = rendimento do ano  $i$  corrigido

$Y_i$  = rendimento original do ano  $i$

$Y(x_i)$  = rendimento do ano  $i$  estimado pelo modelo de regressão

$Y(x_0)$  = rendimento do 1º ano da série estimado pelo modelo de regressão.

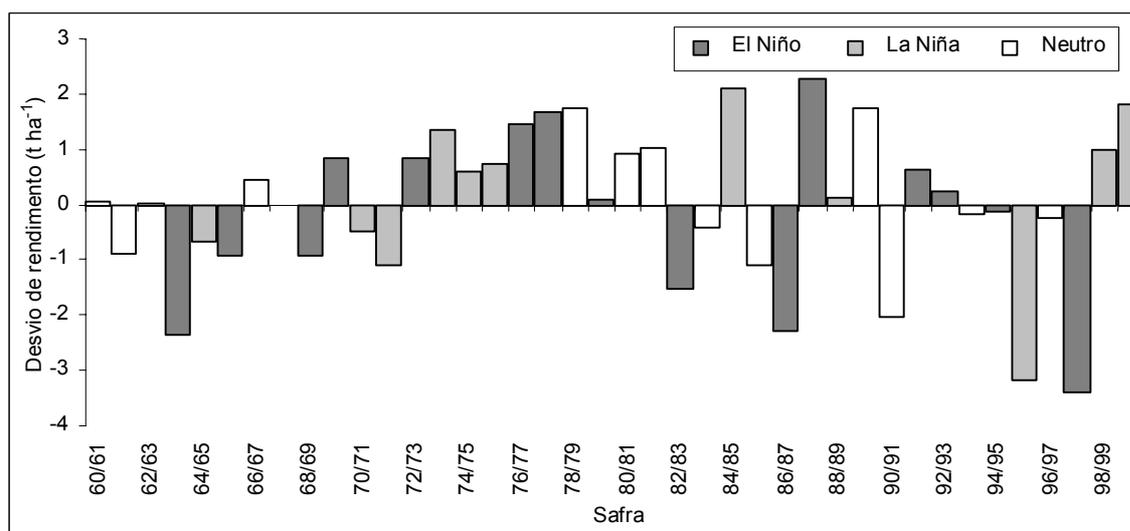
Após a retirada da tendência, foi calculada a média da nova série de dados e os desvios (anomalias) da média, podendo, assim, verificar se os eventos El Niño e La Niña foram prejudiciais (desvios negativos) ou benéficos (desvios positivos) para a cultura da videira.

Durante o período de 1960/61 a 1999/2000, El Niño ocorreu nos anos 1963/1964, 1965/1966, 1968/1969, 1969/70, 1972/73, 1976/77, 1977/1978, 1979/1980, 1982/83, 1986/87, 1987/1988, 1991/92, 1992/93, 1994/95 e 1997/98, enquanto La Niña ocorreu nos anos de 1964/1965, 1970/71, 1971/1972, 1973/74, 1974/1975, 1975/76, 1984/1985, 1988/89, 1995/96, 1998/99 e 1999/2000 (TRENBERTH, 1997; NCEP, 2001).

Estudou-se a influência dos eventos El Niño/La Niña no rendimento e na qualidade da uva no período de setembro a março.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

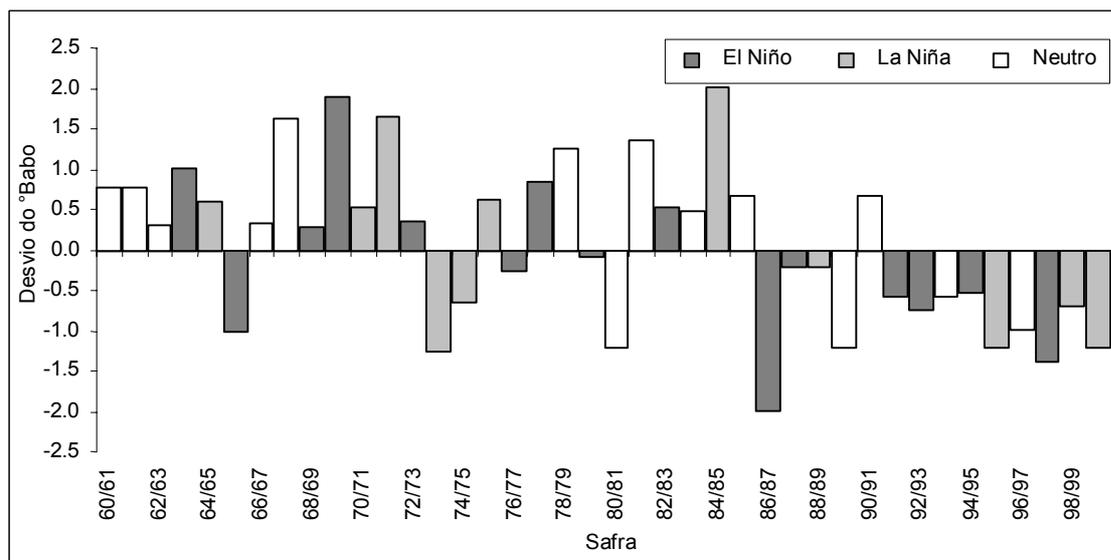
Na Figura 1 são apresentados os desvios dos rendimentos corrigidos, em relação à média, para a uva produzida no Rio Grande do Sul. Os desvios são expressos em t ha<sup>-1</sup>. No período considerado, de 40 anos, ocorreram 15 eventos El Niño, 11 La Niña e os outros 14 anos considerados Neutros.



**Figura 1.** Desvios de rendimento da videira, em relação à média, em anos de El Niño, La Niña e Neutros para o Rio Grande do Sul. Período 1961 a 2000.

Os resultados da Figura 1 evidenciam que tanto os impactos dos eventos El Niño quanto dos anos Neutros apresentaram comportamento similar, quanto ao rendimento, ou seja, 53% dos eventos El Niño foram positivos, 47% negativos e, 50% dos anos Neutros foram positivos e 50% negativos. Já para os eventos La Niña, 64% foram positivos e 36% negativos. Portanto, para a produção de uvas no Rio Grande do Sul, os eventos La Niña foram favoráveis e podem ser explicados, em parte, pela redução na precipitação pluvial, principalmente nos meses de primavera, o que favorece a floração, a fecundação e também implicando na diminuição das doenças fúngicas e na maior eficiência dos tratamentos fitossanitários.

Na Figura 2 são apresentados os desvios da qualidade (°Babo) da cv. Cabernet Franc. Os desvios estão expressos em °Babo. A análise dos dados dessa figura evidencia que os anos Neutros foram favoráveis em 72% dos casos, sendo também favoráveis em 40% nos eventos El Niño e em 45% dos anos de La Niña.



**Figura 2.** Desvios da qualidade (°Babo) da cv. Cabernet Franc, em relação à média, em anos de El Niño, La Niña e Neutros para a “Serra Gaúcha”. Período 1961 a 2000.

## CONCLUSÃO

O rendimento da uva produzida no Rio Grande do Sul é mais elevado em anos de La Niña. Entretanto, o teor de açúcar do mosto da uva Cabernet Franc da “Serra Gaúcha” é superior à média histórica em anos de ausência do fenômeno El Niño/La Niña.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña:** impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.
- CADASTRO vitícola do Rio Grande do Sul- 1995-2000- Editor Técnico: Loiva Maria Ribeiro de Mello. Versão 1.0- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Ibravin, 2001. 1 CD-ROM.
- CARMONA, L. C.; BERLATO, M. A. El Niño e La Niña e o rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.1, p.147-152, 2002.
- CUNHA, G. R. *da et al. El Niño, La Niña, oscilação do sul e seus impactos sobre as culturas de trigo e de cevada no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 44p. (Boletim de Pesquisa, 9).*

- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influencia do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1997.
- GRIMM, A. M. *et al.* Anomalias de precipitação no Sul do Brasil em eventos El Niño. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.2, 1996a. p.1098-1102.
- GRIMM, A. M. *et al.* Anomalias de precipitação no Sul do Brasil em eventos La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.2, 1996b. p.1113-1117.
- IBGE. *Anuário da Produção Agropecuária, Rio Grande do Sul- Secretaria da Economia. Porto Alegre:Departamento Estadual de Estatística, 1967. p.32.*
- IBGE. *Produção Agrícola Municipal- Rio Grande do Sul. Disponível em:<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>. Acesso em:25/6/2001.*
- MOTA, F. S. *Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre o rendimento e a necessidade de irrigação do arroz na região de Pelotas (RS).* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO/REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. *Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.69-72.*
- NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL PREDICTION/CLIMATE PREDICTION CENTER. *Cold and Warm Episodes by Season. Disponível em:<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis/monimonitoring/ensostun/ensoyears.html>. Acesso em:18/01/2001.*
- PHILANDER, S. G. *El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation. San Diego: Academic Press, 1990. 289p.*
- ROPELEWISKY, C. F.; HALPERT, M. S. Quantifying southern oscillation- precipitation relationships. *Journal of Climate*, Boston, v.9, n.5, p.1043-1059, 1996.
- TRENBERTH, K. E. *The definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society*, Boston, v.78, n.12, p.2771-2777, 1997.

# MODELOS DE ZONEAMENTO MACRO E MESOCLIMÁTICO FERRAMENTAS DO SISTEMA CCM GEOVÍTICOLA

*Jorge Tonietto*

*EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.  
CNPUV - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho  
Rua Livramento, 515 Caixa Postal 130 Bento Gonçalves, RS  
e-mail tonietto@cnpuv.embrapa.br*

## RESUMO

A metodologia do Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovitícola (Sistema CCM Geovitícola), composta por 3 índices climáticos vitícolas de referência (Índice de Seca - IS, Índice Heliotérmico - IH e Índice Nictotérmico), é apresentada através das ferramentas que o Sistema oferece para o zoneamento vitivinícola em escala macro e mesoclimática. São referidos 16 usos potenciais do Sistema que incluem: 1) classificação climática das regiões como referência para o clima vitícola mundial; 2) identificação dos grupos climáticos das regiões e de regiões de clima vitícola análogo; 3) caracterização da amplitude do clima vitícola - efeito safra; 4) utilização do sistema em diferentes escalas climáticas; 5) adaptação dos índices e dos períodos de cálculo em função das características específicas do zoneamento climático; 6) zoneamento macroclimático e mesoclimático de regiões produtoras de uvas de mesa e uvas para vinhos; 7) estudo do efeito do clima vitícola sobre a qualidade da uva e do vinho; 8) modelagem climática da qualidade da uva e do vinho; 9) caracterização do clima vitícola com variabilidade intra-anual; 10) caracterização da variabilidade do clima vitícola nos diferentes tipos de clima do mundo; 11) estudo da diversidade climática de interesse vitícola de grandes regiões geográficas em relação à variabilidade mundial; 12) avaliação do impacto vitícola associado à mudança climática mundial; 13) uso em análise prospectiva do impacto climático da ação humana sobre o meio vitícola visando a proteção dos terroirs vitícolas; 14) identificação do potencial vitícola de novas regiões; 15) estimação do impacto microclimático em relação a mudanças nas tecnologias vitícolas; e, 16) cartografia climática das regiões. Os exemplos concretos de uso do Sistema CCM Geovitícola nos 16 usos referidos comprovam a eficácia desta metodologia no zoneamento vitivinícola em nível mundial.

## 1. INTRODUÇÃO

Para o zoneamento vitivinícola, o meio natural pode ser analisado através de diferentes fatores: climático, pedológico, vitícola com base no estudo da interação genótipo x ambiente, estrutura do meio (com o uso de recursos de informática), integrado ou multicritério (Amerine e Winkler, 1944; Seguin, 1983; Huglin, 1978; Riou *et al.*, 1994; Morlat, 2001; Bonnardot *et al.*, 2002).

Para escolher a metodologia e os critérios de zoneamento vitivinícola para uma região específica, é necessário inicialmente responder à seguinte questão: Quais são os fatores de qualidade e de tipicidade dos produtos vinícolas no meio geográfico no qual queremos desenvolver o zoneamento vitivinícola?

Dentre as metodologias existentes de zoneamento vitivinícola, está o Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovitícola (Sistema CCM Geovitícola), o qual apresenta diversas ferramentas que podem ser utilizadas na caracterização do meio geográfico, bem como para subsidiar a delimitação de regiões de aptidão vitivinícola.

Este trabalho objetiva explicitar as diversas ferramentas já identificadas no uso do Sistema CCM Geovitícola.

## 2. A METODOLOGIA DO SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA

### 2.1. Os Índices Climáticos Vitícolas do Sistema

Os 3 índices climáticos vitícolas do Sistema CCM Geovitícola são do tipo hídrico, heliotérmico e nictotérmico (Tabela 1).

Estes índices são estabelecidos em função de um ciclo vegetativo médio da videira e sobre diversos períodos do mesmo. Eles são ao mesmo tempo pertinentes para a caracterização das potencialidades climáticas de uma região e fortemente ligados ao potencial qualitativo e às características das uvas e dos produtos vinícolas. Estes índices possuem caráter de complementaridade entre eles.

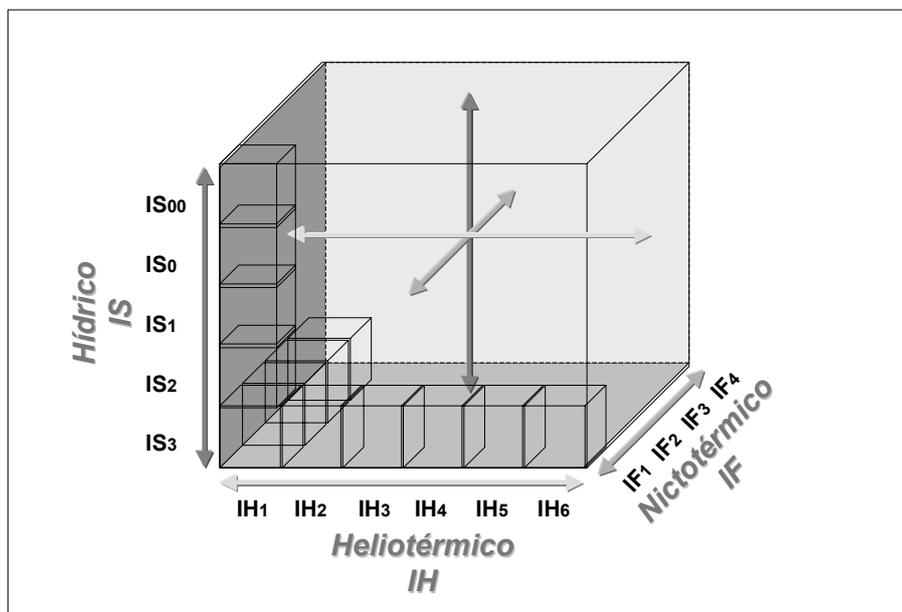
**Tabela 1.** Índices climáticos vitícolas do Sistema CCM.

ÍNDICES		
Tipo	Nome	Sigla
Hídrico	Índice de Seca	IS
Heliotérmico	Índice Heliotérmico	IH
Nictotérmico	Índice de Frio Noturno	IF

Os índices são calculados através das fórmulas que estão descritas na metodologia descrita por Tonietto e Carbonneau (2000).

## 2.2. Um Sistema Climático Vitícola em 3D

A abrangência multicritério do Sistema CCM Geovitícola permite analisar o clima vitícola em 3 dimensões, como apresentado na Figura 1.



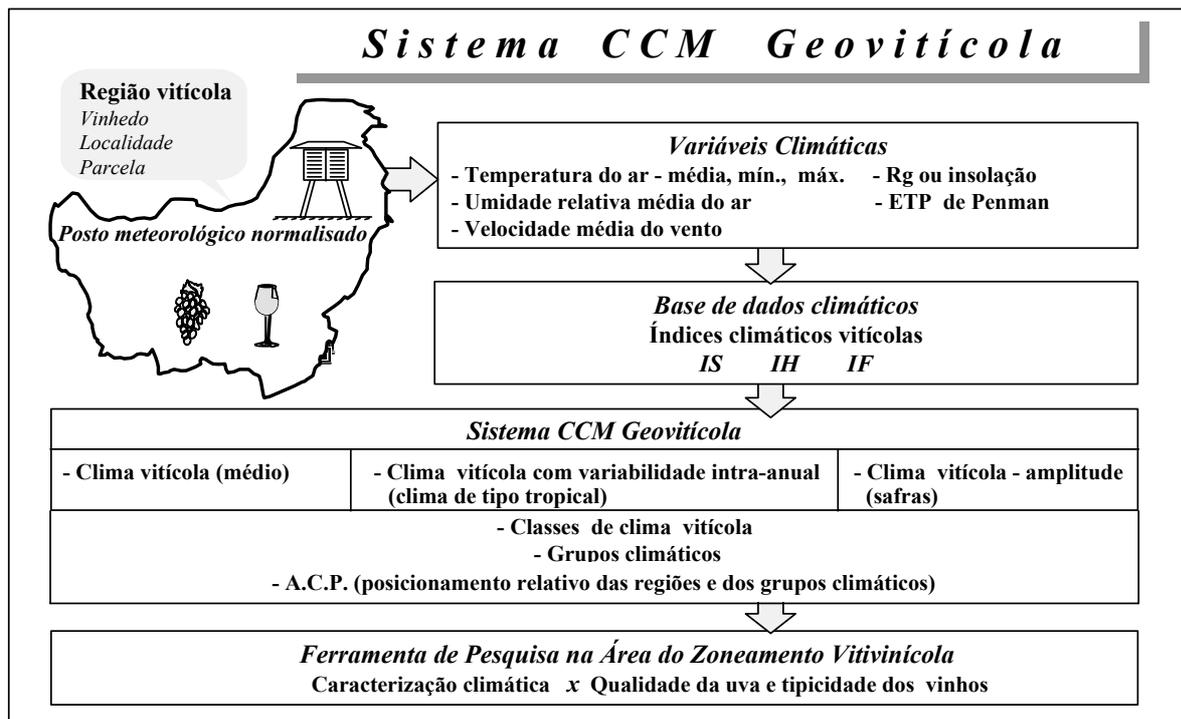
**Figura 1.** As 3 dimensões climáticas do Sistema CCM Geovitícola: heliotérmico, nictotérmico e hídrico.

A partir dos índices calculados pelo Sistema, a utilização da Análise de Componentes Principais - ACP permite uma boa representação do clima das regiões vitícolas.

### 3. FERRAMENTAS DO SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA

Uma série de ferramentas são oferecidas pelo Sistema CCM Geovitícola, seja para a temática do zoneamento vitivinícola, seja para o diagnóstico e a avaliação de distintas situações onde o clima vitícola é importante.

O esquema geral de funcionamento do Sistema CCM Geovitícola é apresentado na Figura 2.



**Figura 2.** Esquema simplificado de funcionamento do Sistema CCM Geovitícola.

Alguns usos e potencialidades oferecidas pelo Sistema são referidos a seguir, através de 16 abordagens possíveis:

### 3.1. O Sistema CCM Geovitícola para a Classificação Climática das Regiões como Referência para o Clima Vitícola Mundial

O Sistema é potencialmente utilizável por todas as regiões vitícolas do vinhedo mundial. Ele permite a identificação da classe de clima vitícola das regiões. Ele torna possível, ao conjunto das regiões da viticultura mundial, a adoção deste Sistema para a classificação dos seus climas vitícolas (Tonietto e Carbonneau, 2000).

O clima vitícola é o clima de uma parcela, de uma localidade, de um vinhedo ou de uma região vitícola, descrito pelo conjunto dos 3 índices climáticos vitícolas. O clima vitícola é, portanto, estabelecido com base em informações climáticas e vitícolas, sendo mais específico que o clima no sentido geral usualmente empregado para o termo.

As variáveis climáticas utilizadas para o cálculo do clima vitícola médio de uma região são as médias mensais interanuais (normais climatológicas - 30 anos, se disponíveis) - para os dados climáticos clássicos das regiões: temperatura do ar - máxima, mínima e média, precipitação pluviométrica, evapotranspiração potencial por Penman.

O sistema pode ser utilizado como referência para a caracterização climática das regiões em artigos técnico-científicos e em trabalhos técnicos em geral. Ele pode classificar regiões vitícolas,

vinhedos, localidades ou parcelas vitícolas. O Sistema CCM Geovitícola já foi utilizado para classificar uma centena de regiões em 30 países vitícolas (Tonietto e Carbonneau, 2000).

### **3.2. Identificação dos Grupos Climáticos das Regiões e de Regiões de Clima Vitícola Análogo**

O grupo climático é um conceito do Sistema. O grupo climático ao qual pertencem parcelas, localidades, vinhedos e/ou regiões vitícolas é formado pelo conjunto de parcelas, localidades, vinhedos e/ou regiões vitícolas que apresentam uma mesma classe de clima vitícola. Normalmente, o grupo climático inclui uma boa parte das amplitudes (interanuais) dos climas vitícolas.

O Sistema CCM Geovitícola já identificou 36 grupos climáticos na viticultura mundial. Tal conjunto representa bem a diversidade climática encontrada no vinhedo mundial. Com o Sistema, qualquer região pode ser classificada e inserida nesta matriz de grupos climáticos, no sentido de obter informações sobre seu posicionamento em relação ao conjunto de grupos climáticos da viticultura mundial.

Com o uso da Análise de Componentes Principais - ACP, o Sistema possibilita uma boa caracterização do posicionamento das regiões e dos grupos climáticos. O Sistema permite a identificação de regiões com climas vitícolas análogos (Tonietto e Carbonneau, 2000), criando a possibilidade de inferir, de forma indireta, sobre as potencialidades climáticas vitícolas das regiões em termos agronômicos e enológicos, com base em experiências de outras regiões de clima vitícola análogo.

### **3.3. A Caracterização da Amplitude do Clima Vitícola - Efeito Safra**

O clima vitícola de um local pode mudar de um ano para outro, o que nos leva a caracterizar dois conceitos: o de clima vitícola médio e o de amplitude do clima vitícola. Nesta situação, o Sistema possibilita a caracterização da amplitude do clima vitícola das regiões (clima vitícola das safras), a qual pode ser ainda melhorada se incluirmos informações climáticas complementares aos índices IS, IH e IF (Tonietto, 1999). Em Bento Gonçalves, Brasil, o estudo da amplitude do clima vitícola possibilitou discriminar as safras de melhor qualidade da região (Tonietto e Carbonneau, 1999).

### **3.4. A Utilização do Sistema em Diferentes Escalas Climáticas**

O Sistema permite trabalhar em diferentes escalas: do macroclima ao mesoclima, da escala mundial, em nível de países vitícolas, de vinhedos ou de parcelas vitícolas.

Em zoneamento vitivinícola, a metodologia de caracterização do clima vitícola do Sistema abre a perspectiva de aprofundar a pesquisa do clima na tipicidade dos produtos em diferentes escalas - em nível de um país (Tonietto, 1999), de uma grande região vitícola (Tonietto, 1999) ou de uma pequena região vitícola (Tonietto e Carbonneau, 1998), como demonstram estudos já realizados.

### **3.5. A Adaptação dos Índices e dos Períodos de Cálculo em Função das Características Específicas do Zoneamento Climático**

Para uma classificação em nível mundial, o Sistema CCM Geovitícola foi estruturado de forma a ter o menor número de classes para os diferentes índices climáticos vitícolas. Isto foi feito visando destacar as diferenças mais significativas do clima das regiões vitícolas. Por outro lado, isto significa que, no estudo de cada região vitícola em nível macro ou mesoclimático, será conveniente, e mesmo necessário, estabelecer subclasses dentro de cada classe de referência dos índices, baseadas agora na variabilidade estatística dos dados regionais.

Nos diferentes estudos de zoneamento, o IH, IF e IS podem igualmente ser modulados em função da duração do ciclo da videira (para o Hemisfério Norte: momento final em 15 de agosto ou 15 de outubro para o IH e o IS; 16 de julho a 15 de agosto ou 16 de setembro a 15 de outubro para o IF). Igualmente, é possível utilizar os índices segundo a fenologia específica de cada variedade - da brotação à colheita para o IH e para o IS e período de maturação para o IF (início de mudança de cor das bagas – colheita ou o período correspondente aos 30 dias que precedem a colheita).

O IS calculado para as regiões é comparável entre elas do ponto de vista climático. Do ponto de vista vitícola, em nível das regiões vitícolas, a reserva útil de água no solo pode ser diferente, mesmo sobre uma média de parcelas. Isto torna-se importante para regiões que possuam uma napa de solo ou um local dominante como por exemplo solos profundos ou de encosta. Nestes casos em particular, a interpretação dos resultados do IS para uma região dada serão mais próximos da realidade levando-se em consideração as informações disponíveis sobre a reserva real em água do solo utilizável pela videira. Assim,  $W_o$  pode ser modificado para uma região determinada que apresenta a maioria de solos com menor capacidade de retenção de água utilizável pela videira (exemplo:  $W_o = 100$  mm) ou solos muito profundos (exemplo:  $W_o = 300$  mm).

Igualmente, para regiões muito úmidas, informações complementares podem ser obtidas a partir da simulação do cálculo do IS, adotando  $W_o = 200$  mm para o momento inicial, mas sem um limite máximo para o  $W$  no cálculo mês a mês.

Outra situação é aquela dos vinhedos irrigados. Nestes casos, o IS poderá ser calculado utilizando o valor da precipitação da fórmula, mais a água de irrigação, para estimar a água potencial no solo.

Ainda, para melhor a informação conferida pelo IS, é possível trabalhar este índice utilizando o coeficiente "k" (coeficiente de absorção da radiação pela vegetação) ajustado às condições dos vinhedos das diferentes regiões ou parcelas.

### **3.6. No Zoneamento Macroclimático e Mesoclimático de Regiões Produtoras de Uvas de Mesa e Uvas para Vinhos.**

O Sistema CCM Geovitícola possibilita gerar zoneamentos macro e mesoclimáticos de regiões vitivinícolas, caracterizando subzonas com diferentes potenciais climáticos para a produção de uvas de qualidade, conforme realizado por Hormazabal, Lyon e Carbonneau (2002) no zoneamento macroclimático vitícola de região mediterrânea dos Departamentos de Aude, Hérault e Gard, no Midi da França.

O Sistema já possibilitou identificar os fatores mesoclimáticos da tipicidade (cor e aroma) da uva de mesa Moscato de Hamburgo da Appellation d'Origine Contrôlée (A.O.C.) Muscat de Ventoux no Departamento de Vaucluse, na França (Tonietto e Carbonneau, 1998).

### **3.7. No Estudo do Efeito do Clima Vitícola sobre a Qualidade da Uva e do Vinho**

Os estudos em nível do macroclima da viticultura mundial colocam em evidência o importante efeito dos grupos climáticos das regiões vitícolas sobre a tipicidade dos vinhos relativamente às características organolépticas dos mesmos (Tonietto, 1999; Tonietto e Carbonneau, 1999). A boa coerência encontrada entre os grupos climáticos e as características de tipicidade dos vinhos das regiões constitui igualmente uma forma de validar a metodologia climática multicritério do Sistema CCM Geovitícola.

Dentro do tema do zoneamento vitivinícola, a metodologia do Sistema CCM Geovitícola possibilita a caracterização do clima vitícola e o estudo de sua relação com a qualidade da uva e a tipicidade sensorial dos vinhos. Os estudos desenvolvidos com a variedade Syrah no Sul da França permitiram concluir que a qualidade e a tipicidade sensorial dos vinhos guarda sempre um posicionamento relativo determinado, a priori, pelo seu agrupamento climático dentro do Sistema CCM (Tonietto, 1999).

### **3.8. Na Modelagem Climática da Qualidade da Uva e do Vinho**

Estudos de modelagem da qualidade da uva em regiões específicas podem ser desenvolvidos a partir dos índices do Sistema CCM, podendo ser aprimorados através dos índices homônimos calculados agora sobre o bioclima, considerando as fases fenológicas da videira. Exemplos deste ferramental para a modelagem da qualidade da uva, que incluem a integração das componentes agronômicas, foram estabelecidos sobre o teor de açúcar da uva e sobre a reserva tecnológica (índice de polifenóis totais) em uva Syrah para o Sul da França (Tonietto, 1999).

### **3.9. Na Caracterização do Clima Vitícola com Variabilidade Intra-Anual**

O Sistema CCM Geovitícola introduz um novo conceito - o das regiões de clima vitícola com variabilidade intra-anual, o qual corresponde às regiões que mudam de classe de clima vitícola em função do período do ano no qual a uva pode ser produzida.

O conceito é aplicável às regiões localizadas sobretudo na zona intertropical com mais de uma colheita por ano ou com colheita (s) em período (s) não clássico (s) ao longo do ano. Esta metodologia traz uma contribuição nova no sentido de integrar a caracterização e a interpretação do clima de regiões vitícolas situadas em zonas mais quentes, como Petrolina, por exemplo, no Vale do São Francisco, no Brasil. Esta região apresenta não um, mas 3 climas vitícolas distintos ao longo do ano (Tonietto e Carbonneau, 1999).

### **3.10. Na Caracterização da Variabilidade do Clima Vitícola nos Diferentes Tipos de Clima do Mundo**

O Sistema CCM Geovitícola possibilita o estudo da variabilidade do clima vitícola em diferentes tipos de climas mundiais (exemplo: variabilidade do clima do tipo mediterrâneo em nível mundial: Chile, França, África do Sul, Austrália, Espanha, Califórnia - EUA, etc.).

### **3.11. Para Situar a Diversidade Climática de Interesse Vitícola de Grandes Regiões Geográficas em Relação à Variabilidade Mundial**

O Sistema CCM Geovitícola permite a caracterização da variabilidade climática de uma grande região ou de um país, por exemplo, no âmbito dos climas vitícolas mundiais, como foi demonstrado relativamente ao clima vitícola das regiões da França, ou particularmente, em uma sub-região da zona mediterrânea francesa. Os dados podem ser visualizados em uma A.C.P. que integra os 3 índices climáticos - IS, IH, e IF sobre o plano mundial (Tonietto, 1999).

Um exemplo da diversidade do clima vitícola nos diferentes países da América do Sul também é ilustrativo do potencial desta metodologia, conforme apresentado por Tonietto (2001).

### **3.12. Na Avaliação do Impacto Vitícola Associado à Mudança Climática Mundial**

O clima se modifica e já foi submetido a um aquecimento da temperatura do ar em nível do planeta: pelo menos 0,5 °C nos últimos 100 anos, dados já demonstrados pela Organização Meteorológica Mundial - O.M.M. As repercussões vitícolas são evidentes em nível das regiões produtoras. Uma simulação, realizada sobre um conjunto de regiões vitícolas da França mostrou que, com um aumento da temperatura do ar de 0,5 °C ao longo do século XXI, ter-se-ia um impacto - muito significativo - no perfil das potencialidades térmicas das regiões vitícolas, a ponto de permitir às regiões uma eventual mudança no plano das variedades cultivadas. Ainda, um aumento de 0,5 °C na temperatura permite visualizar uma nova fronteira na geografia vitícola mundial, com a ampliação de um grau de latitude Norte e Sul, ou seja, uma faixa de aproximadamente 100 km em relação aos limites atuais em cada hemisfério (Carbonneau e Tonietto, 1998). O estudo realizado, centrado nos aspectos heliotérmicos, também pode ser desenvolvido sobre os aspectos hídricos e nictotérmicos dentro do Sistema CCM Geovitícola.

A partir de dados climáticos reais ou estimados, o Sistema pode, igualmente, contribuir para a avaliação do impacto climático de interesse vitícola em relação ao fenômeno El Niño/La Niña por exemplo.

### **3.13. Na Análise Prospectiva do Impacto Climático da Ação Humana sobre o Meio Vitícola Visando a Proteção dos Terroirs Vitícolas**

Um exemplo deste uso é mostrado na avaliação, a priori, do impacto da mudança climática potencial da implantação de 3 usinas hidrelétricas no Vale do Rio das Antas - região vitivinícola da Serra Gaúcha - Brasil, sobre a potencialidade e a qualidade da viticultura regional (Tonietto et. al., 2002). O estudo foi desenvolvido utilizando a modelagem numérica através do modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), para se chegar a uma caracterização do clima futuro em nível do mesoclima regional. Inicialmente, os índices IH, IS e IF foram calculados e comparados com os mesmos índices aplicados ao clima atual. A comparação permitiu estimar uma pequena influência negativa nos aspectos mesoclimáticos ligados à qualidade potencial da uva em função do IS e do IF. Nenhuma influência foi constatada sobre o potencial heliotérmico IH.

### **3.14. Na Identificação do Potencial Vitícola de Novas Regiões**

O Sistema CCM Geovitícola foi desenvolvido para aplicação a regiões vitícolas estabelecidas, já que ele é aplicável uma vez atendidos os critérios climáticos limitantes à viticultura (risco de geadas, risco por granizo, condições climáticas para a quebra de dormência das gemas, risco de doenças fúngicas, etc.). Por outro lado, ele pode contribuir para a identificação de novas regiões com potencial vitícola dentro dos limites apresentado pelo próprio Sistema.

É o caso do zoneamento vitícola em desenvolvimento no Estado do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. Nesta grande região, os fatores climáticos de restrição são determinados pela ocorrência de geadas tardias, sobretudo em regiões de altitude. Outro fator é ligado à baixa soma de frio em período de inverno, em regiões de inverno mais ameno, e que reduz a taxa de brotação das gemas da videira. Assim, o zoneamento do Rio Grande do Sul está estruturado sobre 2 grupos de fatores climáticos: a) fatores climáticos de inaptidão e/ou restritivos para a videira e, b) fatores climáticos de qualidade e tipicidade da produção vitivinícola - utilizando os 3 índices do Sistema CCM Geovitícola (Tonietto, 2002).

### **3.15. Na Estimação do Impacto Microclimático em Relação a Mudanças nas Tecnologias Vitícolas**

Com o Sistema CCM Geovitícola podemos também refletir em termos de mudanças tecnológicas em nível do microclima da videira, com por exemplo através da mudança do sistema de condução e de manejo do solo. Uma simulação em um vinhedo situado em Bordeaux, França, vinhedo tradicional e solo nu, em relação a uma mudança tecnológica do tipo vinhedo em espaldeira alta ou em lira, com cobertura de 50% do solo nas entrelinhas, irá aumentar a interceptação da radiação, a temperatura da folhagem e alterar o balanço hídrico do solo. Nesta nova condição verificamos que o vinhedo aumenta o valor do IH (estimando um aumento de 0,5 °C ao nível da vegetação em período de verão) e reduz o valor do IS (Carbonneau e Tonietto, 1998). Neste exemplo, o vinhedo submetido à mudança tecnológica atinge um novo perfil microclimático em nível de folhagem da planta, que corresponde a um deslocamento climático em nível das regiões vitícolas mundiais em relação à situação clássica (similar à saída da condição de clima oceânico para uma condição de clima de transição oceânico - mediterrâneo).

### **3.16. Na Cartografia Climática das Regiões**

Para uma região específica, os índices do Sistema CCM Geovitícola podem ser cartografados com a utilização de modelos de terreno em Sistemas de Informação Geográficas - SIG, objetivando um verdadeiro zoneamento espacializado das potencialidades climáticas para a viticultura de qualidade.

## **BIBLIOGRAFIA**

AMERINE, M.A.; WINKLER, A.J. 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, v.15, 493-673.

- BONNARDOT, V.; PLANCHON, O.; CAREY, V; CAUTENET, S. 2002. Diurnal wind, relative humidity and temperature variation in the Stellenbosch-Groot Drakenstein wine-growing area. *South African J. Enol. Vitic.*, v.23, n.2, 62-71.
- CARBONNEAU, A.; TONIETTO, J. 1998. La géoviticulture: de la géographie viticole aux évolutions climatiques et technologiques à l'échelle mondiale. *Revue des Oenologues et des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques*, n.87, 16-18.
- HORMAZABAL, Sérgio; LYON, German, CARBONNEAU, Alain. 2002. Variabilité et limite du macroclimat viticole méditerranéen des Départements de l'Aude, de l'Hérault et du Gard, dans le Midi de la France. *Progrès Agricole et Viticole*, v.119, n.5, 102-110.
- HUGLIN, P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In : SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'ÉCOLOGIE DE LA VIGNE, 1, 1978. Constança, Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire. p.89-98.
- MORLAT, R. 2001. Terroirs viticoles : étude et valorisation. Chaintré: Oenoplurimédia Sarl. 118p. (Collection Avenir Oenologie; Colab. Gilbault, P., Rioux, D., Asselin, C. et Barbeau, G.)
- RIOU, Ch.; BECKER, N.; SOTES RUIZ, V.; GOMEZ-MIGUEL, V.; CARBONNEAU, A.; PANAGIOTOU, M.; CALO, A.; COSTACURTA, A.; CASTRO, R. de; PINTO, A.; LOPES, C.; CARNEIRO, L.; CLIMACO, P. 1994. Le déterminisme climatique de la maturation du raisin : application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne. Luxembourg, Office des Publications Officielles des Communautés Européennes. 322p.
- SEGUIN, G. 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bulletin de l'O.I.V.*, n.623, p.3-18.
- TONIETTO, J. 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France : méthodologie de caractérisation. (Thèse Doctorat). École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M. 233p.
- TONIETTO, J. 2001. Valorização do ecossistema: importância da regionalização vitivinícola na produção de vinhos de qualidade. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 8, 2001, Montevideo. *Annales*. Montevideo: Asociación de Enólogos del Uruguay, p.1-9. (CD rom).
- TONIETTO, J. 2002. Adaptation climatique de la vigne dans l'état du Rio Grande do Sul, Brésil: développement du Système de Classification Climatique Multicritères Viticole. In. INTERNATIONAL WORKSHOP IN TEMPERATE FRUIT TREES ADAPTATION IN

SUBTROPICAL AREAS, 2002, Pelotas Proceedings, Pelotas Embrapa Clima Temperado/Epagri. p.1

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. 1998. Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'A.O.C. Muscat du Ventoux dans le Département de Vaucluse. Progr. Agric. Vitic., v.115, n.12, 271-279.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. 1999. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 7 a 10 de dezembro de 1999, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho/Jorge Tonietto e Celito C. Guerra, ed. p.75-90.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. 2000. Système de Classification Climatique Multicritères (CCM) Géoviticole. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ZONIFICACION VITIVINÍCOLA, 3., Puerto de la Cruz, Tenerife, 2000. Annales. Puerto de la Cruz, Tenerife: OIV/Gesco, p.1-16 v. II.

TONIETTO, J.; GARRIDO, L. R.; SÔNEGO, O. R. 2002. Avaliação ex-ante do impacto de alterações climáticas do Complexo Energético do Rio das Antas sobre a viticultura regional. Bento Gonçalves: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho. 76p. (Relatório técnico).

# MODELOS CLIMÁTICOS DE ESTIMATIVA DE DATAS FENOLÓGICAS PARA A VIDEIRA

## 1. ESTIMATIVA DA DATA DA BROTAÇÃO DA VIDEIRA PARA A “SERRA GAÚCHA”, BRASIL\*

*Francisco Mandelli\*, Moacir Antonio Berlato\*\*, Jorge Tonietto\* Homero Bergamaschi\*\**

*\*EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.  
CNPUV – Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho  
Rua Livramento, 515 Caixa Postal 130 Bento Gonçalves, RS  
e mail: mandelli@cnpuv.embrapa.br*

*\*\*Departamento de Plantas forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS*

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi validar o modelo para a estimativa da brotação da videira desenvolvido por Pouget, na França, para as condições de Bento Gonçalves, RS, na “Serra Gaúcha”. A metodologia baseia-se nos efeitos da temperatura sobre a velocidade de brotação. Foram utilizadas as mesmas cultivares referência de Pouget para obter essas relações, sendo 1º de junho a data do início do somatório da temperatura. Os resultados permitiram classificar as cultivares de videira, quanto à brotação, em função do coeficiente de precocidade de brotação e mostraram que a metodologia pode ser aplicada, também, para as condições da “Serra Gaúcha”.

### INTRODUÇÃO

Previsões das principais fases fenológicas são uma exigência sentida na viticultura moderna, uma vez que visam a otimização das operações culturais. Por exemplo, a previsão da data de brotação possibilita a organização e racionalização da poda, determinação da data do tratamento fitossanitário de inverno e, se necessário, dos tratamentos para homogeneizar e aumentar a porcentagem de brotação das gemas da videira.

POUGET (1966, 1969, 1972) avaliou os potenciais de crescimento das gemas, de acordo com a variação de sua velocidade para iniciar a brotação, em função da temperatura, caracterizando e subdividindo o ciclo anual das gemas em cinco fases sucessivas, denominadas de pré-dormência, entrada em dormência, dormência, quebra da dormência e pós-dormência.

POUGET (1988), estabeleceu uma escala de precocidade de brotação para 22 cultivares de videira, para a região de Bordeaux, França, partindo da determinação, para cada cultivar, dos parâmetros soma das ações das temperaturas diárias, coeficiente varietal de precocidade de brotação e limiar de crescimento aparente que haviam sido estabelecidos por POUGET (1969).

---

\* Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho parcialmente financiado pelo PSPPG/CNPq-FAPERGS.

Utilizando os coeficientes determinados por POUGET (1988), SWANEPOEL *et al.* (1990) estimaram a data da brotação para as principais cultivares de videira de Stellenbosch, África do Sul.

O objetivo deste trabalho foi de validar o modelo para a estimativa da data da brotação da videira desenvolvido por POUGET (1988), para a França, verificando a aplicabilidade do mesmo às condições da “Serra Gaúcha”, já que ainda não existe nenhum modelo validado para a região.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, RS. Este município está localizado na região vitícola mais importante do Rio Grande do Sul, a Encosta Superior da Serra do Nordeste, conhecida como “Serra Gaúcha”.

Foram utilizados dados meteorológicos diários de temperatura mínima e máxima do ar (°C) do período de 1984 a 1994, da estação agroclimatológica localizada nas imediações do experimento. Os dados fenológicos de 20 cultivares de videira, sendo 16 *Vitis vinifera* e 4 *Vitis labrusca*, foram obtidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Uva e Vinho. As avaliações fenológicas foram realizadas, para todas as cultivares, em seis plantas com mais de três anos de idade, enxertadas no porta-enxerto 101-14 (*V. riparia* x *V. rupestris* 101-14 Mgt). O sistema de condução era a espaldeira alta, com poda tipo Guyot duplo arqueado, com varas de 12 a 16 gemas e esporões de duas gemas. Em cada ano, a poda de inverno e outras práticas culturais foram realizadas na mesma data para todas as cultivares. A data do início da brotação foi considerada quando 50% das gemas atingiram o 3º estágio da descrição proposta por BAILLOD & BAGGIOLINI (1993), chamado de ponta verde.

O método testado para a estimativa da brotação foi o de POUGET (1969, 1988), que está baseado na lei logarítmica da ação da temperatura sobre a velocidade de brotação, dada por:

$$V = K t^c \quad (1)$$

sendo V a velocidade de brotação, K o coeficiente da cultivar, c o coeficiente de precocidade de brotação e t a temperatura de brotação.

As ações diárias da temperatura são cumulativas, a partir de uma data do período de ecodormência das gemas, sendo calculadas pela expressão:

$$s_j = (K T_{\max}^c + K T_{\min}^c)/2 \quad (2)$$

onde  $s_j$  é o efeito da temperatura para o dia j,  $T_{\max}$  é a temperatura máxima do ar do dia j e  $T_{\min}$  é a temperatura mínima do ar do dia j.

A soma dos efeitos diários da temperatura (S) foi determinada por:

$$S = \sum s_j \quad (3)$$

A determinação da data de início da soma das temperaturas foi definida por POUGET (1969), em função da relação linear existente entre a soma das temperaturas (S) e o número de dias até a brotação (D), de acordo com a expressão:

$$S = a - bD \quad (4)$$

onde a e b são constantes e D é o número de dias da data base à brotação.

Para a determinação da data do início da soma (S), foram arbitradas as datas 1º, 11, 16 e 21 de junho e 1º de julho, objetivando selecionar a data que apresentasse maior coeficiente de correlação (r) entre o número de dias para o início da brotação e o somatório da temperatura (S).

Ainda segundo esse autor, a determinação do coeficiente varietal de precocidade de brotação (c) resulta da relação existente entre este coeficiente e a soma das temperaturas (S), dado pela expressão:

$$c = a - bS \quad (5)$$

Para a determinação do coeficiente da cultivar (K) foi utilizada a equação (POUGET, 1969):

$$\log K = 2,57403 - 1,72494 c \quad (6)$$

Para a determinação da temperatura de brotação ou temperatura-base de brotação (Tb), também foi utilizada a metodologia de POUGET (1969, 1988) que encontrou uma relação linear entre a temperatura de brotação e o coeficiente de precocidade de brotação (c), dada pela equação:

$$Tb = - 6,40 + 9,31 c \quad (7)$$

Utilizaram-se como referência as cultivares Perla de Csaba, Gewürztraminer, Merlot, Trebbiano e Cabernet Sauvignon e os coeficientes c e K e Tb de POUGET (1969). Uma vez definida a data de início da soma das temperaturas calcularam-se as equações para as cinco cultivares referência e, a partir destas, para as outras 15 cultivares.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Determinação da data de início do somatório da temperatura

As correlações entre o número de dias necessários para o início da brotação e o somatório da temperatura diária (S) foram 0,91, 0,89, 0,87, 0,86 e 0,83, respectivamente para 1º, 11, 16 e 21 de junho e 1º de julho. Utilizou-se, então, 1º de junho como a data base para o início de cálculo da soma térmica diária.

### 2. Determinação da soma da temperatura

A equação 8 mostra a existência de uma relação linear significativa ( $P < 0,05$ ) ( $R^2=0,82$ ) entre a soma da temperatura (S) e o número médio de dias até a data da brotação (D), para as cinco cultivares referência.

$$S = - 96,235D + 14420 \quad (8)$$

A utilização desta equação possibilitou calcular, a partir da duração média da brotação (D) de cada cultivar, a soma (S) para as demais cultivares (Tabela I).

### **3. Determinação do coeficiente de precocidade de brotação**

A equação 9 mostra que existe uma relação linear altamente significativa ( $P < 0,01$ ) ( $R^2=0,99$ ) entre o coeficiente de precocidade de brotação (c), obtido por POUGET (1988) e a soma da temperatura (S) para as cinco cultivares referência.

$$c = - 0,0003S + 2,971 \quad (9)$$

A utilização desta equação possibilitou calcular os valores do coeficiente de precocidade de brotação (c) para as demais cultivares (Tabela I).

O coeficiente de precocidade de brotação (c) foi utilizado por POUGET (1988) para o estabelecimento de uma escala de precocidade de brotação, uma vez que as cultivares reagem à temperatura de forma logarítmica, na qual os coeficientes são constantes, devendo se situar na mesma ordem, em uma escala de precocidade, independentemente do local e do ano.

Quando os coeficientes de precocidade de brotação são próximos uns dos outros, as datas da brotação serão similares. As pequenas diferenças nas datas de brotação somente serão confirmadas com a realização de observações precisas e repetidas por muitos anos.

A Figura 1 apresenta a relação entre o número de dias observados e estimados para a brotação das 20 cultivares de videiras. Observa-se que a distribuição dos pontos, junto à reta 1:1, é relativamente uniforme, tanto para as cultivares que necessitaram menor número de dias para iniciar a brotação quanto para as que necessitam maior número de dias.

### **4. Determinação do coeficiente da cultivar**

Para a determinação do coeficiente da cultivar (K) foi utilizada a equação (6) proposta por POUGET (1969), que possibilitou calcular os valores do coeficiente da cultivar (K) para as demais cultivares, conforme apresentado na Tabela I.

### **5. Determinação da temperatura mínima basal (Temperatura-base)**

POUGET (1969) constatou a existência de uma relação linear significativa entre a temperatura-base ( $T_b$ ) e o coeficiente de precocidade de brotação (c) para as cultivares referência, expresso pela equação (7). A partir dessa equação foi calculada a temperatura-base ( $T_b$ ) para as demais cultivares, conforme apresentado na Tabela I.

É importante salientar que outros fatores, como porta-enxerto, vigor das plantas, sistema de condução, época da poda, carga de gemas e manejo do solo, também são importantes para a

determinação da época de brotação de uma cultivar. Mesmo assim, pode-se concluir que essa metodologia permite prever a data da brotação, na “Serra Gaúcha”, com antecedência suficiente para que o viticultor possa organizar e racionalizar a poda, determinar a data mais adequada para o tratamento fitossanitário de inverno e, se for necessário, de tratamento para induzir a quebra da dormência das gemas da videira.

### **CONCLUSÃO**

O modelo proposto por Pouget, utilizando-se os coeficiente desenvolvidos e a partir de 1º de junho, também pode ser aplicado às condições da “Serra Gaúcha”.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

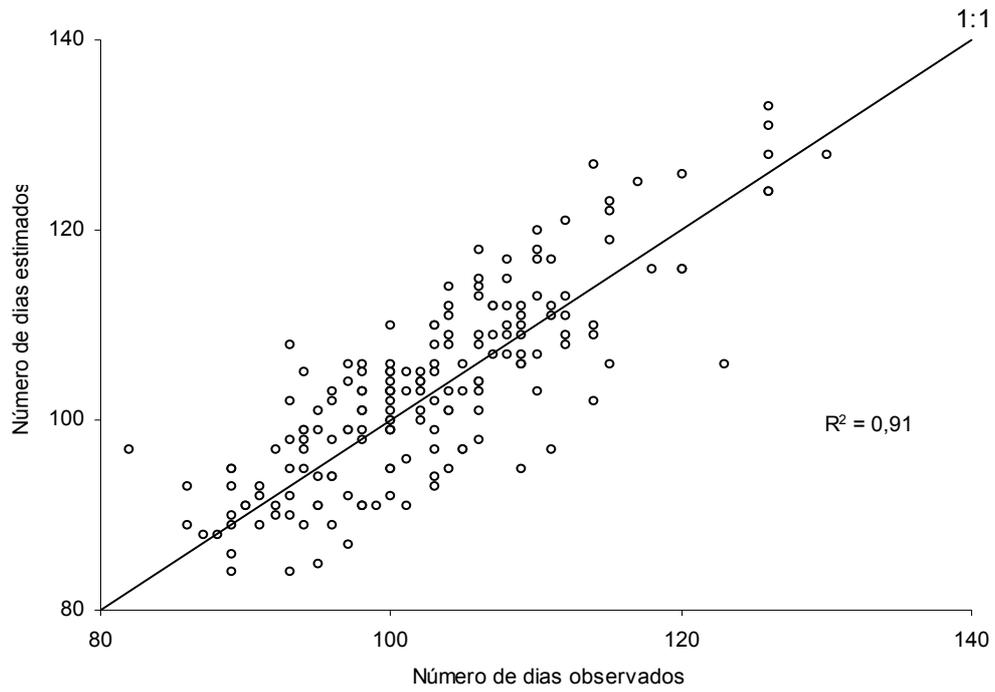
- BAILLOD M. et BAGGIOLINI M., 1993. Les stades repères de la vigne. Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture, 28, 7-9.
- POUGET R., 1972. Considérations générales sur le rythme végétatif et la dormence des bourgeons de la vigne. Vitis, 11, 198-217.
- POUGET R., 1966. Étude du rythme végétatif: caractères physiologiques liés a la précocité de débourrement chez la vigne. Annales de l'amélioration des plantes, 16, 81-100.
- POUGET R., 1969. Étude méthodologique de la précocité relative de débourrement chez la vigne. Annales de l'amélioration des plantes, 19, n°1, 81-90.
- POUGET R., 1988. Le débourrement des bourgeons de la vigne: méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. Connaissance de la Vigne et du Vin, 22, n°2,105-123.
- SWANEPOEL J. J.,VILLIERS F. S. de et POUGET R., 1990. Predicting the date of bud burst in grapevines. South African Journal for Enology and Viticulture, 11, n°1, 46-49.

**Tabela i.** Parâmetros para estimar a data de brotação de 20 cultivares de videira. Período 1984/94, Bento Gonçalves, RS.

Cultivar	D	DP	S	c	K	Tb
Perla de Csaba*	89,3	0,5	5736,09	1,285	2,270	5,6
Chardonnay	90,2	5,0	5739,60	1,249	2,626	5,2
Niágara Branca	95,4	6,8	5239,18	1,399	1,447	6,6
Pinot Noir	97,1	4,7	5075,58	1,448	1,191	7,1
Gewürztraminer*	97,5	4,6	5359,78	1,442	1,214	7,0
Chasselas Blanc	97,7	6,3	5017,84	1,466	1,111	7,2
Ives	98,2	6,7	4969,72	1,480	1,050	7,4
Chenin Blanc	98,4	4,6	4950,48	1,486	1,026	7,4
Grenache	98,7	6,5	4921,61	1,495	0,991	7,5
Riesling Itálico	100,2	5,2	4777,25	1,538	0,834	7,9
Carignane	100,3	5,7	4767,63	1,541	0,825	7,9
Concord	101,3	5,8	4671,39	1,570	0,736	8,2
Merlot*	104,4	5,0	4382,39	1,702	0,444	9,4
Cabernet Franc	104,6	4,9	4353,82	1,665	0,504	9,1
Shiraz	104,7	5,0	4344,20	1,668	0,498	9,1
Isabel Sport	105,9	5,9	4228,71	1,702	0,434	9,4
Sauvignon Blanc	107,3	4,2	4093,98	1,743	0,370	9,8
Cab. Sauvignon*	109,0	6,2	3265,92	2,000	0,133	12,2
Trebbiano*	113,4	6,6	3934,19	1,865	0,223	11,0
Moscato Branco	122,2	6,7	2660,08	2,173	0,067	13,8

\* Cultivares referência, c, K e Tb obtidos por Pouget (1988)

D = Número médio de dias para a brotação (calculados a partir de 1° de junho); DP = Desvio padrão de D; S = Soma da temperatura; c = Coeficiente de precocidade de brotação da cultivar; K = Coeficiente da cultivar; Tb = Temperatura-base de brotação.



**Figura 1.** Relação entre número de dias observados e estimados para a data de início da brotação de 20 cultivares de videira no período de 1984/94. Bento Gonçalves, RS.

# MODELOS CLIMÁTICOS DE ESTIMATIVA DE DATAS FENOLÓGICAS PARA A VIDEIRA

## 2. ESTIMATIVA DAS DATAS DA FLORAÇÃO, MUDANÇA DE COR DAS BAGAS E COLHEITA PARA A 'SERRA GAÚCHA', BRASIL

*Francisco Mandelli\**, *Moacir Antonio Berlato\*\**, *Jorge Tonietto\** *Homero Bergamaschi\*\**

*\*EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.  
CNPUV – Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho  
Rua Livramento, 515 Caixa Postal 130 Bento Gonçalves, RS  
e mail: mandelli@cnpuv.embrapa.br*

*\*\*Departamento de Plantas forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS*

### RESUMO

A previsão das data fenológicas é importante para o viticultor, pois possibilita tomadas de decisão quanto às práticas de manejo necessárias para o desenvolvimento e a produção da videira. O objetivo do trabalho foi estimar as datas da floração, mudança de cor das bagas e colheita de dez cultivares de videira da “Serra Gaúcha”. Foram testados diferentes métodos de soma de temperatura e temperatura-base, tendo como ponto de partida do somatório da temperatura a data fenológica da brotação. Os resultados mostraram que a separação das cultivares segundo o grupo de brotação (precoce ou tardia) melhorou os valores dos critérios estatísticos utilizados para a definição do modelo. Foi possível prever as datas da floração, mudança de cor das bagas e colheita com desvio padrão médio de dois, três e cinco dias, respectivamente.

### INTRODUÇÃO

A previsão, com certa antecedência, das datas fenológicas é de extrema importância na viticultura pois possibilita a otimização das operações culturais.

Diversos estudos e modelos climáticos foram desenvolvidos para estimar as datas fenológicas da videira, como os de Caló (1972), Due *et al.* (1993), Muñoz *et al.* (1997) e Oliveira (1998). Para Riou *et al.* (1994), os modelos levam em consideração a influência positiva da temperatura na duração do subperíodo da brotação-floração, a importância da data da floração e a relativa constância de duração do subperíodo floração-mudança de cor das bagas.

Besselat *et al.* (1995), desenvolveram uma metodologia para a estimativa da data da floração, considerando a hipótese de que a floração somente acontece após alcançar uma determinada soma de temperatura. Utilizando diferentes temperatura-base e datas para o início do somatório da temperatura, eles encontraram correlações altamente significativas, entre as datas estimadas e as observadas, para quatro regiões produtoras de uvas da França e uma de Portugal.

O objetivo do trabalho foi estimar as datas da floração, mudança de cor das bagas e colheita de dez cultivares de videira da “Serra Gaúcha”.

## MATERIAL E MÉTODOS

### a) Estimativa da data da floração

Para o ajuste dos modelos foram utilizados dados fenológicos das cultivares Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Concord, Ives, Merlot, Moscato Branco, Pinot Noir, Riesling Itálico e Trebbiano, no período de 1984 a 1994.

Estas cultivares foram analisadas individualmente, em conjunto e em grupos, segundo as datas de brotação: a) precoce - Chardonnay, Concord, Ives, Merlot, Pinot Noir e Riesling Itálico; b) tardia - Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Moscato Branco e Trebbiano.

Para a estimativa da data de floração foram avaliados modelos cujas variáveis independentes foram:

$$1. \Sigma T_{\min} > 0 \quad (1)$$

$$2. \Sigma T_{\text{med}} > 0 \quad (2)$$

$$3. \Sigma T_{\text{med}} > 10 \quad (3)$$

$$4. \Sigma T_{\text{med}} > 12 \quad (4)$$

$$5. \Sigma(T_{\text{med}} - 10) \quad (5)$$

$$6. \Sigma(T_{\text{med}} - T_b) \quad (6)$$

$$7. \Sigma(T_{\text{med}} - 12) \quad (7)$$

$$8. ((\Sigma T_{\text{med}} > 10) + \Sigma(T_{\text{max}} - 10))/2 \quad (8)$$

$$9. ((\Sigma T_{\text{med}} - 10) + \Sigma(T_{\text{max}} - 10))/2 \quad (9)$$

$$10. \Sigma(T_{\text{max}} - 10) \quad (10)$$

onde  $T_{\min}$  é a temperatura mínima diária (°C),  $T_{\text{med}}$  é a temperatura média diária (°C),  $T_{\text{max}}$  é a temperatura máxima diária (°C) e  $T_b$  é a temperatura-base, sendo esta resultante da equação  $T_b = -6,40 + 9,31 c$ , onde  $c$  é o coeficiente varietal de precocidade de brotação (Pouget, 1969).

Essas equações tiveram a data da brotação de cada cultivar como início do somatório.

A qualidade de estimativa dos modelos foi avaliada conforme metodologia proposta por Besselat *et al.* (1995), que está fundamentada em quatro critérios estatísticos: a) média dos valores absolutos dos desvios (MAE) entre a data observada da floração (DR) e a data estimada (DE); b) erro quadrático médio (EQM), que corresponde à média dos quadrados dos desvios entre DR e

DE; c) coeficiente de variação (CV) das necessidades térmicas médias (NTM); d) coeficiente de correlação entre DR e DE.

### **b) Estimativa da data de mudança de cor das bagas**

Foram utilizados os mesmos métodos, cultivares, período e teste de validação daqueles empregados na estimativa da data da floração.

### **c) Estimativa da data da colheita**

Foram utilizados os mesmos métodos, cultivares, período e teste de validação daqueles empregados na estimativa da data da floração.

Para a validação dos modelos de estimativa da data da floração, mudança de cor das bagas e colheita foi utilizada a cv. Concord, durante as safras 1995 a 2001.

## **RESULTADOS**

### **1. Estimativa da floração**

Os resultados dos modelos de estimativa da data da floração, para um conjunto das dez cultivares de videira são apresentados na Tabela 1. Constata-se que o melhor modelo foi o da fórmula 9, baseada no índice de Huglin (1978). Segundo este modelo, a floração necessitou um acúmulo de 430°C, com média dos valores absolutos dos desvios de 2,04 dias e correlação de 0,89 entre as datas observadas e as estimadas pelo modelo. Verifica-se, ainda, que o número médio de anos em que os desvios foram superiores a 4 dias foi de 1,4.

O modelo 3 também apresentou resultados similares aos do modelo 9, quanto aos critérios estatísticos analisados. Os modelos de menor desempenho foram 1, 7 e 10.

Resultados semelhantes foram obtidos por Basselat *et al.* (1995), para diversas regiões francesas, nas quais, para os melhores modelos, o número de anos com desvios superiores a 4 dias foram de 1 para a cv. Merlot, 5 para a cv. Pinot Noir e 0 para a cv. Trebbiano.

Tonietto (1999) estimou a data da floração da cv. Syrah para 18 mesoclimas do sul da França, com desvio padrão de 3,5 dias, valor esse considerado satisfatório para aquela região, que apresenta clima com características sazonais mais definidas do que aquele da “Serra Gaúcha”.

**Tabela 1.** Análise comparativa dos modelos de estimativa da data da floração para as dez cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS. Média do período 1984/94.

Modelo	NTM	MAE	EQM	CV- NTM	Correlação DR e DE	Nº Anos desv > 4
1-T <sub>mim</sub> >0	558	2,41	10,71	8,60	0,85**	2,3
2-T <sub>med</sub> >0	785	2,30	10,79	8,36	0,86**	1,7
3-T <sub>med</sub> >10	770	2,16	9,14	7,81	0,88**	1,5
4-T <sub>med</sub> >12	742	2,19	8,71	7,91	0,88**	1,4
5-T <sub>med</sub> -10	319	2,32	9,62	9,11	0,87**	1,3
6-T <sub>med</sub> -T <sub>b</sub>	364	2,26	10,38	9,39	0,86**	1,7
7-T <sub>med</sub> -12	232	2,83	15,02	11,65	0,84**	2,5
8-(( $\sum$ T <sub>med</sub> >10)+ $\sum$ (T <sub>max</sub> -10))/2	895	2,35	10,88	7,79	0,87**	1,9
9-(( $\sum$ T <sub>med</sub> -10)+ $\sum$ (T <sub>max</sub> -10))/2	430	2,04	8,28	7,96	0,89**	1,4
10- $\sum$ (T <sub>max</sub> -10)	1017	2,50	13,10	9,14	0,83**	2,0

\*\* Significativo a P < 0,01.

NTM- Necessidades térmicas médias (°C); MAE- Média dos valores absolutos dos desvios (dias); EQM- Erro quadrático médio; CV-NTM- Coeficiente de variação das NTM; Correlação DR e DE- Coeficiente de correlação entre DR (data observada da floração) e DE (data estimada da floração); Nº Anos desv >4- Numero de anos com desvios maiores de quatro dias entre DR e DE.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos modelos de estimativa da data da floração para as seis cultivares de brotação precoce. Verifica-se que o mesmo modelo 9 é o que apresenta menor média dos valores absolutos dos desvios, maior correlação e menor número de anos com desvios superiores a 4 dias entre as datas observadas e as datas estimadas. Constata-se, portanto, que a separação das cultivares por grupo de brotação, no caso das precoces, melhora os valores dos critérios estatísticos utilizados na escolha do modelo.

**Tabela 2.** Análise comparativa dos modelos de estimativa da data da floração para as cultivares de videira de brotação precoce. Bento Gonçalves, RS. Média do período 1984/94.

Modelo	NTM	MAE	EQM	CV- NTM	Correlação DR e DE	Nº Anos desv > 4
1-Tmim>0	542	2,20	9,60	8,06	0,90**	2,2
2-Tmed>0	771	2,38	11,62	8,43	0,89**	1,6
3-Tmed>10	748	2,13	8,76	7,62	0,92**	1,4
4-Tmed>12	712	2,40	10,71	7,60	0,91**	1,2
5-Tmed-10	298	2,06	8,00	8,88	0,92**	1,2
6-Tmed-Tb	433	1,98	8,27	7,85	0,91**	2,0
7-Tmed-12	211	2,57	12,92	11,67	0,90**	1,8
8-(( $\sum T_{med} > 10$ ) + $\sum (T_{max} - 10)$ )/2	871	2,35	10,86	8,30	0,90**	1,8
9-(( $\sum T_{med} - 10$ ) + $\sum (T_{max} - 10)$ )/2	407	1,95	8,05	8,18	0,92**	1,2
10- $\sum (T_{max} - 10)$	999	2,70	14,86	9,32	0,85**	2,2

\*\* Significativo a  $P < 0,01$ .

NTM- Necessidades térmicas médias (°C); MAE- Média dos valores absolutos dos desvios (dias); EQM- Erro quadrático médio; CV-NTM- Coeficiente de variação das NTM; Correlação DR e DE- Coeficiente de correlação entre DR (data observada da floração) e DE (data estimada da floração); Nº Anos desv >4- Numero de anos com desvios maiores de quatro dias entre DR e DE.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos modelos de estimativa da data da floração para as cultivares de brotação tardia. Constata-se, também, que o modelo 9 foi o que apresentou melhores resultados, apesar dos parâmetros analisados indicarem pior desempenho em relação àqueles das cultivares precoces ou do conjunto de cultivares.

Esses resultados mostram que as datas da floração podem ser previstas, a partir da data da brotação, com desvio médio de 2 dias. Esses valores podem ser considerados muito bons para as condições da “Serra Gaúcha”, uma vez que o nível de exatidão na coleta dos dados fenológicos é de 1 a 2 dias, conforme comentaram Besselat *et al.* (1995).

**Tabela 3.** Análise comparativa dos modelos de estimativa da data da floração para as cultivares de videira de brotação tardia. Bento Gonçalves, RS. Média do período 1984/94.

Modelo	NTM	MAE	EQM	CV- NTM	Correlação DR e DE	Nº Anos desv > 4
1-T <sub>mim</sub> >0	574	2,67	12,14	9,13	0,69**	2,4
2-T <sub>med</sub> >0	800	2,20	9,71	8,28	0,77**	1,8
3-T <sub>med</sub> >10	793	2,20	9,63	7,99	0,77**	1,6
4-T <sub>med</sub> >12	772	2,30	9,61	8,22	0,76**	1,6
5-T <sub>med</sub> -10	341	2,65	11,71	9,33	0,74**	1,4
6-T <sub>med</sub> -T <sub>b</sub>	295	2,61	13,10	10,92	0,75**	2,0
7-T <sub>med</sub> -12	253	3,16	17,73	11,64	0,69**	3,2
8-(( $\sum$ T <sub>med</sub> >10)+ $\sum$ (T <sub>max</sub> -10))/2	918	2,34	10,92	7,28	0,78**	2,0
9-(( $\sum$ T <sub>med</sub> -10)+ $\sum$ (T <sub>max</sub> -10))/2	454	2,16	8,57	7,75	0,79**	1,6
10- $\sum$ (T <sub>max</sub> -10)	1035	2,26	10,83	8,95	0,76**	1,8

\*\* Significativo a P < 0,01.

NTM- Necessidades térmicas médias (°C); MAE- Média dos valores absolutos dos desvios (dias); EQM- Erro quadrático médio; CV-NTM- Coeficiente de variação das NTM; Correlação DR e DE- Coeficiente de correlação entre DR (data observada da floração) e DE (data estimada da floração); Nº Anos desv >4- Numero de anos com desvios maiores de quatro dias entre DR e DE.

## 2. Estimativa da mudança de cor das bagas

Para a modelagem da data da mudança de cor das bagas foram utilizados os mesmos modelos de estimativa da data de floração, tendo como origem do somatório da temperatura a data da brotação. A data da floração também foi utilizada como origem do somatório das temperaturas, mas o desempenho dos modelos foi inferior àqueles da brotação.

A Tabela 4 apresenta os resultados dos modelos de estimativa da data da mudança de cor das bagas para um conjunto das dez cultivares de videira. Constata-se que o modelo 4 teve o melhor desempenho. Por esse modelo foram necessários 2.188°C para a mudança de cor das bagas, com média dos valores absolutos dos desvios de 3,09 dias e correlação de 0,79 entre as datas observadas e as estimadas pelo modelo.

Tonietto (1999) estimou a data da mudança de cor das bagas da cv. Syrah, para o sul da França, com desvio padrão de 4 dias, valor pouco superior ao da estimativa da data da floração para aquela região.

Da mesma forma que para a floração, os resultados mostraram que a separação das cultivares, de acordo com a data da brotação, melhora os valores dos parâmetros das cultivares

precoces e que os melhores modelos de estimativa da data da mudança de cor das bagas são os mesmos, independente dos grupos das cultivares.

Os resultados dos modelos de estimativa da data da mudança de cor das bagas mostraram que a mesma pode ser prevista, a partir da data da brotação, com desvio médio de 4 dias, que pode ser considerado satisfatório para as condições da “Serra Gaúcha”.

**Tabela 4.** Análise comparativa dos modelos de estimativa da data da mudança de cor das bagas para as dez cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS. Média do período 1984/94.

Modelo	NTM	MAE	EQM	CV-NTM	Correlação DR e DE	Nº Anos desv > 4
1-T <sub>mim</sub> >0	1654	3,50	27,39	5,68	0,71**	3,0
2-T <sub>med</sub> >0	2238	3,41	23,86	5,21	0,75**	3,1
3-T <sub>med</sub> >10	2219	3,15	20,83	4,89	0,78**	2,8
4-T <sub>med</sub> >12	2188	3,09	19,82	4,83	0,79**	3,1
5-T <sub>med</sub> -10	1071	3,51	29,21	6,40	0,71**	3,0
6-T <sub>med</sub> -T <sub>b</sub>	1177	3,32	27,98	6,33	0,72**	2,9
7-T <sub>med</sub> -12	845	3,79	34,61	7,48	0,70**	3,1
8-(( $\sum T_{med}>10$ )+ $\sum(T_{max}-10)$ )/2	2511	3,42	22,92	4,79	0,76**	3,1
9-(( $\sum T_{med}-10$ )+ $\sum(T_{max}-10)$ )/2	1359	3,49	24,81	5,77	0,74**	3,4
10- $\sum(T_{max}-10)$	2821	3,77	25,34	5,34	0,73**	3,7

\*\* Significativo a P < 0,01.

NTM- Necessidades térmicas médias (°C); MAE- Média dos valores absolutos dos desvios (dias); EQM- Erro quadrático médio; CV-NTM- Coeficiente de variação das NTM; Correlação DR e DE- Coeficiente de correlação entre DR (data observada da mudança de cor) e DE (data estimada da mudança de cor); Nº Anos desv >4- Numero de anos com desvios maiores de quatro dias entre DR e DE.

### 3. Estimativa da data da colheita

Para a modelagem da data da colheita foram utilizados os mesmos modelos de estimativa da data de floração, tendo como origem do somatório da temperatura a data da brotação. As datas da floração e mudança de cor das bagas, como origem do somatório da temperatura, também foram utilizadas, mas o desempenho dos modelos foi inferior aos da data da brotação.

Os parâmetros de comparação dos modelos de estimativa da data da colheita, para um conjunto das dez cultivares de videira, são apresentados na Tabela 5. Constata-se que o modelo 3 teve o melhor desempenho, com média dos valores absolutos dos desvios de 4,6 dias, correlação

de 0,74 entre as datas observadas e as estimadas e número médio de anos com desvios superiores a 4 dias de 4,3.

Da mesma forma que para a floração e a mudança de cor das bagas, os resultados mostraram que a separação das cultivares, de acordo com a data da brotação, melhora os valores dos parâmetros das cultivares precoces e que os melhores modelos de estimativa da data da colheita são os mesmos, independente dos grupos das cultivares.

**Tabela 5.** Análise comparativa dos modelos de estimativa da data da colheita para as dez cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS. Média do período 1984/94.

Modelo	NTM	MAE	EQM	CV- NTM	Correlação DR e DE	Nº Anos desv > 4
1-T <sub>mim</sub> >0	2280	4,65	43,00	5,02	0,75**	4,9
2-T <sub>med</sub> >0	3035	4,76	44,53	5,00	0,73**	4,6
3-T <sub>med</sub> >10	3016	4,60	42,87	5,04	0,74**	4,3
4-T <sub>med</sub> >12	2985	4,69	44,20	5,10	0,74**	4,4
5-T <sub>med</sub> -10	1513	5,02	50,25	6,02	0,72**	4,6
6-T <sub>med</sub> -T <sub>b</sub>	1637	4,91	51,30	5,95	0,71**	4,5
7-T <sub>med</sub> -12	1215	5,39	58,68	6,71	0,69**	4,6
8-(( $\sum T_{med}>10$ )+ $\sum(T_{max}-10)$ )/2	3375	5,04	54,10	5,12	0,67**	5,1
9-(( $\sum T_{med}-10$ )+ $\sum(T_{max}-10)$ )/2	1886	4,91	52,20	5,93	0,70**	4,3
10- $\sum(T_{max}-10)$	3789	5,03	49,63	5,27	0,70**	4,8

\*\* Significativo a  $P < 0,01$ .

NTM- Necessidades térmicas médias (°C); MAE- Média dos valores absolutos dos desvios (dias); EQM- Erro quadrático médio; CV-NTM- Coeficiente de variação das NTM; Correlação DR e DE- Coeficiente de correlação entre DR (data observada da colheita) e DE (data estimada da colheita); Nº Anos desv >4- Numero de anos com desvios maiores de quatro dias entre DR e DE.

Os resultados mostraram que os parâmetros avaliados foram mais adequados para a estimativa da data da floração do que para a data da mudança de cor das bagas e do que para a data da colheita. Isto quer dizer que outros elementos climáticos ou a própria carga genética das cultivares, e não somente a temperatura, interferem na fenologia da videira (Caló *et al.*, 1994; Caló *et al.*, 1998), de forma crescente a partir da data da brotação até a colheita da uva.

#### 4. Validação dos modelos para a estimativa da floração, mudança de cor das bagas e colheita da cv. Concord

Analisando-se os diferentes modelos para a data da floração da cv. Concord verifica-se que o modelo 8 foi o que apresentou melhor estimativa, com média da amplitude dos desvios de 1 dia, coeficiente de correlação de 0,89 e 1 ano com desvios superiores a 4 dias entre as datas observadas e as estimadas. Para a data da mudança de cor das bagas o modelo 4 foi o que apresentou melhor desempenho, com média da amplitude dos desvios de 3,9 dias, coeficiente de correlação de 0,74 e 4 anos com desvios superiores a 4 dias. O modelo 1 foi o melhor para a estimativa da data da colheita da cv. Concord, com média da amplitude dos desvios de 4,9 dias, coeficiente de correlação de 0,74 e 6 anos com desvios superiores a 4 dias.

A Tabela 6 apresenta os parâmetros do teste de validação dos melhores modelos para a estimativa da data da floração, mudança de cor das bagas e colheita da cv. Concord, nas safras independentes de 1995 a 2001.

**Tabela 6.** Resultados do teste de validação dos melhores modelos para a estimativa da data da floração, mudança de cor das bagas e colheita da cv. Concord. Bento Gonçalves, RS, período 1995 a 2001.

	Floração			Mudança de cor			Colheita		
	Modelo 8			Modelo 4			Modelo 1		
Safra	DR	DE	Dif	DR	DE	Dif	DR	DE	Dif
1995	43	40	3	129	117	12	162	147	15
1996	38	39	-1	119	119	0	160	153	7
1997	44	40	4	117	111	6	143	141	2
1999	52	45	7	129	124	5	157	153	4
2000	46	44	2	125	123	2	155	155	0
2001	39	41	-2	117	115	2	150	143	7
Média	43,7	41,5	3,2	122,7	118,2	4,5	154,5	148,7	5,8
r	0,84*			0,69ns			0,48ns		
Dpad	5,1	2,4	3,3	5,7	4,9	4,3	7	5,9	5,3

\*-Significativo a  $P < 0,05$ ; ns- Não significativo; DR- Data observada; DE- Data estimada; Dif- Diferença entre DR e DE; r- Correlação entre DR e DE; Dpad- Desvio padrão de DR, de DE e das diferenças DR e DE.

Os resultados médios obtidos no período independente, para a cv. Concord, mostraram comportamento semelhante aos do ajuste dos modelos, com melhores estimativas para a data da floração do que para a data da mudança de cor das bagas e data da colheita.

Analisando-se os resultados dos modelos de estimativa das datas da floração, mudança de cor das bagas e colheita para a cv. Concord, para o conjunto de cultivares e para o grupo de brotação precoce, no período de ajuste 1984 a 1994, constata-se que, praticamente, não existem diferenças entre os parâmetros analisados, podendo ser adotado qualquer um dos melhores modelos para a estimativa dessas respectivas datas fenológicas. Isto é, a aproximação na estimativa das datas fenológicas é semelhante quando se utiliza o modelo para a cv. Concord, o conjunto de cultivares ou para o grupo das cultivares de brotação precoce.

## CONCLUSÃO

As estimativas das datas da floração, mudança de cor das bagas e colheita, podem ser efetuadas através de modelos com base na temperatura, com suficiente aproximação, para as videiras da “Serra Gaúcha”, independentemente se a data da brotação é precoce ou tardia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BESSELAT, B.; DROUET, G.; PALAGOS, B. Metodologia pour déterminer le besoin thermique nécessaire au départ de la floraison de la vigne. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, Bordeaux*, v.29, n.4, p.171-182, 1995.
- CALÓ, A. Influenza di alcune condizioni ambientali sull'epoca di fioratura nella *Vitis vinifera* L. *Rivista di Viticoltura e di Enologia, Conegliano*, v.25, n.4, p.149-161, 1972.
- CALÓ, A. *et al.* The effects of temperature thresholds on grapevine (*Vitis* sp) bloom: an interpretative model. *Rivista di Viticoltura e di Enologia, Conegliano*, v.47, n.1, p.3-14, 1994.
- CALÓ, A.; COSTACURTA, A.; CARRARO, R. La stabilità all'ambiente dei caratteri delle vite: l'esempio della fenologia. *Rivista di Viticoltura e di Enologia, Conegliano*, n.1, p.3-16, 1998.
- DUE, G. *et al.* Modelling grapevine phenology against weather: considerations based on a large data set. *Agricultural Forest Meteorology, Amsterdam*, v.65, p. 91-106, 1993.
- HUGLIN, P. Nouveau mode d'évolution des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, Paris*, p.1117-1126, 1978.

- MUÑOZ, G.; ORTIZ, J. M.; CABELLO, F. Phénologie des variétés de vigne et des clones cultivés dans la “Comunidad de Madrid” (Espagne). Incidence des facteurs climatiques. Bulletin de l’Office International de la Vigne et du Vin, Paris, n. 797-798, p.537-553, 1997.
- OLIVEIRA, M. Calculation of budbreak and flowering base temperatures for *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa in the Douro region of Portugal. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.49, n.1, p.74-78, 1998.
- POUGET, R. Étude méthodologique de la précocité relative de débournement chez la vigne. Annales de l’amélioration des plantes, Versailles, v.19, n.1, p. 81-90, 1969.
- RIOU, C. *et al.* Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, 1994. 332p. (Collaborateurs: BECKER, N. *et al.*).
- TONIETTO, J. Les macroclimats viticoles mondiaux et l’influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation. 1999. 233 f: Thèse (Doctorat en Biologie de l’Evolution et Ecologie)- École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, 1999.

# **CARACTERISTICAS GENERALES DEL CLIMA DE URUGUAY SU RELACION CON LA REGIONALIZACION VITICOLA**

*Rodolfo Pedocchi*

*Universidad de La República. Facultad de Agronomía  
Av. Garzón 780 12400 Montevideo*

Para describir brevemente el clima de Uruguay analizaremos sus tres componentes básicos:

- 1. Componente astronómica**
- 2. Componente de circulación**
- 3. Componente geográfica**

## **1. COMPONENTE ASTRONÓMICA**

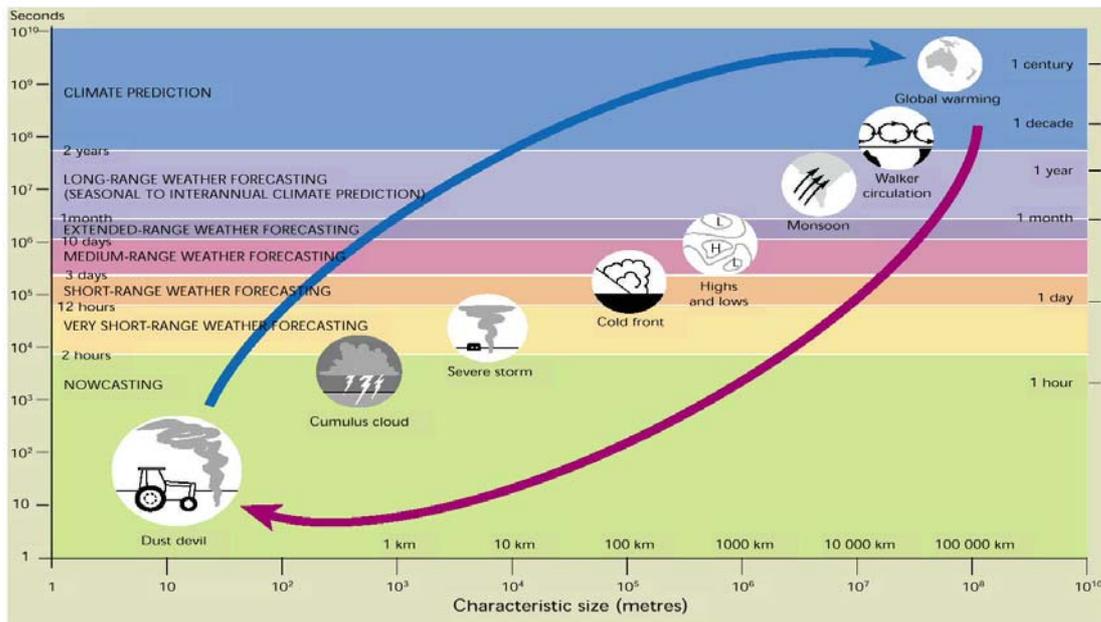
Uruguay se ubica entre latitudes 30° y 35 ° S. Esta posición determina los niveles de radiación solar que se reciben a lo largo del año. Con información climática (Dir. Nac. de Meteorología, Normales Climatológicas - Período 1961-1990) y utilizando la metodología propuesta por Angström (1924), se constata que los niveles de energía recibidos en el país no son significativamente diferentes entre las diferentes localidades que cubren todo su territorio.

Sin embargo, es destacable la marcada estacionalidad de los niveles estimados de radiación solar global, donde la relación entre los meses estivales y los meses invernales es prácticamente 3:1.

## **2. COMPONENTE DE CIRCULACIÓN**

La atmósfera es un sistema termohidrodinámico de extraordinaria complejidad donde las escalas generales más reconocidas del movimiento son:

- Macroescala: considera los movimientos que se desarrollan en escalas mayores a los 2000 Km., por ejemplo los movimientos en ondas largas en la alta atmósfera.
- Mesoescala: son los movimientos entre los 2 y 2000 Km. y considera los frentes, las líneas de inestabilidad, las tormentas, etc.
- Microescala: son los movimientos por debajo de los 2 Km. y en él se consideran los tornados, las ráfagas y la convección profunda en la atmósfera.



**Escalas espacio - temporales y fenómenos característicos en la atmósfera. Fuente: O.M.M.**

En promedio, el equilibrio energético se mantiene para períodos suficientemente largos. En las regiones polares el balance de radiación en superficie es negativo, se emite más de lo que se recibe, mientras que en las zonas de latitudes bajas ocurre lo contrario. La necesaria redistribución del calor sobre el planeta se logra por un transporte convectivo – advectivo, a través del movimiento de la atmósfera y los océanos.

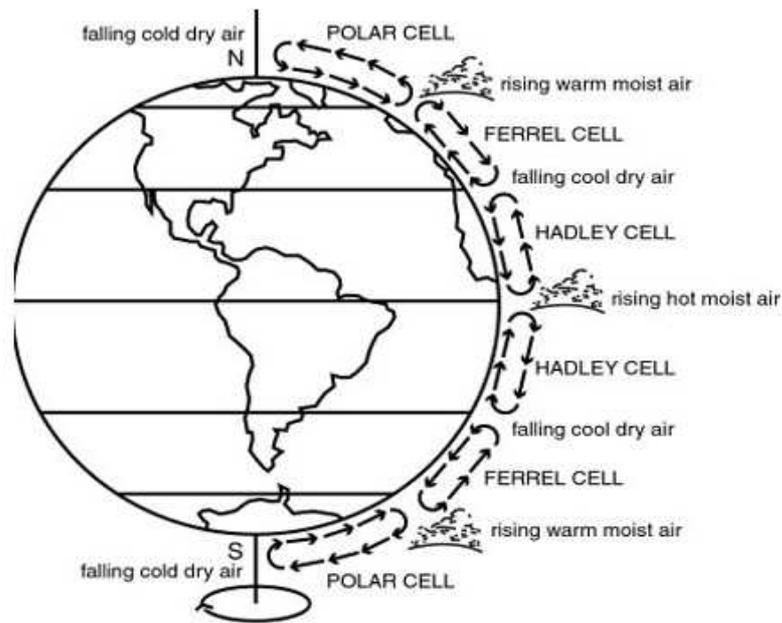
La atmósfera se mueve como una gigantesca máquina térmica, donde la fuente de calor está ubicada en las zonas ecuatoriales, y el sumidero en las regiones polares. La circulación general es un sistema de corrientes extremadamente complejo. Muchos estudios teóricos del sistema se basan en la investigación estadística de observaciones de superficie y altura a escala planetaria. Debe señalarse que debido a la fuerza de Coriolis, en el hemisferio sur el viento en los centros de alta presión se desvía hacia la izquierda (circulación anticiclónica) y en las bajas presiones se desvía hacia la derecha (circulación ciclónica).

En la siguiente figura puede observarse que existe una zona ecuatorial de bajas presiones que da lugar a la llamada zona de convergencia intertropical (ZCIT) de los vientos alisios; en los niveles bajos esta convergencia es compensada por la divergencia existente en la alta atmósfera. Otra área de baja presión puede notarse hacia los 60° de latitud, constituyendo el cinturón subpolar de baja presión que coincide con la zona del frente polar. La convergencia en las capas bajas y la divergencia en altura también es característico de esta zona.

Por otra parte, sobre los polos y hacia los 35° de latitud, hay regiones de alta presión, que provocan divergencia en superficie, convergencia en altura y consecuentemente con esto,

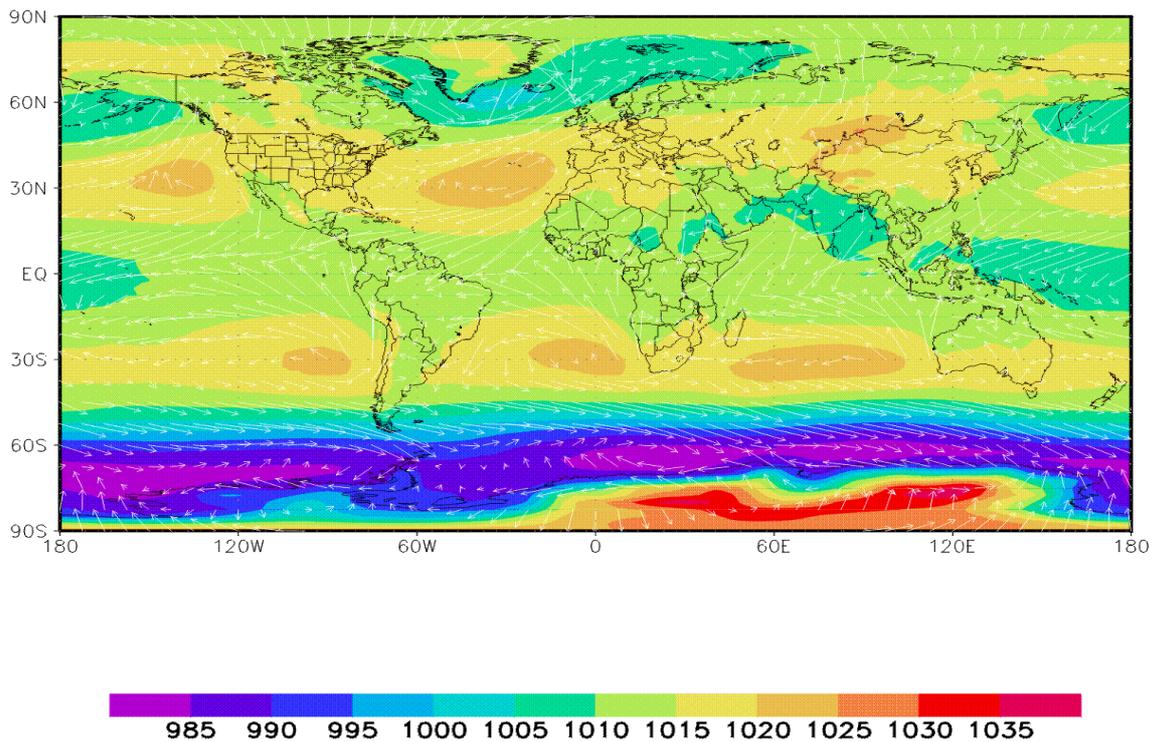
movimientos de descenso en la troposfera media, contrariamente a lo que ocurre en las zonas de baja presión donde los movimientos de la troposfera media son de ascenso generalizado.

Estos movimientos, convergencia en superficie -ascenso-, divergencia en altura y divergencia en superficie -descenso-, convergencia en altura provocan una circulación meridional en tres celdas típicas que explican, en parte, el intercambio de calor.



Celdas de circulación general de la atmósfera.

## PRESION Y VIENTOS EN SUPERFICIE



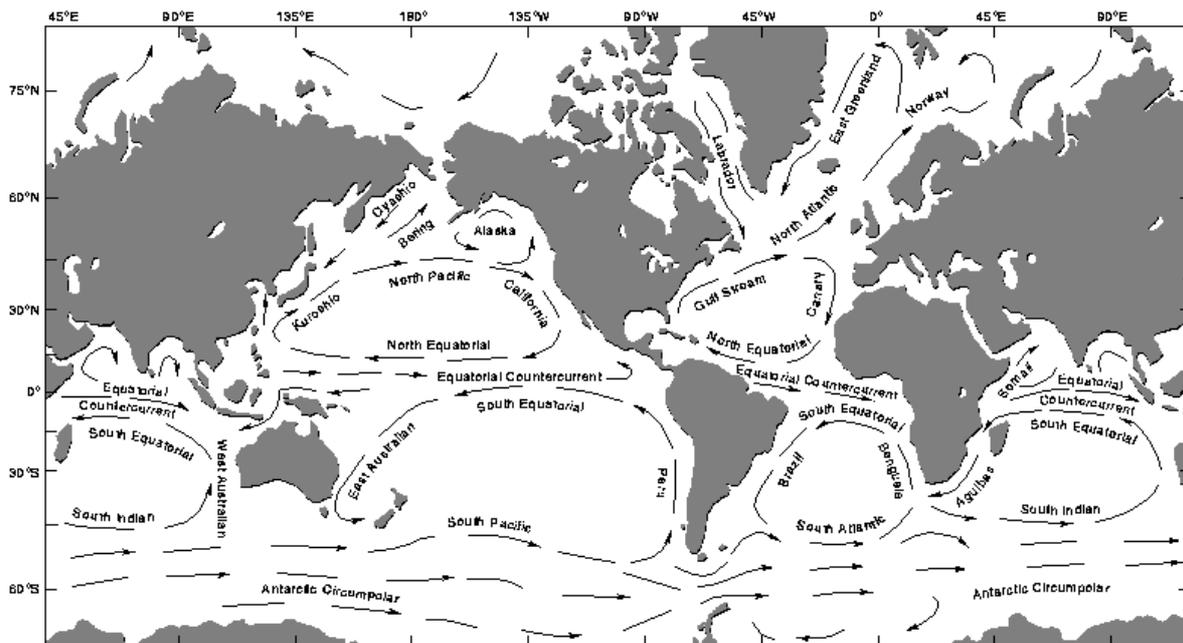
### Campos medios anuales de presión y vientos en superficie

#### La circulación oceánica en América del Sur

Sudamérica está rodeada totalmente de océanos. La libre circulación este-oeste de las aguas tropicales está interrumpida por la conexión continental con las tierras del norte a través del istmo de Panamá. Esto imprime particularidades a cada región, teniendo en cuenta además la existencia de la Cordillera de los Andes. Por el extremo continental austral pasa, en el sentido de oeste a este, la corriente circumpolar antártica, que se sitúa entre los 50° y 60° de latitud sur aproximadamente. El estrechamiento existente entre los continentes antártico y sudamericano hace que este río oceánico sufra perturbaciones y modifique su recorrido; pasando su mayor caudal por el estrechamiento, llamado Pasaje de Drake, y uno mucho menor es desviado hacia el norte luego de encontrarse con las costas del sur de Chile. Esta derivación que se extiende hacia el norte es llamada la corriente de Humboldt, recorre la costa occidental sudamericana hasta las proximidades del ecuador, determinando singulares características al clima de estas costas.

La costa oriental, tiene características distintas y un comportamiento estacional que no se observa con la misma intensidad en el litoral pacífico. En estas costas adquiere importancia la corriente ecuatorial del sur, que en su movimiento de este a oeste encuentra al continente sudamericano, donde se bifurca en dos corrientes que recorren las costas, una hacia el noroeste y

otra hacia el sudoeste, bordeando el litoral marítimo brasileño (corriente de Brasil). Estas aguas son calientes por su origen tropical y en su marcha hacia el sudoeste alcanzan, al final del verano a superar el extremo del estuario del Río de la Plata. En esta misma zona converge la corriente de Malvinas, desprendimiento de la corriente circumpolar antártica, que recorre el litoral patagónico llevando aguas frías hacia el norte. Al final del invierno, la corriente de Malvinas desplaza de las cercanías de la costa a la corriente del Brasil, alcanzando hasta el litoral atlántico brasileño.



Esquema de las principales corrientes marinas

### 3. COMPONENTE GEOGRÁFICA

Además de los aspectos señalados en los párrafos anteriores respecto a las masas oceánicas, América del Sur es el único de los continentes que proyectándose desde el ecuador alcanza las latitudes medias australes. A diferencia de las masas continentales del hemisferio norte, ésta alcanza su máxima extensión este - oeste en la zona ecuatorial y disminuye hacia el lado polar para terminar en el Cabo de Hornos. La Cordillera de los Andes se extiende próxima a la costa occidental desde el istmo de Panamá hasta el extremo sur, constituyéndose en una barrera a la circulación atmosférica entre de ambos lados.

#### Resultantes de los campos medios de presión y vientos

Se destacan en este punto los movimientos de translación de la zona de convergencia

intertropical y la ubicación de los sistemas de alta presión semipermanentes del Atlántico y del Pacífico.

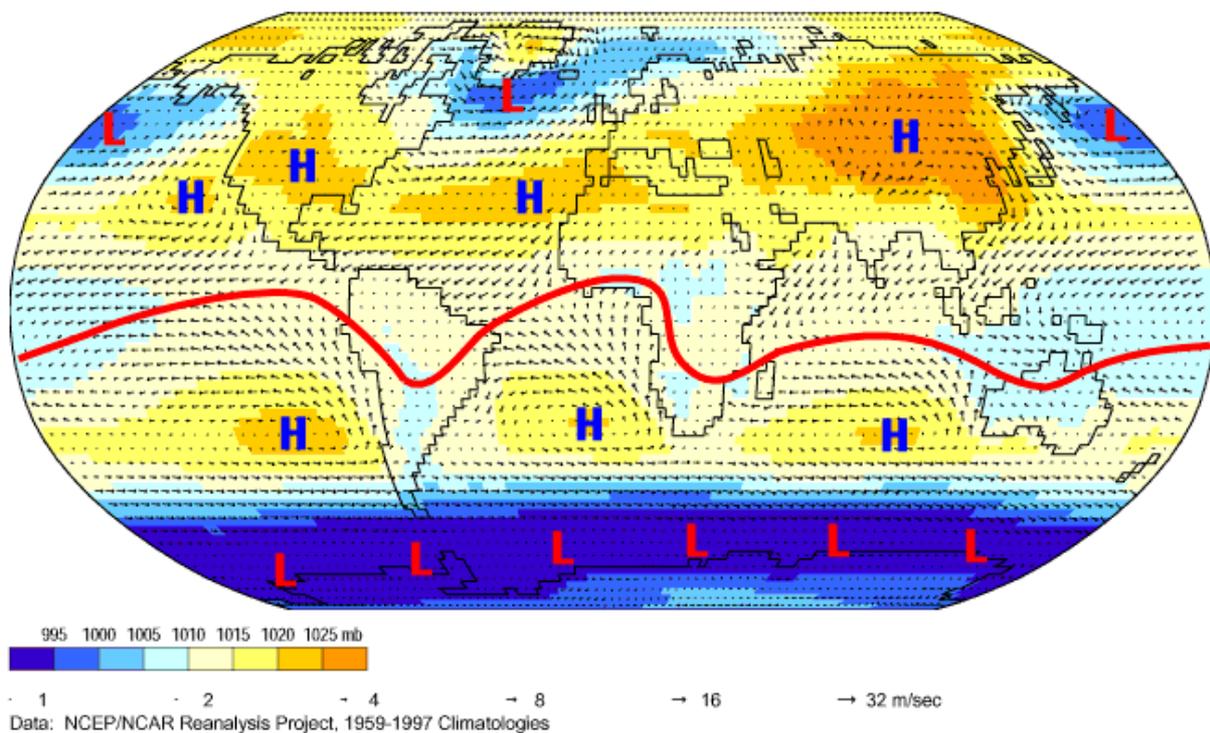
Sobre el continente sudamericano la baja presión (vaguada) en la zona de convergencia intertropical (ZCIT) da origen a los alisios del sudeste y del nordeste. En el mes de Abril el Sol está posicionado sobre el plano ecuatorial terrestre, provocando que en esta época del año las bajas presiones se encuentren sobre el ecuador. Cuando el Sol aumenta su declinación hacia el norte (Julio), la vaguada ecuatorial se desplaza y alcanza su máxima latitud norte. Hacia el mes de octubre, el Sol se ubica nuevamente cerca del plano ecuatorial terrestre en su migración hacia el hemisferio sur haciendo que la vaguada ecuatorial retorne al ecuador. Así en el mes de Enero alcanza su máxima latitud austral sobre el continente.

En invierno del hemisferio sur (Julio), los centros de alta presión subtropicales se centran aproximadamente en los 30°S en el Océano Pacífico, y en los 27°S en el Atlántico. Un cinturón de alta presión los vincula atravesando el continente y señala el camino por el que usualmente se desplazan los anticiclones migratorios que desde el Pacífico transponen la cordillera para llegar al océano Atlántico.

Durante el verano (Enero), esto último es interrumpido por el mayor calentamiento sobre tierra que produce una extensión de baja presión en superficie hacia latitudes medias y separa los centros de altas presiones subtropicales semipermanentes, con presiones menores que en julio pero con notables gradientes apuntando hacia el polo en las zonas de los vientos del oeste, al sur de los 40° S de latitud.

## Sea-Level Pressure and Surface Winds

Jan

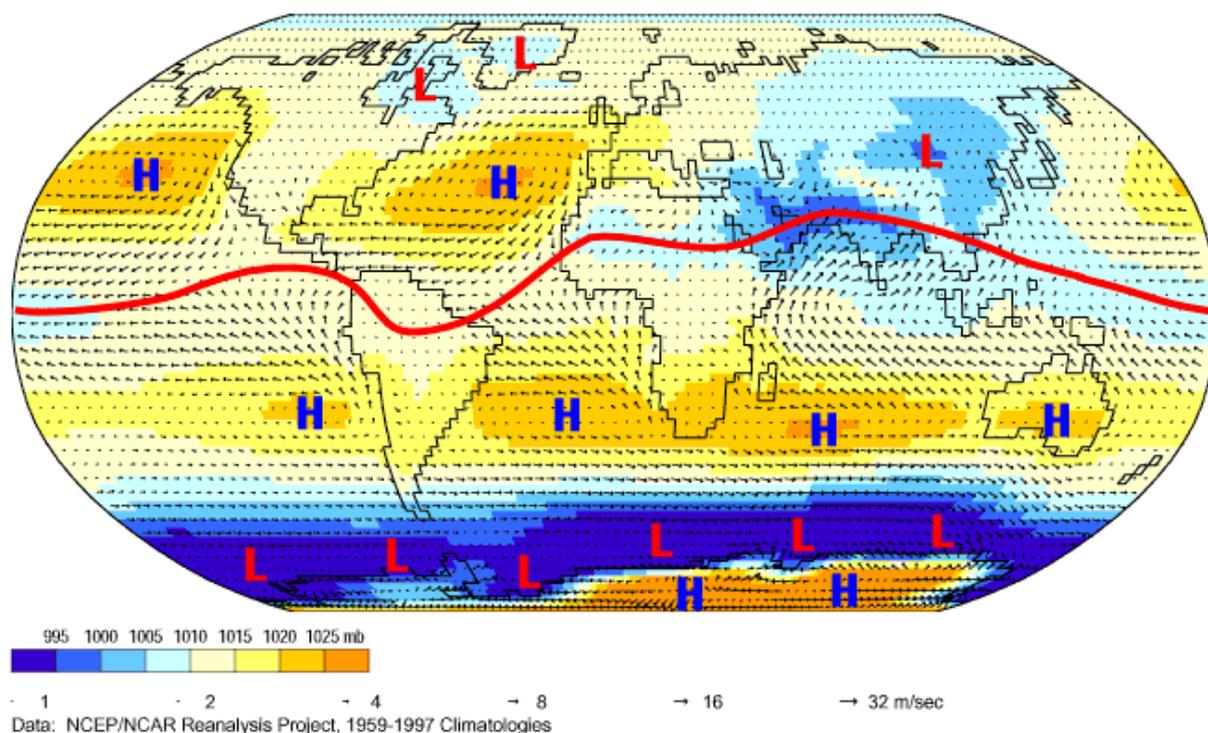


### Campos de presión y vientos en superficie en el mes de Enero.

Las direcciones de los vientos predominantes durante el mes de Enero están condicionados por la posición de la ZCIT que alcanza su máxima latitud sur. La ZCIT cruza la costa oeste de Colombia en 5°N y se curva hacia el centro del continente, al oeste de la cordillera de los Andes, alcanzando al sur de dicha cuenca el norte del Paraguay. Al sur de la ZCIT y hasta 15°S, en la costa oriental, predominan los vientos alisios desde el sudeste en la zona oceánica y van rotando paulatinamente al este y al nordeste a medida que penetran tierra adentro. Mientras tanto, en la costa occidental de América del Sur los vientos del sudeste predominan entre el ecuador y 30°S.

Al sur de la zona de los alisios y hasta 40°S, en ambos océanos, sobre las costas hay un cinturón de vientos variables que es más notable en el Atlántico que en el Pacífico.

Uruguay es directamente afectado por la alta semipermanente del Atlántico con vientos que predominan del noreste. Por su trayectoria, estas masas de aire son cálidas y húmedas. Más hacia el sur y hasta el Pasaje de Drake los vientos del oeste se manifiestan con singular intensidad y persistencia. Estas masas de aire, en contraste son relativamente frías y secas.



### Campos de presión y vientos en superficie en el mes de Julio.

En el mes de Julio la ZCIT, alcanza su posición extrema norte y los vientos del nordeste se dejan sentir solamente en las costas caribeñas de Venezuela y Colombia. Al sur de la ZCIT, sobre el Atlántico, entre los 5°N y los 15°S soplan los alisios del sudeste; mientras que en la costa occidental entre los 5°S y el golfo de Panamá se produce un ligero efecto monzónico soplando vientos del sudoeste y variables, apareciendo los alisios del sudeste entre los 5°S y los 25°S.

La alta semipermanente del Atlántico, que también se corre levemente hacia el norte, continúa afectando al Uruguay con vientos predominantes del noreste. La franja de vientos variables, al correrse ligeramente hacia el norte, se detecta con vientos del oeste desde los 38°S hasta el pasaje de Drake.

### El Clima del Uruguay

El campo térmico en el sureste de América del Sur y particularmente en Uruguay, presenta características estacionales bien definidas por lo que es razonable hablar de las cuatro estaciones, claramente diferenciadas entre sí.

También los anticlones migratorios, que desde el Pacífico transponen la cordillera para llegar al océano Atlántico, imprimen características particulares a las precipitaciones en la región.

Según los criterios de clasificación de Köeppen, Uruguay presenta un tipo climático templado (temperatura del mes más frío  $>-3^{\circ}\text{C}$  y  $<18^{\circ}\text{C}$ ), con un régimen estacional de lluvias regular a través de todo el año (entre 1100mm en el sur y 1300mm en el norte) y sin una distribución definida. Los anticiclones migratorios que desde el Pacífico transponen la cordillera para llegar al océano Atlántico son los que normalmente generan las lluvias de tipo frontal, típicas del sureste del continente.

En esta breve síntesis, otro aspecto relevante agroclimáticamente, es el balance hídrico del suelo. La marcada estacionalidad de la evapotranspiración potencial (mínimo en invierno de 30 mm y máximo en verano entre 190 y 210 mm en enero) y la uniformidad en la distribución de las precipitaciones, determinan que un suelo agrícola típico, se caracterice por dos períodos contrastantes en cuanto a la disponibilidad de agua en el suelo, así como la ocurrencia de excesos y deficiencias. Normalmente y a partir de fines del otoño (mayo) ocurren excesos hídricos que se extienden hasta inicio de primavera (setiembre). Desde la primavera y hasta inicios del verano hay una constante extracción de agua del suelo ya que la lluvia no cubre la demanda atmosférica en ascenso. Hacia los tres meses estivales (diciembre, enero y febrero) es normal la ocurrencia de deficiencias de agua en el entorno de los 50-60 mm mensuales. En el mes de marzo comienza la recarga de agua, pero los suelos mantienen, en promedio, un nivel de disponibilidad hídrica aún bajo.

### **Los Índices Agroclimáticos Y La Viticultura En El Uruguay**

La utilización de Índices agroclimáticos son una herramienta ampliamente utilizada en la zonificación agrícola y en particular la vitícola. Uruguay dispone de dos trabajos preliminares específicos a la vid. Uno realizado por la Ing. Agr. Nora Enrich en 1991 junto a la Cátedra de Fruticultura - Univ. de la República, y el segundo realizado por el Ing. Agr. Dr. Luis Hidalgo Fernández en 1992.

Según Enrich, es posible definir zonas vitícolas que reflejan el comportamiento del cultivo, resultando como representativos de la oferta climática los siguientes: Índice térmico eficaz de Winkler y Amerine; Producto heliotérmico de Branas, Bernon y Levadoux e Índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin. También recomienda adaptar un índice que contemple la precipitación en el país.

Hidalgo realizó un trabajo de Regionalización Vitícola del Uruguay utilizando también parámetros edafológicos e índices bioclimáticos. En dicho trabajo divide al Uruguay en 9 regiones vitícolas, con una fuerte correspondencia a la división administrativa del territorio.

Tonietto y Carbonneau (1999) desarrollaron un sistema de clasificación climática específico para la viticultura. Este sistema utiliza tres índices sintéticos y complementarios (hídrico, heliotérmico y nictérmico) que se aplican en un Sistema de Clasificación Climática Multicriterio Geovitícola.

Los índices utilizados fueron: Índice de sequía – *IS* que corresponde al índice de balance hídrico potencial de Riou; Índice Heliotérmico *IH*, que corresponde al Índice heliotérmico de Huglin;

Índice de frío en las noches – *IF*, índice desarrollado como indicador de condiciones nyctotérmicas de maduración. Este sistema de clasificación permite distinguir las características generales del clima de Uruguay y compararlo con otras 100 regiones del mundo.

Por su parte Perez S. (2003), en un primer avance en la regionalización vitícola, analiza y compara los resultados de cuatro estaciones meteorológicas - representativas de la viticultura del país. Utilizando series históricas de información climática de varios años, analiza su comportamiento y estabilidad.

Los resultados de la aplicación de los tres índices para las cuatro localidades fueron:

#### **Índice Heliotérmico de Huglin.**

Índice Heliotérmico				
Localidad	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío estándar
Las Brujas	2366	2543	2104	114
La Estanzuela	2368	2574	2155	96
Tacuarembó	2513	2773	2298	100
Salto	2821	3174	2625	122

#### **Índice de Sequía de Riou.**

Índice de Sequía				
Localidad	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío estándar
Las Brujas	167	373	98	98
La Estanzuela	157	493	92	81
Tacuarembó	193	327	103	68
Salto	222	396	82	87

### Índice de Frío Nocturno.

Índice de Frío Nocturno				
Localidad	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío estándar
Las Brujas	16	18	13	1.3
La Estanzuela	16	18	13	1.4
Tacuarembó	16	19	14	1.4
Salto	17	21	15	1.6

Mientras tanto, la clasificación de las cuatro localidades por el Índice Heliotérmico es:

Localidad	Asignatura	Clase de clima vitícola
Las Brujas	<i>IH4</i>	Templado caluroso
La Estanzuela	<i>IH4</i>	Templado caluroso
Tacuarembó	<i>IH5</i>	Caluroso
Salto	<i>IH5</i>	Caluroso

La clasificación resultante de las cuatro localidades por el Índice de Sequía es:

Localidad	Asignatura	Clase de clima vitícola
Las Brujas	<i>IS<sub>00</sub></i>	Húmedo
La Estanzuela	<i>IS<sub>00</sub></i>	Húmedo
Tacuarembó	<i>IS<sub>00</sub></i>	Húmedo
Salto	<i>IS<sub>00</sub></i>	Húmedo

Según el Índice de Frío nocturno, no existirían diferencias significativas entre las cuatro localidades, quedando todas ellas dentro de la clasificación con la signatura IF2 (noches templadas).

Los gráficos siguientes permiten visualizar la evolución temporal y comparar regionalmente.

## CONCLUSIONES

En términos generales se observa una cierta estabilidad en la serie, tanto en el Índice heliotérmico como en el Índice de frío nocturno, no así en el Índice de Sequía. Seguramente la alta variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones generen situaciones muy dispares entre años y localidades.

El Índice heliotérmico destaca la mayor oferta térmica del norte del territorio (Salto y Tacuarembó) respecto al sur. La circulación con vientos predominantes del cuadrante norte y noreste, y por otro lado la cercanía al mar en las localidades del sur (Las Brujas y La Estanzuela) generan esas diferencias en las unidades de calor acumuladas durante el ciclo del cultivo.

Los Índices utilizados resultan en una herramienta válida y que permiten caracterizar y comparar la viticultura uruguaya con el resto del mundo.

La utilización de series históricas más largas de datos climáticos y más localidades, el ajuste de rangos para los diferentes índices y su aplicación acoplada a la información de las etapas fenológicas específicas para cada variedad y localidad, así como el cálculo del índice de sequía en función de las capacidades de almacenaje de los suelos vitícolas de cada región, permitirán ajustar la regionalización propuesta a las condiciones de Uruguay.

# **CARACTERIZACIÓN DE SITIOS VITICOLAS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PAISAJE**

*Carlos Pellegrino*

## **RESUMEN**

El procedimiento metodológico para la evaluación de cuencas visuales, permite realizar un diagnóstico de determinado entorno de paisaje y su calidad escénica a partir de índices cualitativos y asimismo desarrollar una tipología de áreas de extensión discreta, que forman parte de una región o micro-región. La aplicación de tal procedimiento, objeto de esta comunicación, permite analizar las características intrínsecas del paisaje y puede aplicarse a la caracterización de sitios vitícolas.

## **INTRODUCCIÓN**

La evaluación de la calidad visual de un paisaje es una operación compleja, que debe interrelacionar la atribución de valor a ciertas características o parámetros y el análisis de la percepción de componentes estructurales.

Dicha evaluación de la calidad del paisaje se genera como un problema contextual, relacionado a las etapas de un proceso de planificación. Debe adaptarse a determinados objetivos específicos por lo que difícilmente puede ser generalizada como análisis aplicable a todo tipo de estudios de caso. No se confunde con las evaluaciones de impacto ambiental. La aptitud del territorio para acoger determinadas actividades productivas, deriva de su estructura (suelos, relieve, clima), tanto como de su evolución por períodos de tiempo muy diferentes (a escala geológica, fitosociológica, humana, etc.). Ello permite sugerir medidas de conservación para recursos frágiles o inestables y factores independientes de la influencia humana directa, y se refiere fundamentalmente a la forma e imagen visual del territorio, indisociable de la identidad y la memoria de sus habitantes.

Los métodos de valoración se dividen en dos categorías básicas: aquellos que se basan en la valoración de su calidad e juicio de cierto número de personas que representan la comunidad de habitantes, y aquellos cuya valoración se apoya en el juicio de técnicos / expertos. Los consideramos complementarios y de aplicación paralela.

El paisaje se considera un recurso global que integra como componentes a los recursos hídricos, la vegetación, el relieve y los factores culturales, de modo de considerarlo como resultante de todos aquellos aspectos del medio físico que le dan al entorno el carácter de singular.

Las premisas básicas son :

1. - los elementos y características físicas y biológicas del paisaje son los determinantes mayores de la respuesta de un observador a la forma e imagen del mismo.

2- los factores que provocan reacciones estéticas y emocionales (inseparables de la cultura e historia de cada comunidad asentada en determinado escenario natural); pueden ser identificados a través de la configuración de ciertos elementos y por medio de registros adecuados para su análisis. Elementos y factores determinados de los componentes del paisaje, provocan reacciones y percepciones diversas en distintas poblaciones o para una misma población en épocas diversas.

## **OBJETIVOS**

Contribuir al estudio y análisis de las características endógenas del paisaje natural y/o intervenido, a partir de descripciones cualitativas de su estructura y configuración visual.

Permitir la categorización del paisaje a partir de índices ordinales de expresión numérica.

Contribuir a la interpretación de la ocupación espacial y diversidad del paisaje en función de la apreciación global de su calidad visual .

Sustentar sobre sucesivas evaluaciones cualitativas, el valor inferido y potencial de uso del paisaje natural o intervenido.

## **DEFINICIONES BÁSICAS**

I) Lo que pasará a denominarse unidad de análisis espacial básica, considera a dicho territorio según determinados criterios de variación u homogeneidad en general relativos a la geomorfología y vegetación. La cuenca visual es aquella descrita por la línea de observación de un observador ubicado en determinado punto, en giro de 360 grados. En el paisaje existen puntos singulares, distintivos o muy raros en la región a los que llamamos puntos focales .

II) Las zonas destinadas al cultivo de la vid, objeto del estudio, están comprendidas en áreas mayores, los compartimientos del relieve, con cierta posición topográfica ( zona planas o con pendiente de orientación y grado determinado ), cuya extensión guarda una relación con otras mayores , los sectores geográfico-ecológicos de la región. La interpretación del relieve permite ubicar unas y otras y sus límites constituidos por las líneas de fuerza visual del paisaje (Breman, 1994, véase ob. cit.). Se determinan zonas por diferencias entre las variables (suelo, clima, material madre, etc.) que se conoce tienen influencia directa sobre el cultivo. En orden comprensivo las áreas de extensión: Sitio / Estación / Zona / Compartimiento / Sector

III) La evaluación económica o visual del paisaje se apoya en juicios de valor empíricos, que deben ser explícitos para un observador profesional o un usuario adecuadamente instruido, en relación a un sitio definido territorialmente.

IV) La determinación de las cuencas visuales es de utilidad para la calificación de la calidad escénica de un sitio geográfico y por ende, de la calidad visual del paisaje, en el que dicha unidad de análisis espacial está incluida.

## **PROCEDIMIENTO**

Se define previamente el área del territorio a ser estudiada (sitio, estación, zona, compartimiento, sector) y una escala de análisis, en función de la misma. Se ubicará en relación a aquellas de mayor área en las que está comprendida, y su interrelación con las líneas de fuerza del relieve.

### **Se tomaran en consideración :**

- 1) las líneas de fuerza visual del relieve estructural;
- 2) las evidencias de sitio\*;
- 3) las zonas de máxima variabilidad existentes en el área considerada, para las variables principales del relieve y la vegetación.

Se procede a la fase de diagnóstico.

### **Fase de Diagnóstico:**

- c.1.) se realiza el análisis de sitio .
- c.2.) se elige una, dos o más transectas adecuadas sobre la/s cuales ubicar los puntos de muestreo de la cuenca visual (línea virtual que atraviesa el territorio considerado, perpendicularmente a la línea de fuerza del relieve más próxima a la unidad de análisis).
- c.3.) se replantea en el terreno la/s transecta/s con ayuda de un GPS y sobre la/s misma/s
  - c.3.1) se establecen puntos de muestro según un criterio de intervalos métricos regulares (c.100-250-500 m. etc.).
  - c.3.2) se establecen puntos de muestreo, a intervalos no-regulares en relación con la visualización de puntos de atractividad o puntos focales existentes (accidentes geográficos, cimas de montes, elementos distintivos /referentes visuales del entorno). Esta alternativa se utiliza en relación a un muestro detallado

---

\* 'Evidencias de sitio'(Pellegrino1991): consociación espontánea entre elementos inertes (afloramientos rocosos, fallas, grietas, abras, etc.) y seres vivos integrantes del medio natural, que constituyen, vestigios, huellas o indicios de estadios anteriores de la evolución del paisaje.

### **Fase de Identificación:**

d.1.) para cada punto se hará la determinación de los índices, en dirección sucesivamente a los cuatro puntos cardinales. Se obtendrá el promedio ponderado de los puntos de muestreo, sobre la transecta, para cada dirección o punto cardinal

d.2 ) se obtiene el Índice de Calidad Intrínseca de la Cuenca Visual como resultado de la evaluación integrada de los puntos de muestreo.

### **Descripción de los Índices:**

#### **Índice de Clase de Cuenca Visual - ICC**

Resulta del promedio ponderado entre el tipo y la profundidad de la cuenca

#### **Sub-índice de Tipo de Cuenca Visual**

Natural :	4
Semi-natural:	3
Semi-intervenido :	2
Cultural:	1

#### **Sub-índice de Profundidad de Cuenca Visual**

entre 0 y 100 m.:	1
entre 100 y 500 m.:	2
entre 500 y 1000 m. :	3
ICC= $\frac{ITC + IPC}{2}$	2

#### **Índice de Calidad Intrínseca de la Cuenca Visual - ICI**

Se define como el promedio ponderado de los Índices de Clase de Cuenca, de Variabilidad, de Calidad de Flora de Calidad de Recursos Hídricos asociados y el de Calidad Escénica).

#### **Índice de Variabilidad de los Recursos:**

Se estima en función de la presencia de distintos tipos de recursos y su influencia en el cromatismo de las superficies ,o variaciones como elemento escénico dominante.

rec. Geológicos + rec. Hídr. + rec.Florísticos :	3
--	---

rec. Geol. + recur. Hídric.:	2
1 solo tipo de recursos:	1

### **Indice de Calidad de Flora**

La vegetación espontánea reviste el mayor interés para la caracterización de la evolución de un sitio. Se busca sub-areas en las que existen vestigios o bien parches o fragmentos de vegetación natural/espontánea. Independientemente de cualquier otra forma de descripción más consistente (por ejemplo una descripción florística detallada de la zona o la región); se reconocen de las especies características. Se obtiene a partir del promedio ponderado de la composición y el estado/vigor de la vegetación.

#### **Composición:**

Se reconocen 4 sp. o más características de la asociación vegetal natural:	3
Se reconocen por lo menos 2 sp. de la misma:	2
ninguna sp:	1

#### **Estado sanitario y vegetativo:**

muy bueno:	3
regular:	2
deficiente:	1

$$ICF = C + E \quad 2$$

#### **Indice de Calidad de Recursos Hídricos:**

calidad óptima (color, abundancia, fauna ict.):	3
alterado:	2
muy alterado o deficiente:	1

Pueden incluirse los Indices de Calidad Escénica de Intervisibilidad y de Calidad de Fauna.

#### **Indice de Calidad Escénica :**

excelencia de puntos de vista y escenarios naturales, muy poco alterados:	3
escenarios y puntos de vista parcialmente modificados:	2

escenarios y puntos de vista pobres o deteriorados: 1

### **Indice de Intervisibilidad :**

varios planos visibles en simultáneo entre el punto de observación y el horizonte y más de diez: 3

entre cinco y diez planos visibles en simultáneo entre el punto de observación y el horizonte: 2

pocos planos visibles en simultáneo entre el punto de observación y el horizonte: 1

### **Indice de Fauna :**

Se estima en relación a:

varias especies y numerosos ejemplares de la fauna considerada y sus hábitats: 3

alguna especie de fauna y en número considerable: 2

ninguna especie de fauna considerada: 1

---

### **Indice de Calidad Intrínseca de la Cuenca Visual**

Resulta del algoritmo lineal de integración de los anteriores.

$$ICI = (ICC + IV + ICF + ICR)$$

Se pueden incluir en el índice de Calidad Intrínseca otros, como aquellos de Intervisibilidad, Fauna y Calidad Escénica.

$$ICI = (ICC + IV + ICF + ICR + ICE + II + IF) \quad 7$$

### **BIBLIOGRAFIA**

(de la bibliografía se citan sólo tres fuentes básicas)

Breman Pierre, Approche Paysagère des Actions Forestières, ONF-DTC Breman P., 76 CEMAGREF, Office Nationale des Forêts, Note Technique No 45, p 112, Nogent sur-Vernisson, 1994. - L'analyse visuelle du paysage forestier et les conséquences possibles sur l'aménagement et la gestion. Bulletin technique, No. 28, pags. 31 - 38, DTC, Paris, 1995.

Burton Litton R. y Twiss Robert H., The Forest Landscape: some elements of visual analysis, Dpt. of Landscape Architecture, California, Berkeley, 1996 , 4 pgs.

Zonneveld, I. S., Haber Wolfgang, Using Landscape Ecology in Planing and Management, antología de textos , Forman, R.T.T.N.Y., pgs. 217-230, Berlin Springer Verlag, 1990.

# MICROZONIFICACIÓN VITÍCOLA EN ESPAÑA

*Vicente D. Gómez-Miguel*

*Universidad Politécnica de Madrid,  
Escuela Superior Técnica de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Edafología  
Avda Complutense s/n (ciudad universitaria) 28040 Madrid  
e-mail [vgomez@eda.etsia.upm.es](mailto:vgomez@eda.etsia.upm.es)*

## RESUMEN

Entre las metodologías básicas existentes para la realización de los estudios de reconocimiento de suelos (Soil Survey) hay algunas que pueden ser perfectamente diferenciadas en función de la escala de trabajo: en primer lugar, la utilización de la fotointerpretación aérea convencional (FIA) con fotogramas a escala adecuada es de gran importancia para optimizar el detalle, la precisión y la reducción de costes en escalas medias; en segundo lugar, un muestreo tipo malla rígida (fixed grid) es necesario en estudios detallados y muy detallados para acotar las propiedades cuya variabilidad no depende del tipo (taxonómico) de suelo, su elevado coste es un importante impedimento en su realización más pura y completa.

En este trabajo se pretende justificar la necesidad de hacer converger ambas metodologías en estudios de microzonificación, aprovechando las ventajas de ambos y evitando en lo posible sus inconvenientes:

- El resultado de la FIA genera un modelo de comprensión general del medio y las propiedades adscritas al tipo de suelo (serie) son correctamente entendidas y acotadas. Además permite la integración del estudio en los de macrozonificación.
- El muestreo en malla rígida permite la cuantificación y cartografía de propiedades modificadas o susceptibles de ser modificadas por el manejo del suelo: materia orgánica y pH (enmiendas), N, P, K (fertilización), profundidad efectiva (laboreo)...

En definitiva, el control de las variables consideradas por cada unidad de manejo (serie) y su correcta definición y cuantificación utilizando la convergencia de las dos metodologías aludidas permite abordar con éxito las relaciones del medio con la planta y los productos intermedios y en última instancia con los vinos de calidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los estudios de zonificación existen dos planteamientos: uno a pequeña y media escala (inferior a 1:50.000: macrozonificación) en el que el medio vitícola se considera como un ecosistema definido por el tipo de roca, el macroclima, el suelo etc y otro a mayor escala (superior a 1:25.000, y generalmente mayor de 1:10.000: microzonificación) en el que se relacionan

directamente los parámetros del medio con los de la calidad del producto (Gómez-Miguel & Sotés, 2000).

La macrozonificación y microzonificación son complementarios. La macrozonificación permite caracterizar cualitativa y cuantitativamente las unidades vitícolas agroambientales sobre las que se desarrollarán los estudios de microzonificación, o bien, por las distintas administraciones implicadas (calificación vitícola de unidades) a través de diseño de parcelas experimentales por unidades, o bien, por los viticultores (calificación vitícola de parcelas) mediante la microzonificación de sus parcelas.

La definición de la homogeneidad de las zonas es el objetivo fundamental de la meso y macrozonificación y la exigencia de datos comparativos supone que este deba ser un estudio previo. En España un equipo multidisciplinario dirigido por los autores viene haciendo estudios de este tipo desde hace más de quince años lo que ha permitido cartografiar más de millón y medio de hectáreas de seis denominaciones de origen significativas (Sotés & Gómez-Miguel, 1992-2000).

En estudios de microzonificación a escala 1:10.000 y 1:5.000 que se llevan a cabo actualmente en España en fincas de cierta importancia (superficies superiores a 500 ha) se pretende seleccionar las mejores zonas para la plantación del viñedo y definir las unidades de manejo con la finalidad de amortiguar los problemas condicionantes/limitantes y reducir en lo posible los costes de explotación.

En este sentido la utilización de los estudios de microzonificación es múltiple (tabla 1) y permiten optimizar el seguimiento de la vid desde la preplantación hasta la producción de vinos de calidad y su importancia radica principalmente en el aislamiento y la caracterización de las unidades de manejo.

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 como para permitir el análisis pormenorizado de sus elementos definitorios y relacionarlos con los parámetros de calidad en estudios del segundo tipo.

En ambas situaciones el objetivo primordial es la delineación cartográfica de una unidad de manejo homogénea que se pueda correlacionar con el(os) distinto(s) producto(s). La precisión de los recintos (exactitud de los límites) de estas unidades y la cuantificación de las propiedades asignadas a dicha unidad (acotación de la variabilidad en los contenidos), son las principales cuestiones a dirimir.

**Tabla 1** : Utilización de los Estudios de Microzonificación

UTILIZACIÓN		PROPIEDADES DE INFLUENCIA
Elección de zonas vs zonificación		Limitantes: salinidad, hidromorfía... Criterios de calidad...
Material vegetal	Variedades Patrones	Sequía, humedad, heladas... Caliza total, caliza activa, IPC, Fe...
Preparación del terreno	Desfonde Subsolado Labor profunda Topo	Profundidad efectiva Diferenciación de Horizontes Texturas contrastantes Propiedades dinámicas: consistencia... <i>Hardpan</i>
Diseño de riego	Tipo y forma Dosis/frecuencia	Fases ácuicas, régimen de humedad...
Preplantación	Enmienda orgánica Enmienda mineral Fertilización/Abonado de Fondo	MO pH, K/Mg, Mg/Ca Complejo, relaciones, equilibrios...
Plantación	Geometría Sistema Tamaño de unidades/módulo Tipo/modo	Fases de pendiente, orientación, exposición...
GIS/SIG	Seguimiento de riego Seguimiento de fertilidad Diseño experimental	Extracciones/aportes Carencia/toxicidad

En este contexto, se justifica (Gómez-Miguel & Sotés, 2000) la utilización de los mapas de suelos detallados y muy detallados como instrumento fundamental en los estudios de microzonificación.

## 2. METODOLOGÍA

Entre las metodologías de común aplicación en los estudios de Reconocimiento de Suelos

(Soil Survey) hay dos que se pueden adecuar perfectamente a estos objetivos y que tradicionalmente se diferencian en función de la escala de trabajo.

En primer lugar, la utilización de la fotointerpretación aérea convencional (FIA) es de gran importancia en el incremento de la precisión y en la reducción de costes en escalas medias.

El material básico para desarrollar el programa del reconocimiento de los suelos a escala 1:10.000 está formada por los fotogramas aéreos y la base topográfica. Se utilizan fotogramas a mayor escala que la del mapa que permitan visión estereoscópica y si es posible en color. La base topográfica utilizada se obtiene a partir de un levantamiento realizado al efecto a escala 1:5000 o superior con equidistancia no mayor de un metro.

Inicialmente se procede a la preparación de los fotogramas aéreos: trazado de líneas de coincidencia (match lines), sobreimposición de acetatos y preparación del mapa base. La fotointerpretación inicial se lleva a cabo utilizando un estereoscopio de espejos tipo Wild de 3\* y 8\*o similar. Para la delimitación de las distintas unidades se siguen criterios geomorfológicos (principalmente relieve, litología, drenaje) y de patrones fotográficos asociados a texturas y tonos definidos, etc. Se elabora la leyenda de fotointerpretación, cuyos elementos del paisaje sirven como base principal para respaldar el levantamiento de suelos y se procede a una fotointerpretación convencional (p.e. White, 1977; Mulders & Legger, 1989;...).

El Reconocimiento de Suelos se realiza a partir de la información original recogida durante el trabajo de campo y de los correspondientes análisis de laboratorio. A esta etapa hemos de añadir otra complementaria, con el fin de efectuar una revisión general de campo, realizando determinadas observaciones y algunos controles, incluyendo la toma de muestras necesarias para suplir algún déficit.

Para sustentar -tanto en forma general como particular- el levantamiento de suelos y otros temas estrechamente vinculados, se siguen las normas de Soil Survey Manual (USDA, 1962, 1995), Wambeque & Forbes (1986) y Soil Taxonomy (1975, 2000). Una guía indispensable para el tratamiento integral de estos temas puede verse en FAO (1979). La clasificación de los suelos, se efectuó empleando Soil Taxonomy USDA (1994-2000), considerando clases y familias texturales allí incluidas.

En el mapa de suelos, se diferencian distintas unidades por medio de límites lo que constituye una delineación. El conjunto de cada delineación con la misma etiqueta constituye una unidad cartográfica. El contenido de estas unidades cartográficas se especifica en términos de unidades taxonómicas. Una de ellas, que contiene suelos con características muy similares, es denominada como serie de suelos, entendida como unidad de manejo.

El trabajo de campo se basa inicialmente en localizar, describir y muestrear sobre la base de la fotointerpretación los perfiles definidos según la densidad requerida. En los lugares

seleccionados se abren calicatas hasta alcanzar normalmente 2 m de profundidad, excepto cuando existían impedimentos físicos o problemas estructurales.

En la nomenclatura de los horizontes genéticos se siguen las normas USDA (1994) excepto cuando no se quiere perder información y para las descripciones de campo se emplea una ficha adaptada a la normativa de FAO (1979).

Cada lugar de control se ubicó en los fotogramas aéreos y, con gran precisión, utilizando métodos taquimétricos, se transfiere al CAD. Asimismo se tomaron diapositivas de todos los perfiles y sus paisajes correspondientes.

Las determinaciones físicas, químicas y fisicoquímicas de las diferentes muestras de otros tantos horizontes de cada perfil se realizan de acuerdo con la metodología seleccionada (MAPA, 1986; USDA, 1996) y se incluyen en la tabla 2.

En segundo lugar se lleva a cabo el segundo muestreo. Se ha elegido como método una malla fija, red o retícula (fixed grid), que implica un tipo de reconocimiento en el que las observaciones de campo se sitúan a lo largo de líneas imaginarias que tienen un recorrido paralelo entre sí y con las distancias entre las observaciones en la línea iguales a la distancia entre las líneas (reticulado cuadrado, entre 50x50 m<sup>2</sup> y 100 x100 m<sup>2</sup>). Aunque este tipo de muestreo es necesario en estudios detallados y muy detallados su elevado coste es un importante impedimento en su realización más pura y completa. La selección de las determinaciones a realizar en función de su susceptibilidad a la modificación por el manejo (Tablas 2 y 4) limita este inconveniente.

La metodología trata en definitiva de hacer converger estas dos situaciones cartográficas concretas: una como resultado de una fotointerpretación detallada y otra como resultado de un muestreo en malla rígida, aprovechando la información de la primera y minimizando el coste de la segunda al reducir la información analítica requerida a las propiedades susceptibles de variar con el manejo del suelo .

**Tabla 2:** Determinaciones analíticas en el Reconocimiento de Suelos

Muestreo dirigido (perfiles de suelo)	Muestreo de malla fija (sondeos)
<p><b>A) Muestra de cada horizonte</b>                      * Preparación de la muestra, elementos gruesos (&gt; 2 mm) y textura (arenagruosa 2000-500 um; arenafina, 500-50 um; limo, 50-2 um; y arcilla, &lt; 2 um)                      * pH (1:2,5)                      * CE en extracto 1:2,5 (mmho/cm=dS/m)                      * Carbono orgánico oxidable (%)                      * Nitrógeno Kjeldahl (%)                      * Fósforo (método Olsen)                      * Caliza total (%)                      * Caliza activa (%)                      - Complejo de cambio (meq/100gsuelo= cmol(+)/kg suelo):                      * Capacidad de Intercambio Catiónico                      * Calcio                      * Magnesio                      * Sodio                      * Potasio                      * Acidez extraíble                      - Oligoelementos (ppm):                      * Fe, Cu, Mn, Zn ,B                      - Humedad: curvas de pF mediante membrana de presión a 33 y 1500 kPa</p> <p><b>B) Muestras de Agua de riego y de capa freática</b>                      * pH                      * CE (dS/m)                      * Cationes: calcio, magnesio, sodio, potasio (meq/l)                      * Aniones: cloruros, sulfatos, bicarbonatos (meq/l)</p>	<p><b>A) Muestra del horizonte A</b>                      Carbono orgánico (%)                      pH (1:2,5)                      CE (1:2.5)                      K de cambio                      P (Olsen)                      * Caliza total (%)                      * Caliza activa (%)</p> <p><b>B) Muestra del horizonte B</b>                      arcilla (&lt; 2 um)                      pH (1:2,5)                      CE (1:2.5)                      K de cambio                      P (Olsen)                      * Caliza total (%)                      * Caliza activa (%)</p> <p><b>C) Muestra del horizonte C</b>                      pH (1:2,5)                      CE (1:2.5)                      * Caliza total (%)                      * Caliza activa (%)</p>

### 3. DISCUSIÓN

El estudio de microzonificación que aquí se plantea se encuadra dentro de la concepción tradicional del suelo en la que se considera como el resultado de la interacción del clima , los seres vivos, el tipo de roca y el relieve. En este sentido, cuando se destaca la importancia de tales factores sobre la planta o la calidad del producto se está reconociendo indirectamente la influencia del suelo. Es a través de éste, y en particular de sus propiedades, como inciden los factores del medio sobre la vid y sus productos.

**Tabla 3:** Características Técnicas del Estudio de Suelos

<b>Nivel</b>	<b>Detallado y Muy Detallado</b>	
<b>Escala</b>	1:10.000	1:2.000
<b>Unidades Taxonómica y Cartográfica</b>	Series y fases ( <i>Soil Taxonomy</i> , USDA,1999)	
<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	10	10
<b>Número de Observaciones</b>	1150	4000
<b>Relación entre calicatas y sondeos</b>	0,15	0,05
<b>Calicatas</b>	150	200
<b>Sondeos y otras observaciones</b>	1000	3800

**Tabla 4.** Elementos Utilizados en los estudios de Microzonificación

<p><b>Propiedades de modificación difícil o no susceptibles de modificar por el manejo del suelo</b></p>	<p><b>Propiedades modificables por el manejo del suelo</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>1. CLIMA:</b></p> <p style="text-align: center;">Temperaturas Precipitaciones ETPs Balance hídrico Deficit climático Indices Bioclimáticos y vitícolas Fenología</p>	
<p style="text-align: center;"><b>2. VEGETACION/USOS:</b></p> <p style="text-align: center;">V. Potencial V. Natural Usos del suelo Distribución viñedo</p>	
<p><b>3. GEOLOGIA/GEOMORFOLOGÍA</b></p> <p>Altitud Longitud y latitud Litología Geoforma F. Afloramientos Rocosos F. Disectada F. Lítica F. Petrocálcica F. Yesosa</p>	<p><b>3.- GEOLOGIA/GEOMORFOLOGÍA</b></p> <p>Pendiente Exposición Condiciones de drenaje e hidromorfía F. grava y elementos gruesos</p>
<p><b>4. SUELO</b></p> <p>Propiedades térmicas Granulometría y Textura Caliza total y Caliza activa Capacidad de Intercambio Catiónico Profundidad efectiva (solum) Estructura Propiedades hídricas Reserva de agua (condiciones de sequía y humedad) Oligoelementos</p>	<p><b>4. SUELO</b></p> <p>Materia orgánica pH N P Bases de Cambio y Acidez de Cambio Magnesio y Porcentaje de Magnesio de Cambio Potasio y Porcentaje de Potasio de Cambio Relación K/Mg Relación Ca/Mg Salinidad Oligoelementos</p>

En definitiva el estudio se proyecta de forma que los trabajos llevados a cabo tienen como punto de partida su encuadre en las unidades agroambientales macro previamente definidas. En segundo lugar se realiza el mapa de suelos detallado o muy detallado con unidades cartográficas

monotáxicas de manejo homogéneo (series). Los elementos de medio (especialmente el clima y el relieve) no tenidos en cuenta en la macrozonificación por problemas de escala pueden ser incluidos como fases: humedad, insolación, temperatura, orientación, pendiente..).

El elemento que condiciona la calidad del estudio de microzonificación es sin duda el mapa de suelos y sus características técnicas son función de la escala que está determinada principalmente por las peculiaridades de la zona, los recursos disponibles y los objetivos del trabajo.

Aunque actualmente existen metodologías que permiten optimizar los recursos para la obtención de un mapa de calidad suficiente con aplicación en viticultura (Bramley y Proffitt, 1999; McKenzie, 1999, 2000), en la tabla 3 se incluyen un intervalo orientativo que consideramos adaptado a las condiciones de España.

El mapa de suelos propuesto a partir principalmente de la FIA y de los datos obtenidos por muestreo dirigido se manifiesta útil para la asignación de la mayor parte de las propiedades del suelo no sujetas a modificaciones durante el manejo previo a la transformación (Tabla 4)

La información del muestreo a partir de sondeos en malla rígida es necesario para cuantificar y acotar las propiedades del suelo no sujetas a la variabilidad (taxonómica) del suelo y que han sido modificadas sustancialmente en el manejo previo a la transformación (Tabla 4).

La utilización del resultado es función de la información suministrada que como es obvio tiene una relación directa con los parámetros del medio tenidos en consideración en el estudio. En la figura 1 se incluye el ejemplo del fósforo: por un lado, se observa como la diferencia de la metodología produce importantes diferencias en el resultado; por otra parte, la interpolación realizada a partir del muestreo en malla rígida es capaz de detectar las variaciones debidas al manejo precedente y el resultado se ajusta sensiblemente a la distribución parcelaria.

Tal resultado, por un lado, la existencia de unidades cartográficas monotáxicas, homogéneas y correctamente definidas en relación principalmente con el clima, la litología y la geomorfología y, en segundo lugar, la delineación de tales unidades del suelo cuantificadas y acotadas se constituyen en la base del futuro manejo y como punto de partida para la realización de los subsiguientes trabajos (microvinificaciones...) encaminados a la consecución de parámetros de los productos que puedan ser correlacionados con cada unidad y que completan la microzonificación .

#### **4. CONCLUSIONES**

El reconocimiento detallado y muy detallado de suelos proporciona una herramienta de gran utilidad para resolver los problemas específicos que plantean los estudios de microzonificación.

En gran medida es capaz de abordar las relaciones suelo-planta-producto mediante el seguimiento continuado de las variables implicadas durante cada una de las fases de producción, posibilitando su control y optimización:

- Lugar y geometría de la plantación
- Material vegetal adecuado
- Relaciones suelo/planta: efectos de las propiedades físicas y químicas (salud y desarrollo) y físico-químicas (nutrición)
- Uso eficiente de *input*
- Manejo por unidades homogéneas

todo ello encuadrado en la estructura de una macrozonificación regional que permita extrapolar los resultados y la identificación y caracterización de unidades agroecológicas con la influencia directa que ello tiene sobre las cuestiones mediambientales y de ordenación del territorio.

Finalmente, el control de las variables consideradas por cada unidad de manejo (serie) y su correcta definición y cuantificación utilizando la convergencia de las dos metodologías aludidas permite abordar con éxito las relaciones del medio con la planta y los productos intermedios, en definitiva con los vinos de calidad.

## 5. REFERENCIAS CITADAS

Bramley, R.. & Proffitt, T. 1999. *Managing variability in viticulture*. The Aust. Grapegrower & Winemaker, 427:11-16

FAO (1979). *Soil Survey investigations for irrigation*. FAO Bull n° 42. Roma. 188pp

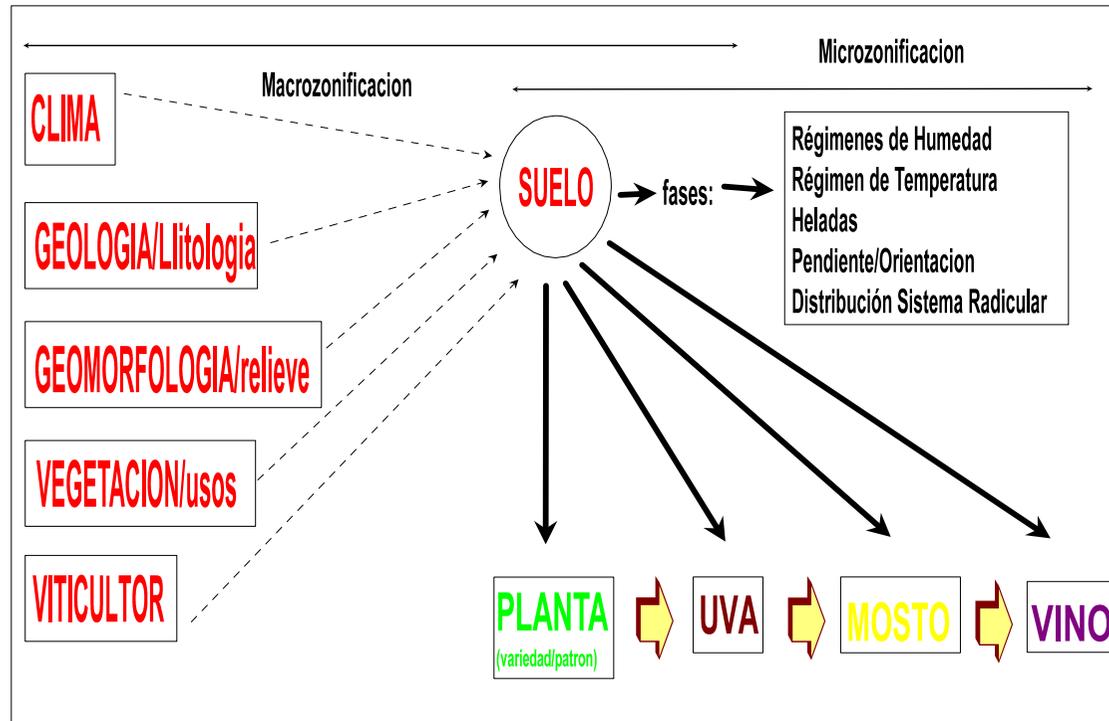
Gómez-Miguel,V. y Sotés, V. 2000. *Utilización de los estudios detallados y muy detallados de suelos en la microzonificación vitícola*. 3º Simposio International Zonificación Vitícola Puerto de la Cruz. Tenerife (España)

MAPA (1986). *Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Aguas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid

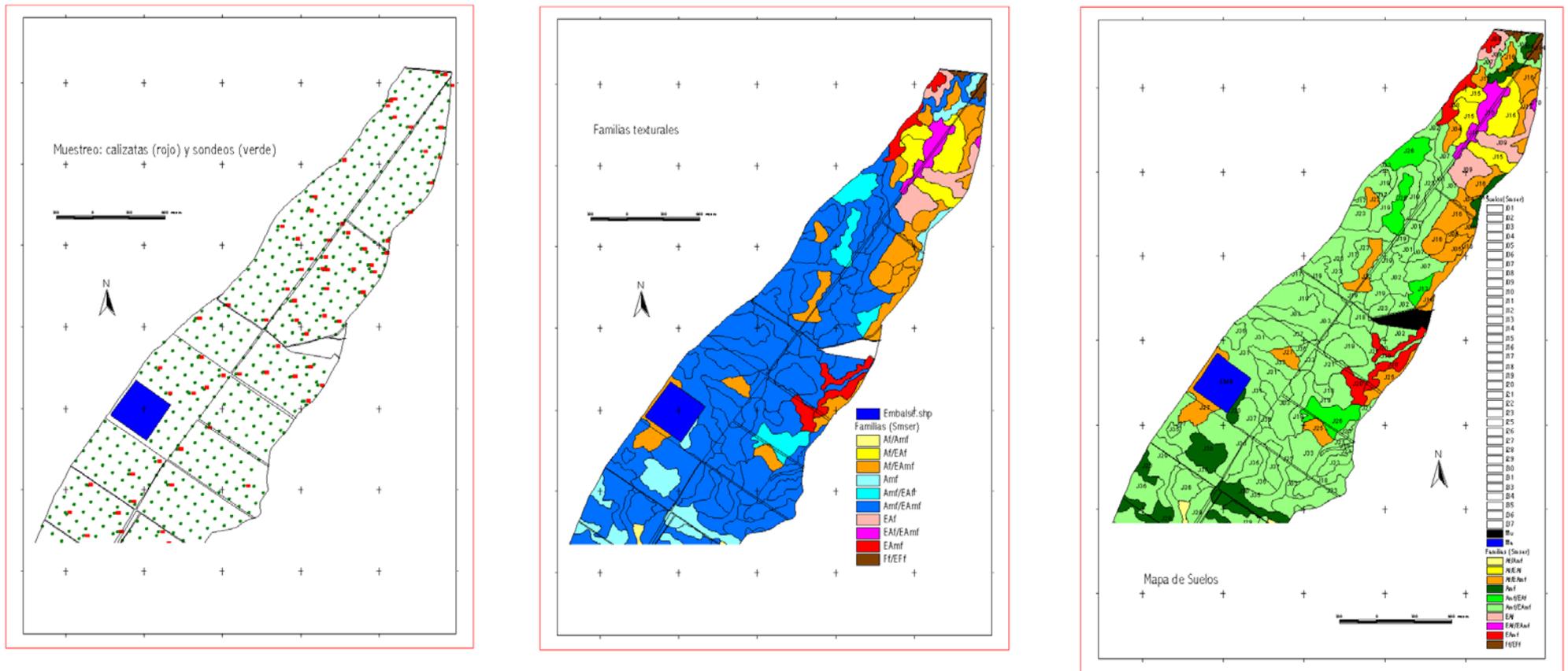
McKenzie, D.C. (1999) *Soil Management for viticulture*. The Aust. Grapegrower & Winemaker, 431:27-32

McKenzie, 2000. *Soil Survey options prior to vineyard desing*. The Australian Grapegraver&Winemarker. ATI 2000: 144-149

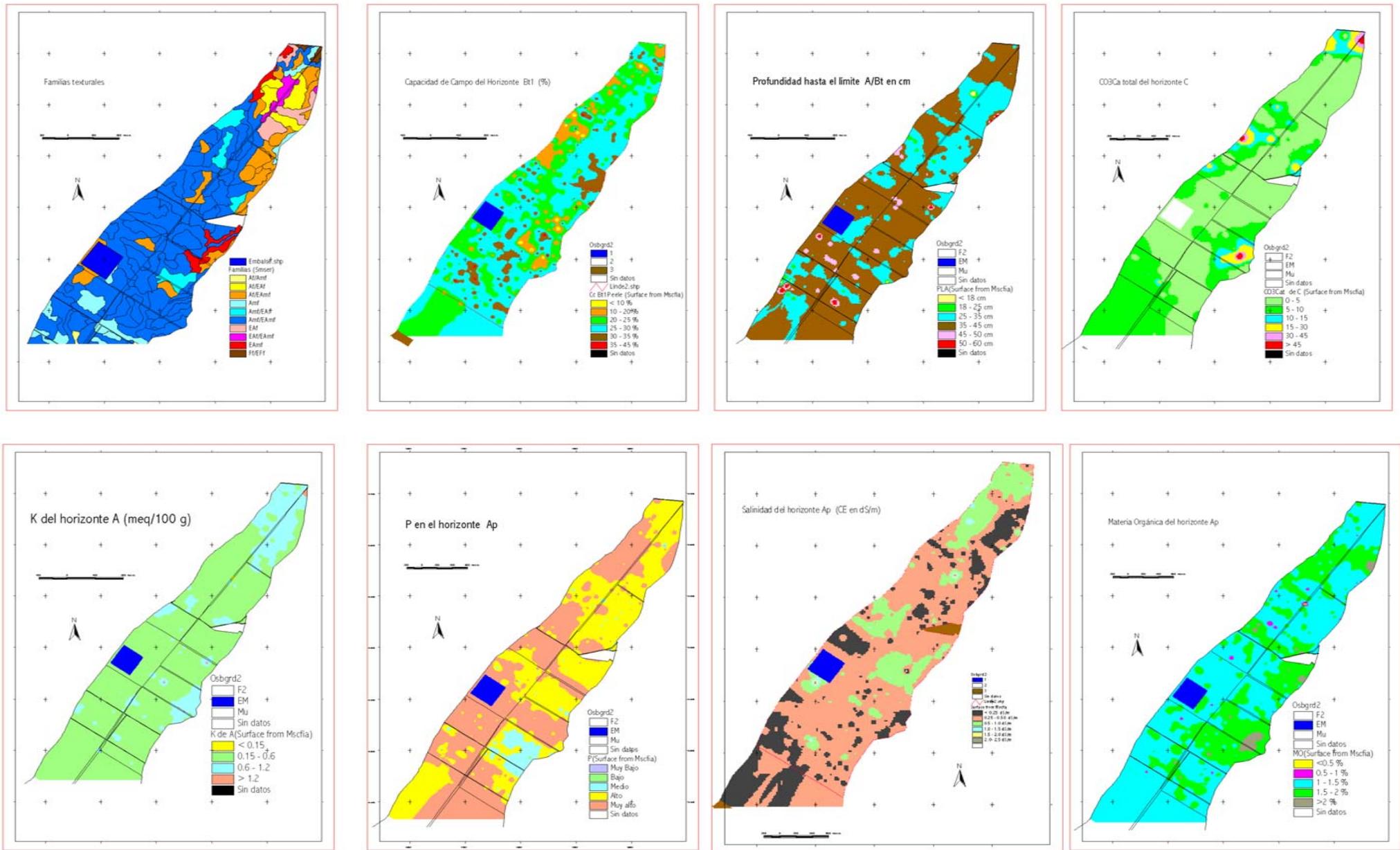
- Mulders, M.A y Legger, D. 1986. *Aspects and keys of airphoto-interpretation for landscape analysis and soil surveys* Department of Soil Science and Geology. Agricultural University. Wageningen
- Mulders, M.A y Legger, D. 1989. *Introduction to the interpretation of remote sensing data*. Department of Soil Science and Geology. Agricultural University. Wageningen
- 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. y Gómez-Miguel, V. 1995. *Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Calificada Rioja*. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 1998a. *Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Rueda y Tierra de Medina*.. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 1998b. *Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro*. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 2000. *Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Bierzo*. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. 2001. *Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Somontano*. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.
- USDA (1995) *Soil Survey Manual*. United States Department of Agriculture
- USDA (1996). *Soil Survey Laboratory Methods Manual. SSIR No. 42, v.3.0*. United States Department of Agriculture
- USDA .1999. *Soil Taxonomy*..Second Edition Agriculture handbook N° 436. Soil Survey Staff.
- Wambeque & Forbes (1986)
- White, L.P. 1977. *Aerial photography and remote sensing for soil survey*. Clarendon Press, Oxford



**Fig 1.** Importancia del suelo en las relaciones entre el medio y los vinos de calidad en los estudios de zonificación: mientras que en la macrozonificación se definen unidades agroecológicas homogéneas, en la microzonificación se acotan los parámetros del medio y se relacionan con los de la planta y los demás productos de transformación



**Fig 2.** Mapa de Suelos de una finca de la zona centro española: a) Muestreo; b) distribución de las familias y c) distribución de las STUs empleadas en el estudio de microzonificación (escala del original 1:2000)



**Fig 3.** Distribución de algunas de las propiedades condicionantes de la plantación y del manejo del viñedo

## **OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DEL VIÑEDO PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DE BOTRYTIS SP**

*Milka Ferrer \*, Gustavo González Neves, \*\*, Gianfranca Camussi \*, Ivette Sibille \*, Juan Manuel Abella \**

*\* Dpto. de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía.*

*Av. Garzón 780 Montevideo - Uruguay [e.mail mferrer@fagro.edu.uy](mailto:mferrer@fagro.edu.uy)*

*\*\* Laboratorio de Análisis y de Investigación Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.N.A.VI.) Dr. Pouey 463 Las Piedras - Uruguay.; Unidad de Tecnología de los Alimentos – Enología. Facultad de Agronomía. Av. Garzón 780 Montevideo – Uruguay*

### **RESUMEN**

La influencia del clima es determinante durante todo el ciclo del cultivo, actuando sobre la fisiología de la planta y sobre el desarrollo de las plagas y enfermedades que atacan el viñedo. La podredumbre de racimos en años y ambientes favorables son unas de las enfermedades que más condiciona la calidad del vino al producir graves alteraciones de la capacidad tecnológica de la uva y pérdidas de producción muy importantes. Las condiciones climáticas del Uruguay son favorables para el desarrollo de podredumbres de racimo y éstas se registran regularmente, variando la intensidad de su ataque. El objetivo del presente trabajo es presentar, en una situación climática favorable a la ocurrencia de *Botrytis sp.*, como la optimización de diferentes manejos del cultivo : sistema de conducción, tipo de poda y variedades, deben ser tenidos en cuenta para disminuir la predisposición a esta enfermedad. En viñedos comerciales de los cultivares Tannat, Merlot y Cabernet- Sauvignon instalados en el sur de Uruguay, se comparan las tres variedades conducidas en espaldera alta y lira y en Tannat el tipo de poda a cargador o pitón.

Las variedades en estudio presentaron diferente sensibilidad a la enfermedad, siendo Tannat la que presentó mayor daño. El sistema de conducción tuvo influencia sobre el porcentaje de ataque de podredumbres de racimo. En los años en que se presentó la enfermedad el sistema en lira tuvo mejor performance que la espaldera. Los resultados muestran que el tipo y la intensidad de la poda, para el cv Tannat, tiene una influencia significativa sobre el daño de *Botrytis*. La poda a pitón presenta, en la mayoría de los años e independientemente del sistema de conducción, porcentajes de ataque que superan al registrado en la poda a cargador. Se concluye que las pudriciones de racimo, en nuestra situación de cultivo, son una restricción a la calidad de la uva y el vino por lo que la optimización del manejo del viñedo pueden formar parte de una estrategia que tienda a reducir el uso de agroquímicos

## INTRODUCCIÓN.

La influencia del clima es determinante durante todo el ciclo del cultivo, actuando sobre la fisiología de la planta y sobre el desarrollo de las plagas y enfermedades que atacan el viñedo.

La podredumbre de racimos en años y ambientes favorables son unas de las enfermedades que más condiciona la calidad del vino al producir graves alteraciones de la capacidad tecnológica de la uva, a la vez que provoca pérdidas de producción muy importantes. (Perino A. *et al*, 1994; Nicolosi *et al*, 1996). La *Botrytis cinerea* Pers., agente causal de la podredumbre gris, altera la calidad del mosto y del vino al modificar su perfil ácido, glucídico, enzimático y provocar la degradación de color de los vinos, tanto tintos como blancos. Los vinos tintos toman un color marrón con olores y gustos desagradables. Se ha determinado que una cosecha con 20% de *Botrytis* reduce a la mitad la cantidad de terpenos, compuestos responsables de los aromas de las uvas (Cordonnier, 1987, Lardier, 1997, Brambilla, P., 1999).

Las condiciones climáticas, durante la maduración de la uva y en cosecha juegan un rol determinante en el desarrollo de esta enfermedad. Apartir del envero temperaturas de 15 a 20 ° C, en presencia de agua o humedad relativa superior al 90% permiten la penetración a la baya de los tubos germinativos del hongo a través de heridas. Las lluvias, que preceden a la cosecha, tienen una incidencia significativa cuando la baya es vulnerable (heridas, compacidad, otras enfermedades, sobre maduración etc.), en este caso la enfermedad es explosiva y en 15 horas puede producirse la aparición de síntomas (Chenet I., 1997 in PARTNENA, 1998). Las condiciones climáticas del Uruguay son favorables para el desarrollo de podredumbres de racimo y éstas se registran regularmente, variando la intensidad de su ataque.

Esta situación hace necesario, para la elaboración de vinos de calidad, realizar la cosecha en forma diferenciada de uva sana o enferma y posterior selección de racimos en bodega. El costo de la cosecha se encarece en un 20 a un 30 % por hectárea y no garantiza la eliminación total de granos afectados. Por otra parte en los productos agrícolas cada vez más se está tomando como indicador de calidad el uso racional de agroquímicos y de entre ellos los de bajo impacto ambiental. Cargnello, G. 1994, concluye que los manejos más sensibles del punto de vista sanitario pueden limitar el desarrollo de una viticultura que se enmarque en las normas de producción racional. En el caso de la uva y el vino esta exigencia puede constituirse en el corto plazo en una limitante para el desarrollo de nuestro sector, por lo que se debe fijar como objetivo la obtención de un producto que se ajuste a estos nuevos requerimientos.

Los diferentes manejos culturales tienen influencia en la incidencia de *Botrytis*. En particular los sistemas de conducción al provocar modificaciones en el microclima de la zona de los racimos, condicionan el desarrollo de parásitos de la vid. Los sistemas que mantienen ventilada dicha zona

verificaron disminuciones de hasta en un 50% de daño de podredumbres (Carbonneau, A. *et al.*, 1978; Cargnello, *et al.* 1991; Egger, E., 1994, , Ferrer, M. *et al* 2001<sup>a</sup> , Ferrer, M. *et al* 2001b, Torres, P., 1998).

Por otra parte estos autores afirman que los sistemas de conducción caracterizados por microclimas con baja luminosidad y baja temperatura, con altos niveles de humedad son los que presentan los ataques más elevados de *Botrytis* y podredumbre ácida.

Por su parte Smart, R. *et al.* (1992) explican, la mejor performance sanitaria con respecto a las podredumbres de las estructuras abiertas comparada con las cerradas, por la mejor ventilación del follaje, lo que permite el secado más rápido de la lluvia y del rocío. La llegada de fitosanitarios se ve favorecida por follajes poco densos y racimos expuestos.

Pieri *et al.*(2001) demostraron la influencia del microclima de hojas y racimos en la velocidad de difusión de focos de *Botrytis* , en las bayas internas fue significativamente superior, por lo que concluyen que los sistemas de conducción aireados disminuyen el tiempo de mojado de las bayas.

Cargnello, G. (1994) estudió la influencia sobre la sanidad del tipo de poda y raleo de racimos en envero y determinó que la poda Royat es más predisponente que la poda Guyot al ataque de *Botrytis*.

El grado de resistencia varietal a esta enfermedad, depende de la capacidad de producir compuestos que tienen un rol en los mecanismos de autodefensa, en la barrera química y física que constituye el complejo pelicular, así como el nivel de compacidad de los racimos. Con estos criterios Jeandet P. ,1996 clasificó las variedades en: sensibles, medianamente sensibles, y poco sensibles. Según este autor el cv Merlot esta en el primer grupo, el cv Cabernet - Sauvignon en el segundo y el cv Tannat en el tercero.

El objetivo del presente trabajo es presentar, en una situación climática favorable a la ocurrencia de *Botrytis* sp., como la optimización de diferentes manejos del cultivo, debe ser tenida en cuenta para disminuir la predisposición a esta enfermedad.

En los ensayos que se plantean se evaluó la influencia que tienen sobre la podredumbre del racimo el sistema de conducción, el tipo e intensidad de poda y la variedad.

### **Descripción de los ensayos**

Viñedo comercial en el sur de Uruguay, del cultivar Tannat, se confronta el sistema de conducción: espaldera alta (2,70 m x 1,30 m.) y lira cerrada (3.00 m x 1,30 m ) con poda a cargador en ambos sistemas.

Viñedos comerciales de los cultivares Tannat, Merlot y Cabernet- Sauvignon, en el sur de Uruguay, con las siguientes características:

cv Tannat: Se confronta el sistema de conducción y tipo de poda.- Lira abierta (3,20 x 0.90) poda pitón y cargador y en espaldera alta (2,50 x 1,20 m), con poda pitón.

cv Cabernet Sauvignon: -Se confronta el sistema de conducción: lira abierta (3,00m x 1,00 m), con la espaldera alta (2,50 m x 1,00 m), poda a pitón. en ambos sistemas

cv Merlot: Se confronta el sistema de conducción: lira abierta (3,00 m x 1.00 m), con la espaldera alta (2.8 m x 1 m) con poda a pitón en ambos sistemas.

La cosecha, en todos los años y ensayos, se realizó individualmente, en 30 plantas por tratamiento, la uva se clasificó separando los racimos con y sin daño de Botrytis sp, pesándolos por separado. Se estimaron los rendimientos por hectárea y la proporción de uva afectada en cada tratamiento.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

Las variedades en estudio presentaron diferente sensibilidad a la enfermedad, y no se ajustan a la clasificación propuesta por Jeandet P (1996), siendo en nuestro caso Tannat la que presentó mayor daño.

En Tannat, en cinco de los seis años evaluados (2000) registró ataque de podredumbre de racimo. En dos de esos años, el porcentaje de ataque fue superior al 30%. En el caso del cv Merlot en uno de los tres años estudiados registró ataque de Botrytis sp. en ambos sistemas de conducción. En tanto el cv Cabernet-Sauvignon tuvo un comportamiento intermedio en relación al de los otros dos cultivares (Cuadro 1). Se concluye que el cv Tannat presenta una mayor sensibilidad a la podredumbre de racimos, lo que debe ser tenido en cuenta al decidir las técnicas de manejo cultural y sanitario para esta variedad.

**Cuadro 1.** Influencia del sistema de conducción, el tipo de poda y de la variedad en el rendimiento y el porcentaje de ataque de *Botrytis* sp.

<b>COSECHA 2001</b>	<b>Sistema de conducción</b>	<b>Rendimiento kg/ha</b>	<b>Porcentaje de Uva con Botrytis</b>
Cv Merlot	lira	35960	12,9
	espaldera	14100	20,5
Cabernet Sauvignon	lira	11325	0,90
	espaldera	16850	10,9
Tannat	lira poda corta	22773	47,2
	lira poda larga	27924	30,5
	espaldera poda corta	--	> 60
<b>COSECHA 2002</b>			
Cv Merlot	lira	28270	0
	espaldera	12102	0
Cabernet Sauvignon	lira	23805	0
	espaldera	11506	4,4
Tannat	lira poda corta	7812	12,6
	lira poda larga	8367	23,5*
	espaldera poda corta	22887	14,8
<b>COSECHA 2003</b>			
Cv Merlot	lira	19823	0
	espaldera	12612	0
Cabernet Sauvignon	lira	9764	0
	espaldera	13736	0
Tannat	lira poda corta	13698	12,5
	lira poda larga	14202	4,00
	espaldera poda corta	9297	1,6

Fuente : Ferrer *et al* (2003)

\*algunas plantas habían sido cosechadas por el productor

El sistema de conducción tuvo influencia sobre el porcentaje de ataque de podredumbres de racimo. En los años que se presentó la enfermedad el sistema en lira tuvo mejor performance que la espaldera, a excepción del año 2003 donde el sistema de conducción en espaldera del cv Tannat tuvo una menor incidencia. Para el cv Tannat en dos de los años evaluados, la espaldera presentó valores de daño superiores al 20% y en la temporada 2001, la espaldera de Tannat, dos semanas antes de la vendimia, presentaba un 60% de ataque. En este mismo año (2001) las variedades Cabernet Sauvignon y Merlot conducidas en espaldera, tuvieron valores entre un 11 y un 20.5 % de daño respectivamente. Este comportamiento diferencial puede explicarse por el microclima favorable para el desarrollo de podredumbres a nivel de racimos y la insuficiente penetración de fitosanitarios al interior de la espaldera, lo que está de acuerdo con lo afirmado por Carbonneau, A. *et al.*, 1978; Cargnello, *et al.* 1991; Smart, R. *et al.*, 1992; Cargnello, G. 1994, Egger, E., 1994, Torres, P., 1998, Ferrer, M. *et al.*, 2001<sup>a</sup> y Ferrer, M. *et al.*, 2001<sup>b</sup>. (Cuadros 1 y 2) Como conclusión podemos decir que el sistema de conducción en lira, con respecto a la espaldera, presenta para la mayoría de los años y las variedades estudiadas, menor incidencia de Botrytis, lo que debería ser tenido en cuenta al momento de la plantación del viñedo.

**Cuadro 2.** Influencia del sistema de conducción y del año en el rendimiento y el porcentaje de ataque de *Botrytis* sp. en el cv Tannat

	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	Lira	Esp	Lira	Esp	Lira	Esp	Lira	Esp	Lira	Esp	Lira	Esp
<b>Rend</b>												
<b>Kg/pl</b>	5,04	2,78	11,8	6,55	9,46	7,75	6,56	----	2,25	6,58	3,94	2,67
<b>Rend</b>												
<b>Kg/há</b>	14359	7920	33618	18519	26951	22080	22778	----	7812	22.895	13.698	9.297
<b>%Botrytis sp</b>	40	64	1,7	8,6	0	0	47,17	60	12,60	14,80	12,50	1,56

Fuente: Ferrer, *et al.*(2003)

1998 al 2000 lira cerrada

2001 al 2003 lira abierta poda pitón

Esp = Espaldera , 2001 al 2003 poda a pitón

Los resultados muestran que el tipo y la intensidad de la poda, tiene una influencia significativa sobre el daño de Botrytis. para el cv Tannat La poda a pitón presenta, en la mayoría de

los años e independientemente del sistema de conducción, porcentajes de ataque que superan al registrado en la poda larga, lo que está de acuerdo con lo afirmado por Cargnello, G. (1994). Esta mayor incidencia puede explicarse, al igual de lo que sucedió con la poda a cuatro yemas, por el microclima favorable al desarrollo de *Botrytis* generado por el amontonamiento y la mayor compacidad de los racimos de la poda a pitón, de acuerdo a lo afirmado por Pieri *et al.*(2001) (Cuadros 2 y 3).

La conclusión que surge con respecto al tipo de poda y su intensidad es que en el cv Tannat la poda corta, resulta en un mayor porcentaje de daño de *Botrytis*, lo que debe ser tenido en cuenta al momento de optar por el tipo de poda a pitón.

**Cuadro 3.** Influencia de la intensidad de poda porcentaje de *Botrytis* sp. en el cv Tannat (1999)

TRATAMIENTO	% de <i>Botrytis</i>
Testigo (poda a 6 yemas)	8.20
Poda a 4 yemas	12.00

Fuente : Ferrer *et al.* (1999)

Las pudriciones de racimo, en nuestra situación de cultivo, son una restricción a la calidad de la uva y el vino por lo que la optimización del manejo del viñedo pueden formar parte de una estrategia que tienda a reducir el uso de agroquímicos

## BIBLIOGRAFIA

Brambilla, P. (1999): La botrytis ed i suoi effetti sui vini. *Vignevini*, XXVI, n°10

Cargnello, G., Forno, S., Terzuolo, S. (1991): Ricerche sull'influenza delle tecniche agronomiche sugli andamenti epidemici: indagini sulle forme di allevamento della vite. *Vignevini*, XVIII, n°5.

Cargnello G. (1994): Développement epidemique et diffentes modalités d'intervention dans le contrôle quantitatif de la production : recherches et considerations. In Actas 7°GESCO. Valladolid, España

Cargnello, G. (1992): Recherches sur l'influence de l'environnement sur la physiologie, sur la morpho-histologie et sur l'état phytosanitaire des différents grains de la même grappe de la

- vigne, *Vitis vinifera*, L. In Proceedings of IV International Symposium of grapevine physiology. Pp 631-634.
- Charmont, S. (1991): La conduite en lyre pour un raisin de meilleure qualité. In Acta Simposio internazionale sulle uve da mensa Bari, pg 338-343.
- Comité Interprofessionnel du vin de Champagne (1997): Influence des facteurs agronomiques sur l'expression de la pourriture grise.
- Cordonnier R. (1987): Les effets de *Botrytis cinerea* sur la couleur et l'arome. Rev. F. OE., 198: 21-29
- Dubos, B. (2000): La pourriture grise de la vigne (*Botrytis cinerea*). Que fait la filière recherche/développement pour améliorer la lutte? Progrès Agricole et Viticole. 117 n° 10
- Egger, E. (1994): Parametri biometrici delle forme di allevamento e difesa fitosanitaria. Vignevini, XXI, n°9
- Ferrer, M. Gonzalez, G. Camussi, G. (2001): L'évolution des systèmes de conduite du vignoble uruguayen. Résultats productifs et oenologiques. In Actas 12 èmes journées GESCO
- Ferrer, M. Gonzalez, G. Camussi, G. (2001): Influencia del sistema de conducción, el raleo de racimos y el tipo de poda sobre el daño de podredumbre de racimos. In Actas VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología.
- Jeandet P. (1996): Stimuler les défenses naturelles de la vigne : un complément à la lutte phytosanitaire contre le botrytis. Phytoma. 488
- Landier P.A. (1997): UNCAA Conséquences pratique de *Botrytis cinerea* sur la vinification.
- Laurent, J.C. (1998): La pourriture acide. Progrès Agricole et Viticole. 115. n° 1
- Leroux P. ; Chapeland F. ; Arnold A. ; Gredt M. (1998): Résistance de *B. cinerea* aux fongicides. Du laboratoire au vignoble et vice versa.
- Nicolosi, C. ; Cataldi, M.C. ; Campisi, S. ; Fallico, B. (1996): La componente lipidica della uve e dei vini . Nota II. Influenza della ampelopatie (*Botrytis cinerea*). Vignevini, XXIII, n°7 -8.
- PARTHENA. (1998) Cahier n°2

Smart, R. and Robinson, M. (1992): Sunlight into wine. Ed. Winetitles, Australia

Torres, P. (1998) Ciuvre et pourriture acide. Progrès Agricole et Viticole. 115. n° 1

## COMPOSICIÓN DE UVAS TINTAS PRODUCIDAS EN LA REGIÓN SUR DE URUGUAY: INCIDENCIA DE LA VARIEDAD DE UVA

G. González-Neves\*, \*\*, M. Ferrer\*\*\*, L. Barreiro\*, G. Gil\*, A. Carbonneau\*\*\*\*, M. Moutounet\*\*\*\*

\* Laboratorio de Análisis y de Investigaciones. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Dr. Pouey 463. Las Piedras. Uruguay. e-mail: [laboratorio@inavi.com.uy](mailto:laboratorio@inavi.com.uy)

\*\* Unidad de Tecnología de Alimentos, y

\*\*\* Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Av. Garzón 780. Montevideo. Uruguay.

\*\*\*\* Viticulture-Œnologie. Agro de Montpellier. 2 Place Viala. Montpellier. France.

### RESUMEN

Se comparó la composición de uvas de las variedades Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot producidas en el Sur de Uruguay. Se consideraron diversas situaciones productivas para cada variedad, en los años 2001, 2002 y 2003. Se extrajeron muestras de uva en el momento de la cosecha, determinándose sus contenidos de azúcares, acidez total y pH, y los antocianos totales y extraíbles, la riqueza fenólica, la proporción de taninos en hollejos y semillas y el índice de madurez celular. En el año 2002 se congelaron muestras de uvas, que posteriormente fueron utilizadas para determinar sus contenidos antociánicos pormenorizados. Las condiciones climáticas de cada año tuvieron una gran incidencia en los contenidos de azúcares y polifenoles de las uvas. Las uvas Tannat presentaron contenidos significativamente superiores de azúcares, acidez total, polifenoles totales y antocianos. Los antocianos fueron más fácilmente extraíbles en las uvas de Merlot y Cabernet-Sauvignon. Las uvas Tannat tuvieron proporciones significativamente mayores de glucósidos no acilados, y de cianidina, delfinidina y petunidina. Las uvas Cabernet-Sauvignon tuvieron proporciones significativamente mayores de acetatos y de malvidina, en tanto las uvas Merlot tuvieron proporciones significativamente mayores de peonidina. Las diferencias reportadas indican una aptitud enológica diversa de las uvas de cada variedad considerada.

### INTRODUCCIÓN

La composición de la uva está determinada por factores naturales, entre los que se destacan suelo, clima y variedad de uva, y factores culturales, que comprenden a las distintas prácticas de manejo de viñedo.

Las concentraciones de los diversos componentes de la uva están condicionadas genéticamente, con una incidencia variable del medio ambiente, según los compuestos y las variedades.

Los contenidos de los componentes mayoritarios, entre los que se destacan los azúcares y los ácidos, están muy influidos por las condiciones ambientales. Los azúcares son sintetizados en las hojas, como producto directo de la fotosíntesis, y son translocados en la planta y acumulados en la baya. Los ácidos son sintetizados en hojas (tartárico y málico) y raíces (cítrico), y se acumulan en el grano, pero su concentración desciende durante la maduración, como resultado de fenómenos de dilución, salificación, y degradación por la respiración celular.

Otros componentes destacados de la uva, desde el punto de vista cualitativo, son los compuestos fenólicos, producto del metabolismo secundario de la planta. En las uvas tintas tienen particular relevancia los antocianos, que son sus principales pigmentos y determinan el color de los vinos tintos jóvenes. En las variedades de *Vitis vinifera* L. estas moléculas se encuentran como monoglucósidos, constituidos por una estructura básica (antocianidina) unida a una molécula de glucosa. De acuerdo con sus sustituyentes, las antocianidinas presentes en las uvas son malvidina, delfinidina, peonidina, petunidina y cianidina. Los glucósidos pueden estar acilados, esterificados con los ácidos p-cumárico, acético o cafeico (Wulf y Nagel, 1978; Nagel y Wulf, 1979).

Los perfiles antociánicos determinados por las relaciones entre los distintos antocianos, son característicos de cada variedad de uva, aunque las concentraciones de las distintas moléculas pueden variar significativamente según las condiciones climáticas y del cultivo (Wenzel *et al.*, 1987; Roggero *et al.*, 1988; Larice *et al.*, 1989; González-SanJosé *et al.*, 1990a y b; Revilla *et al.*, 2001; Di Stéfano *et al.*, 1994; Jordão *et al.*, 1998; Haselgrove *et al.*, 2000; Marx *et al.*, 2000; Burns *et al.*, 2002; Spayd *et al.*, 2002).

Se ha constatado que los potenciales fenólicos y antociánicos de las uvas de la variedad Tannat producidas en el Sur del país, están condicionados de manera importante por las condiciones de cultivo empleadas (González-Neves y Ferrer, 2000; Ferrer y González-Neves, 2002; González-Neves *et al.*, 2001a y 2003a y c). Por otra parte, se han verificado también diferencias de composición según el manejo del viñedo en uvas de las variedades Cabernet-Sauvignon y Merlot, así como diferencias muy significativas entre éstas y Tannat (González-Neves *et al.*, 2003a, b y c).

La composición antociánica de uvas de las variedades Merlot y Cabernet-Sauvignon ha sido descrita en numerosos trabajos (Wulf y Nagel, 1978; Nagel y Wulf, 1979; Étievant *et al.*, 1988; Darné, 1988; Roggero *et al.*, 1988; Larice *et al.*, 1989; Ortega *et al.*, 1994; Revilla *et al.*, 1998; Vivas de Gaulejac *et al.*, 2001; Burns *et al.*, 2002; Spayd *et al.*, 2002). En cambio, son muy escasos los trabajos donde se considera el perfil antociánico del cultivar Tannat (Roggero *et al.*, 1988; Larice *et al.*, 1989).

El perfil antociánico de las uvas y los vinos producidos en Uruguay con estas variedades ha sido descrito previamente en algunos trabajos de nuestro grupo (González-Neves *et al.*, 2001b).

En este trabajo se compara la composición de las uvas de Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot obtenidas en diversos viñedos de la región Sur de Uruguay. Las variedades consideradas son las más importantes tintas de *Vitis vinifera* en el país. En el año 2003 el 12,45 % de la producción total de uva correspondió a Tannat, el 7,11 % a Merlot y el 4,82 % a Cabernet-Sauvignon (I.NA.VI., 2003).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ensayos de campo**

Los ensayos se realizaron en viñedos de Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot, ubicados en la región Sur de Uruguay en las vendimias 2001, 2002 y 2003. Se consideraron distintas situaciones productivas en cada variedad, de acuerdo con el siguiente detalle.

#### **Tannat:**

Viñedo ubicado en Cuatro Piedras, Canelones, con conducción en lira, poda en cordón, plantas injertadas sobre SO4 y plantadas a 3,20 x 0,90 m. 2001 a 2003.

Plantas podadas a Guyot, en el viñedo citado precedentemente. 2001 a 2003.

En el año 2001 se consideró un viñedo situado en Melilla, Montevideo, conducido en espaldera media, con poda Guyot, plantas injertadas sobre SO4, a 2,0 x 1,0 m.

En los años 2002 y 2003 se consideró un viñedo situado en Juanicó, Canelones, conducido en espaldera, con poda en cordón, implantado a 2,3 x 1,25 m.

#### **Cabernet-Sauvignon:**

Viñedo situado en Progreso, Canelones, con conducción en espaldera y poda a cordón, plantas injertadas sobre 1103P y plantadas a 2,30 x 1,10 m.. 2001 a 2003.

En el mismo viñedo, se consideraron plantas en las cuales se hizo raleo de racimos en enero. 2001 a 2003.

En 2001 y 2002 se consideró un viñedo en Santa Lucía, Canelones, conducido en lira y podado a cordón, injertado sobre SO4 y a 3,00 x 1,00 m., con raleo de racimos en enero.

En 2002 y 2003 se consideró un viñedo en lira, con poda a cordón, situado en Juanicó, Canelones.

#### **Merlot:**

Viñedo situado en Juanicó, Canelones, espaldera con poda a cordón, plantas injertadas sobre SO4, a 2,50 x 1,25 m.. 2001 a 2003.

En 2002 y 2003, en el mismo viñedo se consideraron también plantas con raleo de racimos.

Viñedo situado en Juanicó, Canelones, lira con poda a cordón, plantas injertadas sobre SO4, a 3,00 x 1,00 m.. 2001 a 2003.

1. En el mismo viñedo se consideraron plantas con raleo de racimos. 2001 a 2003.

En todos los casos el dispositivo experimental fue de parcelas al azar, con 60 plantas por tratamiento, considerando cada planta como una parcela. El manejo de cada viñedo fue realizado por los respectivos productores.

### **Análisis de las uvas**

En el momento de la cosecha se realizaron muestreos de uva, con dos repeticiones en cada viñedo, a excepción del año 2002 en que se extrajeron tres muestras por viñedo.

Las muestras se analizaron utilizando la mitad de las bayas de cada una para determinar el potencial total en antocianos (ApH1), los antocianos extraíbles (ApH3,2) y la riqueza fenólica (A280). Se calcularon las componentes tánicas de los hollejos y de las semillas, las proporciones relativas (dpell% y Mp%), y el índice de madurez celular (EA%). Los cálculos de estos índices fueron modificados, en relación a los propuestos por Glories y Augustin (1993), al considerar el porcentaje de pulpa de cada muestra.

Los antocianos se cuantificaron a través del método de Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1965).

Se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu UV 1240 Mini, utilizando cubetas de cuarzo y de vidrio de 1 cm de recorrido óptico.

Los restantes 100 granos de las primeras dos muestras se utilizaron para determinar los componentes clásicos (azúcares, acidez total y pH), los pesos de grano, las densidades y las proporciones relativas de hollejos, semillas y pulpa. Se hicieron dos repeticiones de todas las determinaciones analíticas en cada muestra.

La tercera muestra de uva, extraída en 2002 en cada viñedo, fue congelada a -20°C. Las uvas fueron congeladas, dejándolas 24 hs a 8°C. Se extrajeron los hollejos de 20 uvas, con dos repeticiones por muestra, y se maceraron durante 24 horas en una solución con 12% de etanol y pH 3,2. El volumen de solución empleado en cada maceración fue equivalente al volumen de mosto correspondiente a cada muestra

## **Análisis de uvas congeladas**

En los extractos obtenidos se determinaron los contenidos de los antocianos individuales, por cromatografía líquida de alta performance (H.P.L.C.), según el método propuesto por Revilla *et al.* (1999). Se utilizó un sistema cromatográfico compuesto por dos bombas Waters, 510 y 515; un inyector Rheodyne 7725i; un detector Waters 490E, con medidas a 313 y 530 nm, controlando el sistema con el programa Millennium 32 (Waters Corporation, USA). Se usó una columna analítica Phenomenex Luna C18 (150 x 4,6 mm d.i.) de 5µm de tamaño de partícula.

Los extractos fueron filtrados antes de ser inyectados, a través de membrana de 0,45 micras.

La identificación de los distintos antocianos se realizó de manera indirecta, de acuerdo con los tiempos de retención de cada pico y los tiempos relativos con respecto al malvidin-3-glucósido. Se tomó como referencia un sistema cromatográfico acoplado con espectrometría de masa (Hewlett-Packard 1100 Series LC-MS) en el cual se analizaron parte de las muestras.

La concentración de los distintos antocianos se determinó a partir de una curva de calibración hecha con cloruro de 3-glucósido de malvidina (Extrasynthese, Francia). Se cuantificaron los 3-glucósidos de delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, los ésteres 6-acetil de los 3-glucósidos de delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, los ésteres 6-p-cumaril de los 3-glucósidos de delphinidina, cianidina, petunidina y malvidina y el 6-cafeil-3-glucósido de malvidina.

Posteriormente se calcularon las proporciones de malvidina, petunidina, delphinidina, peonidina y cianidina y las proporciones de glucósidos no acilados, acetatos y cumaratos correspondientes a cada muestra.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis de las uvas en fresco**

Como se observa en la Tabla 1, los contenidos de azúcares de la uva presentaron diferencias significativas entre las distintas variedades con variaciones importantes en los distintos años considerados. Las uvas de la variedad Tannat presentaron contenidos medios significativamente mayores a los correspondientes a Merlot y Cabernet-Sauvignon, particularmente en 2002 y 2003.

El año 2001 se caracterizó por condiciones climáticas adversas (lluvias abundantes durante el periodo de maduración de la uva, con un total de 570 mm de precipitaciones), lo que se reflejó en los contenidos fenólicos totales y antociánicos, que fueron menores a los obtenidos en los otros años (Tablas 1 y 2).

La acidez de las uvas también fue diferente en los distintos años y en las distintas variedades (Tabla 1). Puede observarse que la variedad Tannat presentó siempre uvas con mayor acidez total y menor pH que las otras variedades. La respuesta varietal a las condiciones de cada año también fue diversa, observándose particularmente los bajos contenidos de acidez total en Merlot en el año 2003, como consecuencia de las elevadas temperaturas que se dieron durante la maduración. Las temperaturas medias mensuales fueron de 31,5°C para Enero, 29,3°C para Febrero y 28,6°C para Marzo, siendo muy superiores a las medias históricas.

Los contenidos fenólicos y antociánicos de las uvas de cada variedad fueron significativamente diferentes, constatándose que la variedad Tannat presentó valores muy superiores a los correspondientes a las otras dos (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los reportados previamente (González-Neves *et al.*, 2003a, b y c). La respuesta a las condiciones de cada año fue muy diversa.

La síntesis de los antocianos se refleja de manera evidente en la Figura 1, donde se observan diferencias altamente significativas entre años y entre variedades para el potencial total en antocianos expresado por baya.

Se debe resaltar que los contenidos de antocianos de las uvas Tannat son muy elevados (Tabla 2 y Figura 1), constituyendo uno de los fundamentos de la aptitud enológica de esta variedad en nuestro país.

Los valores de EA% fueron significativamente mayores para Tannat (Tabla 2), lo que indica una menor facilidad de extracción de los antocianos en las uvas de esta variedad.

Las proporciones de taninos en las semillas fueron muy bajas para Cabernet-Sauvignon, en todos los años y particularmente en 2002, y muy elevadas para Tannat en el año 2001 (Tabla 2). Consecuentemente, los mayores contenidos tánicos en hollejos correspondieron a las uvas de Cabernet-Sauvignon.

Las diferencias señaladas justifican ajustar las condiciones de vinificación considerando no solamente el tipo de vino a elaborar, sino también la variedad de uvas que se utiliza (Saint-Cricq *et al.*, 1999; Glories, 2001)

### **Antocianos pormenorizados**

Las tres variedades consideradas presentan perfiles antociánicos en los que predominan las moléculas trisustituídas en relación a las bisustituídas, y los glucósidos no acilados sobre los acetatos y cumaratos (Figuras 2 y 3).

Los perfiles antociánicos de las uvas de cada variedad se diferenciaron estadísticamente, verificándose proporciones más elevadas de cianidina, delphinidina y petunidina en Tannat, en tanto

las mayores proporciones de malvidina correspondieron a las uvas de Cabernet-Sauvignon y las de peonidina a Merlot (Figura 2).

Estos resultados coinciden con los reportados previamente para vinos tintos jóvenes uruguayos de estas variedades (González-Neves *et al.*, 2001b), con la única excepción de la cianidina, cuyos contenidos en los vinos son generalmente bajos, ya que se degrada rápidamente (McCloskey y Yengoyan, 1981; Di Stéfano y Ciolfi, 1983; La Notte *et al.*, 1989; Gigliotti y Bucelli, 1992; Cheynier 1994 y 1997; Dallas *et al.*, 1995).

A su vez, se constataron proporciones medias significativamente mayores de glucósidos no acilados y de cumaratos en Tannat (estas últimas sin presentar diferencias estadísticas con Merlot), en tanto las proporciones de acetatos fueron muy significativamente mayores en Cabernet-Sauvignon (Figura 3). Estos resultados coinciden con los reportados para vinos tintos nacionales, con la excepción de las proporciones de cumaratos, que en los vinos fue significativamente mayor en Merlot (González-Neves *et al.*, 2001b).

Más allá de las concentraciones extraídas de cada antociano, que fueron estadísticamente superiores para Tannat con la única excepción del 6-cafeil-3 glucósido de malvidina, que tuvo contenidos mayores en Cabernet-Sauvignon (resultados no mostrados), las diferencias en el perfil antociánico de cada variedad pueden condicionar la evolución del color de los vinos correspondientes, ya que las diversas formas tienen distinta estabilidad.

La antocianidina más estable es la malvidina, mientras las menos estables son las más fácilmente oxidables, como cianidina y delfinidina. A su vez, las formas aciladas son menos estables en el tiempo que los glucósidos no acilados (McCloskey y Yengoyan, 1981; Di Stéfano y Ciolfi, 1983; La Notte *et al.*, 1989; Gigliotti y Bucelli, 1992; Cheynier 1994 y 1997; Dallas *et al.*, 1995).

Las elevadas proporciones de antocianos acetilados en Cabernet-Sauvignon concuerdan con la bibliografía (Wulf y Nagel, 1978; Wenzel *et al.*, 1987; Roggero *et al.*, 1988, Ortega *et al.*, 1994, Revilla 1998; Marx *et al.*, 2000; Burns *et al.*, 2002), en tanto las proporciones de acilados en Merlot y Tannat concuerdan con lo señalado por Wenzel *et al.* (1987), Roggero *et al.* (1988), Larice *et al.* (1989) y Ortega *et al.* (1994).

## CONCLUSIONES

La composición de las uvas de cada variedad fue diferente, respondiendo a factores genéticos que parecen incidir en todas las variables determinadas, y particularmente en la composición antociánica. Las uvas Tannat presentaron contenidos significativamente superiores de azúcares, acidez total, polifenoles totales y antocianos.

Los índices determinados indican que los antocianos serían más fácilmente extraíbles en Merlot y Cabernet-Sauvignon que en Tannat. Las uvas de Cabernet-Sauvignon tuvieron una proporción significativamente mayor de taninos en los hollejos que las de las otras variedades. Estas diferencias indican que deben adaptarse las vinificaciones, según la variedad que se emplee.

Las condiciones climáticas de cada año evaluado tuvieron un impacto importante sobre la composición de la uva, y particularmente en los contenidos de azúcares y polifenoles.

Las uvas de las variedades consideradas presentaron diferencias estadísticas también en los perfiles antociánicos, lo que puede condicionar la evolución del color de los vinos correspondientes. Las uvas de la variedad Tannat tuvieron las mayores proporciones de glucósidos no acilados y de cianidina, delfinidina y petunidina, las de Cabernet-Sauvignon las de malvidina y de acetatos y las de Merlot las de peonidina.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a las empresas D., E. y G. Pisano, Establecimiento Juanicó, Viña Varela Zarranz, y Viñedos y Bodegas Filgueira, por el apoyo prestado para la realización de los ensayos.

A D. Charamelo, J. Balado, R. Bochicchio, G. Gatto, A. Tessore, G. Camussi, I. Sibille y J. Abella por su participación en los muestreos y análisis de las uvas. A G. Bordo por sus aportes a la presentación de este trabajo. A M. González-SanJosé y a C. Gómez Cordovés por su colaboración técnica.

Al Programa de Desarrollo Tecnológico de la DINACYT de Uruguay (Beca PDT S/C/BE/OP/10) y a la Red Iberoamericana de Vitivinicultura CYTED XIX.C por su aporte para la financiación de distintas actividades relacionadas con este trabajo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Burns, J.; Mullen, W.; Landrault, N.; Teissedre, P.; Lean, M.; Crozier, A. (2002): Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from Cabernet-Sauvignon and hybrid grapes. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4096-4102.

Cheyrier, V.; Hidalgo, I.; Souquet, J.; Moutounet, M. (1997): Estimation of the oxidative changes in phenolic compounds of Carignane during winemaking. *Am. J. Enol. Vitic.* 48 (2): 225-228.

Cheyrier, V.; Souquet, J.; Kontek, A.; Moutounet, M. (1994): Anthocyanin degradation in oxidising grape musts. *J. Sci. Food Agric.* 66: 283-288.

- Dallas, C.; Ricardo-Da-Silva, J. M.; Laureano, O. (1995): Degradation of oligomeric procyanidins and anthocyanins in a Tinta Roriz red wine during maturation. *Vitis* 34 (1): 51-56.
- Darné, G. (1998): Évolution des différents anthocyanes des pellicules de Cabernet Sauvignon au cours du développement des baies. *Conn. Vigne Vin* 22 (3): 225-231.
- Di Stéfano, R., Ciolfi, G. (1983): Formazione di antociani polimeri in presenza di flavani ed evoluzione degli antociani monomeri durante la fermentazione. *Riv. Vitic. Enol.* 36: 325-337.
- Di Stéfano, R.; Moriondo, G.; Borsa, D.; Gentilini, N.; Foti, S. (1994): Influenza di fattori climatici e colturali sul profilo antocianico varietale. *L'Enotecnico* XXX (4): 73-77.
- Étievant, P.; Schlich, P.; Bertrand, A.; Symonds, P.; Bouvier, J.C. (1988): Varietal and Geographic Classification of french red wines in terms of pigments and flavonoid compounds. *J. Sci. Food Agric.* 42: 39-54.
- Ferrer, M.; González Neves, G. (2002): Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. cv. Tannat. *Agrociencia* 6 (1): 53-62.
- Glories, Y. (2001): Caractérisation du potentiel phénolique: adaptation de la vinification. *Progrès Agricole et Viticole* 118 (15/16): 347-350.
- Glories, Y.; Augustin, M. (1993): Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *Actas Colloque Journée Techn. CIVB*, Bordeaux. pp. 56-61.
- González-Neves, G.; Ferrer, M. (2000): Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. *Vitic. Enol. Prof.* 66: 30-43.
- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Bochicchio, R.; Gatto, G. (2001a): Incidencia del raleo de racimos en la composición de vinos tintos Tannat: resultados de 7 años de ensayos (1994-2000). In *Actas: Cong. Latin. de Vitic. y Enol.*, Montevideo.
- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Carbonneau, A.; Moutounet, M. (2003b): Composición y color de vinos tintos provenientes de viñedos de la variedad Tannat conducidos en lira y en espaldera. In: *Actas Congreso GESCO*, Montevideo.

- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Carbonneau, A.; Moutounet, M. (2003): Resultados enológicos del raleo de racimos en enero en viñedos de Merlot conducidos en lira. In: *Actas Congreso GESCO*, Montevideo.
- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Carbonneau, A.; Moutounet, M. (2003c): Incidencia del tipo de poda sobre las propiedades sensoriales y características analíticas de vinos tintos Tannat. In: *Actas Congreso GESCO*, Montevideo.
- González-Neves, G.; Gómez-Cordovés, C.; Barreiro, L. (2001): Anthocyanic composition of Tannat, Cabernet Sauvignon and Merlot young red wines from Uruguay. *Journal of Wine Research* 12 (2): 125-133.
- González-SanJosé, M. L.; Barron, L.; Diez, C. (1990): Evolution of anthocyanins during maturation of Tempranillo grape variety (*Vitis vinifera*) using polynomial regression models. *J. Sci. Food Agric.* 51: 337-343.
- González-SanJosé, M. L.; Santa-María, G.; Diez, C. (1990): Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region, and wine-making methods. *J. Food Comp. Anal.* 3: 54-66.
- Haselgrove, L. Botting, D.; Van Heeswijck, R.; Hoj, P. B.; Dry, P. R.; Ford, C.; Iland, P. (2000): Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L cv. Shiraz grape berries. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6: 141-149.
- I.NA.VI. (2003): Documentación interna de Registro de Viñedos. I.NA.VI. Las Piedras.
- Jordão, A.; Ricardo-da-Silva, J.; Laureano, O. (1998): Evolution of anthocyanins during grape maturation of two varieties (*Vitis vinifera* L.) Castelao Francês and Touriga Francesa. *Vitis* 37 (2): 93-94.
- La Notte, E.; Santoro, M.; Liuzzi, V. (1989): La frazione polifenolica nell'elaborazione del vino. *Vignevini* 10: 67-71.
- Larice, J.; Archier, P.; Rocheville-Divorne; Coen, S.; Roggero, J. (1989): Composition anthocyanique des cépages. II. Essai de classification sur trois ans par Analyse en Composantes Principales et étude des variations annuelles de cépages de même provenance. *R.F.CE.* 121: 7-12.
- Marx, R.; Holbach, B.; Otteneder, H. (2000): Determination of nine characteristic anthocyanins in wine by H.P.L.C. *F.V.* 1104 O.I.V.

- McCloskey, L.; Yengoyan, L. (1981): Analysis of anthocyanins in *Vitis vinifera* wines and red color versus aging by H.P.L.C. and spectrophotometry. *Am. J. Enol. Vitic.* 32 (4): 257-261.
- Nagel, C.; Wulf, W. (1979): Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamic acid esters during fermentation and ageing of Merlot and Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 30 (2): 111-116.
- O.I.V. (1990): Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Paris. O.I.V.
- Ortega, M.; Rivas, J.; Vicente, J.; Santos, C. (1994): Diferenciación de variedades de uvas tintas por su composición antocianica. *La Semana Vitivinicola* 2521-22: 4209-4220.
- Revilla, E.; García-Beneytez, E.; Cabello, F.; Martín-Ortega, G.; Ryan, J. (2001): Value of high-performace liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. *Journal of Chromatography A* 915: 53-60.
- Revilla, E.; Ryan, J. M.; Martín, G. (1998): Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4592-4597.
- Revilla, I, Pérez-Magariño, S.; González-SanJosé, M. L.; Beltrán, S. (1999): Identification of anthocyanin derivatives in grape skin extracts and red wines by liquid chromatography with diode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography* 847: 83-90.
- Ribéreau-Gayon, P.; Stonestreet, E. (1965): Le dosage des anthocyanes dans le vins rouges. *Bull. Soc. Chim.*, 9: 2649.
- Roggero, J.; Larice, J.; Rocheville-Divorne, C.; Archier, P.; Coen, S. (1988): Composition anthocyanique des cepages. I. Essai de classification par analyse en composantes principales et par analyse factorielle discriminante. *R.F.Œ. (C.S.)* 112: 41-48.
- Saint-Cricq, N.; Vivas, N.; Glories, Y. (1999): Maduración fenólica de las uvas tintas. Relación con la calidad de los vinos. Comparación entre los vidueños Merlot y Tempranillo (II). *La Semana Vitivinicola* 2748: 1126-1136.
- Spayd, S.; Tarara, J.; Mee, D.; Ferguson, J. (2002): Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53 (3): 171-182.
- Vivas de Gaulejac, N.; Nonier, M.; Guerra, C.; Vivas, N. (2001): Anthocyanin in grape skins during maturation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon and Merlot Noir from different Bordeaux terroirs. *J. Int. Sci. Vin* 35 (3): 149-156.
- Wenzel, K.; Dittrich, H.; Heimfarth, M. (1987): Die zusammensetzung der anthocyane in den beeren verschiedener rebsorten. *Vitis* 26: 65-78.

Wulf, L.; Nagel, C. (1978): High pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins of *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Vitic.* 29 (1): 42-49.

**Tabla 1.** Valores medios para los componentes de rutina en las uvas de las tres variedades, en las cosechas 2001, 2002 y 2003.

		<b>TANNAT</b>	<b>CABERNET-SAUVIGNON</b>	<b>MERLOT</b>
AZÚCARES (g/L)	2001	204.7	197.7	194.3
	2002	243.3	219.7	214.7
	2003	242.0	201.3	198.2
AC. TOTAL (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L)	2001	5.53	4.43	4.23
	2002	5.23	4.12	4.27
	2003	5.05	4.30	3.60
pH	2001	3.36	3.44	3.43
	2002	3.33	3.51	3.45
	2003	3.39	3.56	3.58

**Tabla 2.** Valores medios de los índices de composición fenólica en las uvas de las tres variedades, en las cosechas 2001, 2002 y 2003.

		<b>TANNAT</b>	<b>CABERNET-SAUVIGNON</b>	<b>MERLOT</b>
A280	2001	62.4	40.7	31.9
	2002	105.6	56.1	55.5
	2003	91.8	47.1	48
ApH1 (mg/L)	2001	1458.9	1078.6	707.7
	2002	3631.8	1938.6	1516.4
	2003	2934.9	1599.4	1230.5
ApH3,2 (mg/L)	2001	730.8	713.4	475
	2002	1777.5	1139.7	852.4
	2003	1413.5	926.1	688.2
EA %	2001	49.8	33.3	32.8
	2002	51.2	41.1	43.6
	2003	52.1	42.0	44.0
Mp %	2001	52.6	30.3	40.5
	2002	33.1	18.6	38.5
	2003	38.3	21.1	42.6
dpell %	2001	47.4	69.7	59.5
	2002	66.9	81.3	61.5
	2003	61.6	78.9	57.3

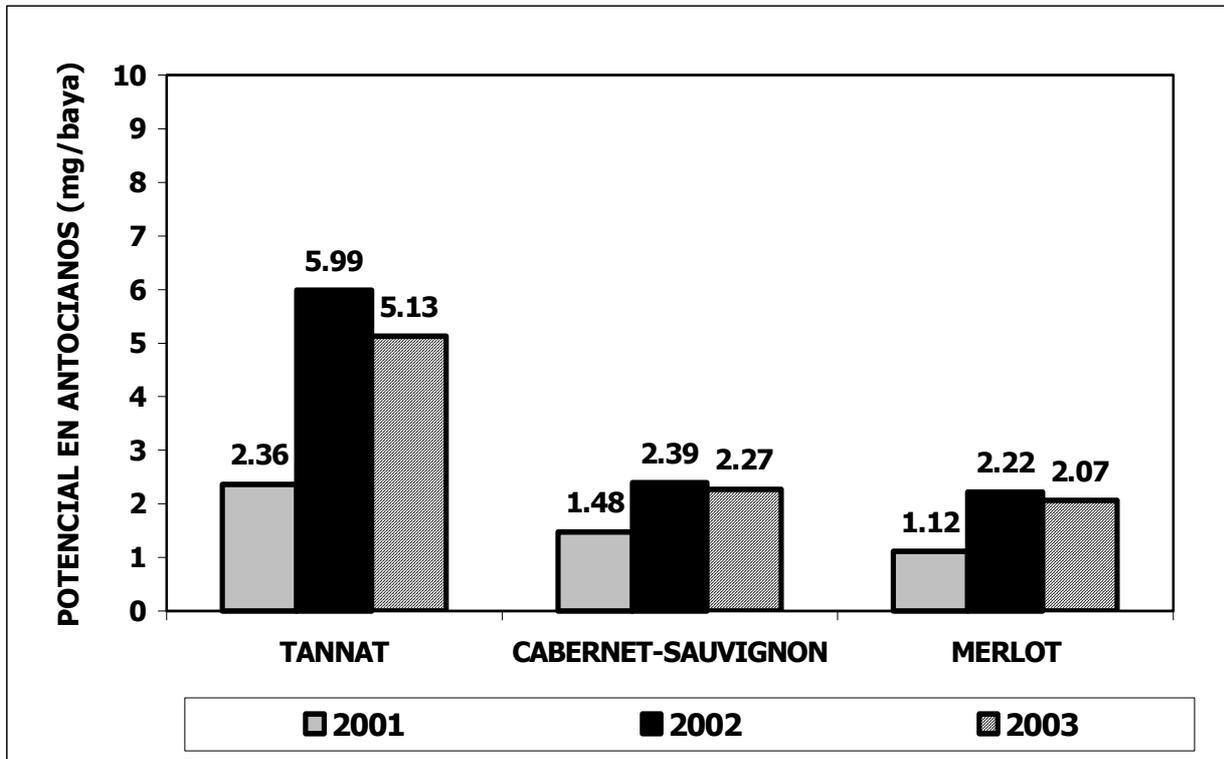


Figura 1. Potencial total en antocianos de las uvas de cada variedad en cada año.

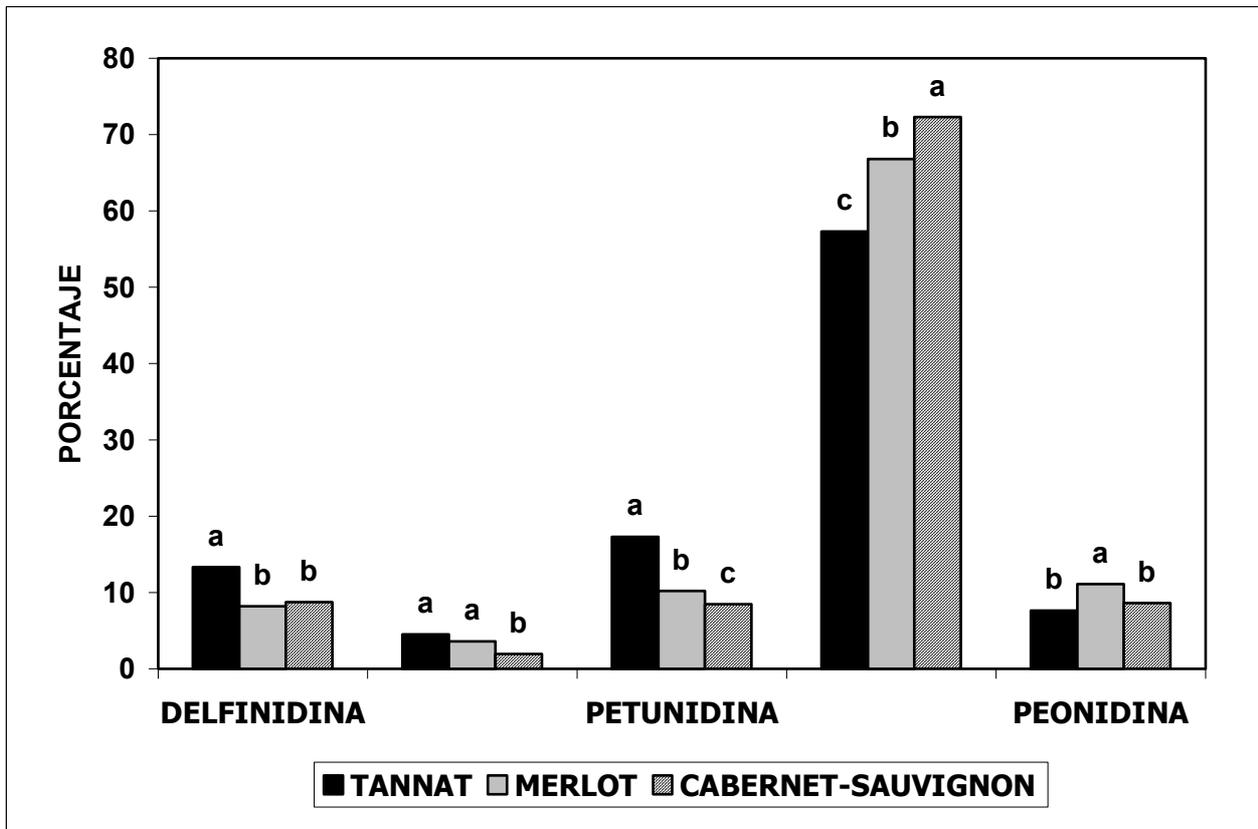
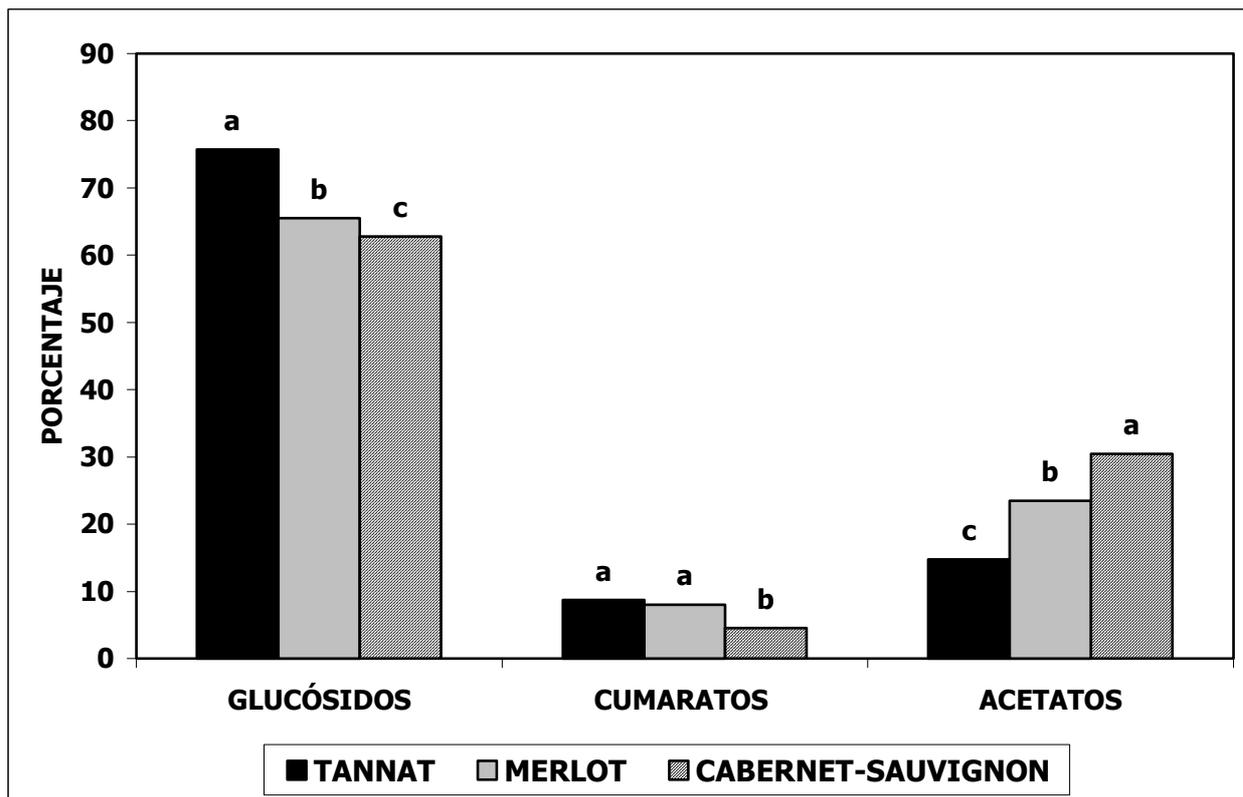


Figura 2. Proporción de cada antocianidina en los extractos de hollejos correspondientes a cada variedad en 2002.



**Figura 3.** Proporción de glucósidos acilados y no acilados en los extractos de hollejos correspondientes a cada variedad en 2002.

# **METODOLOGÍA DE LA ZONIFICACIÓN DE TERROIR APLICADA EN ESPAÑA**

*Vicente D. Gómez-Miguel*

*Universidad Politécnica de Madrid  
Escuela Superior Técnica de Ingenieros Agrónomos Departamento de Edafología  
Avda Complutense s/n (ciudad universitaria) 28040 Madrid  
e-mail [vgomez@eda.etsia.upm.es](mailto:vgomez@eda.etsia.upm.es)*

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).

En el caso de España la producción de vinos de calidad se centra fundamentalmente en un sistema de distribución territorial basado en Denominaciones de Origen y a este respecto, P. Huglin consideraba ya en 1978 que se deben basar en la delimitación de zonas con condiciones ecológicas particularmente privilegiadas o, como rara vez se dice, simplemente originales (ver también Laville, 1990 y Laville y Morlat, 1991).

La metodología tradicional relacionada con la zonificación en sus diversos aspectos ha sido considerada en los últimos años por diversos autores y se basa generalmente en las relaciones entre el medio y la calidad de los productos intermedios y del producto final, por lo tanto, parece obvio considerar que el objetivo general de la zonificación es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen tal medio y que están implicados en la calidad del producto.

De la complejidad del tema da idea el elevado grado de interdisciplinariedad necesario (expertos en viticultura, enología, edafología, climatología, geología, cartografía, estadística, informática...) y las posibilidades de abordar el problema de forma global quedan limitadas principalmente por la carencia de datos básicos y enológicos relacionados con unidades determinadas del medio.

A pesar de esta limitación, la metodología que se propone se adapta favorablemente a las bases teóricas para la caracterización del terroir de Morlat y Asselin (1992) y a la consideración definitiva 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).

La delimitación y caracterización de zonas vitícolas plantea en España problemas específicos no sólo por las características peculiares del territorio sino también por el tamaño, distribución e índice de ocupación vitícola en las distintas Denominaciones de Origen de las que se han más de cien mil hectáreas de viñedo circunscritas en una superficie que supera el millón y medio.

A partir de una propuesta metodológica para la zonificación del terroir (Fig 1) se revisan los diferentes elementos del medio que tienen una mayor influencia en la producción de vinos de calidad, en concreto, parámetros referentes al clima, la vegetación, la topografía, la litología, la morfología del relieve y el suelo (Gómez-Miguel *et al.*, v.a., Sotés *et al.*, v.a.)

En el estudio del clima se analizan distintas variables cuantitativas (temperatura, precipitación, evapotranspiración, heladas, índices climáticos, bioclimáticos y vitícolas, balance hídrico). A través del análisis estadístico (Clasificación Automática, AFD, ACP,...) se eliminan las variables que aportan información redundante, lo que permite la constitución de un modelo con no más tres variables a partir de el que se configura una cartografía de zonas climáticas vitícolas (Fig 2).

A partir del análisis de los mapas de vegetación natural y potencial se arbitran criterios excluyentes derivados de la existencia de especies endémicas y de masas forestales de interés ecológico. La configuración de un modelo digital del terreno permite la utilización de variables hasta el momento difícil de cartografiar, pero de gran importancia vitícola, en concreto la exposición y la pendiente (Fig 3).

Las variables referentes a la litología, la morfología del relieve y el suelo son valoradas a través del concepto de Serie de Suelos. El resultado es un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma y Serie de Suelos y son evaluadas desde el punto de vista vitícola por un sistema paramétrico adaptado a las condiciones ecológicas de la viña (Fig 4)

El tratamiento de la información generada en las capas cartográficas citadas por un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico.

Finalmente, la cartografía de la distribución actual del viñedo en cada denominación permite realizar la validación de los resultados mediante su comparación con las unidades cartográficas anteriormente definidas (Fig 5)

En definitiva, el análisis se limita a discriminar y caracterizar zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del medio. El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas (SMU) sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma y Serie de Suelos. El tratamiento de la información generada en las capas tratadas por un Sistema de Información Geográfica (GIS) da como resultado la cuantificación de los contenidos y la posibilidad de su tratamiento estadístico. Este método permite abordar importantes cuestiones planteadas actualmente en viticultura, a saber:

- Delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que

están implicados en la calidad del producto

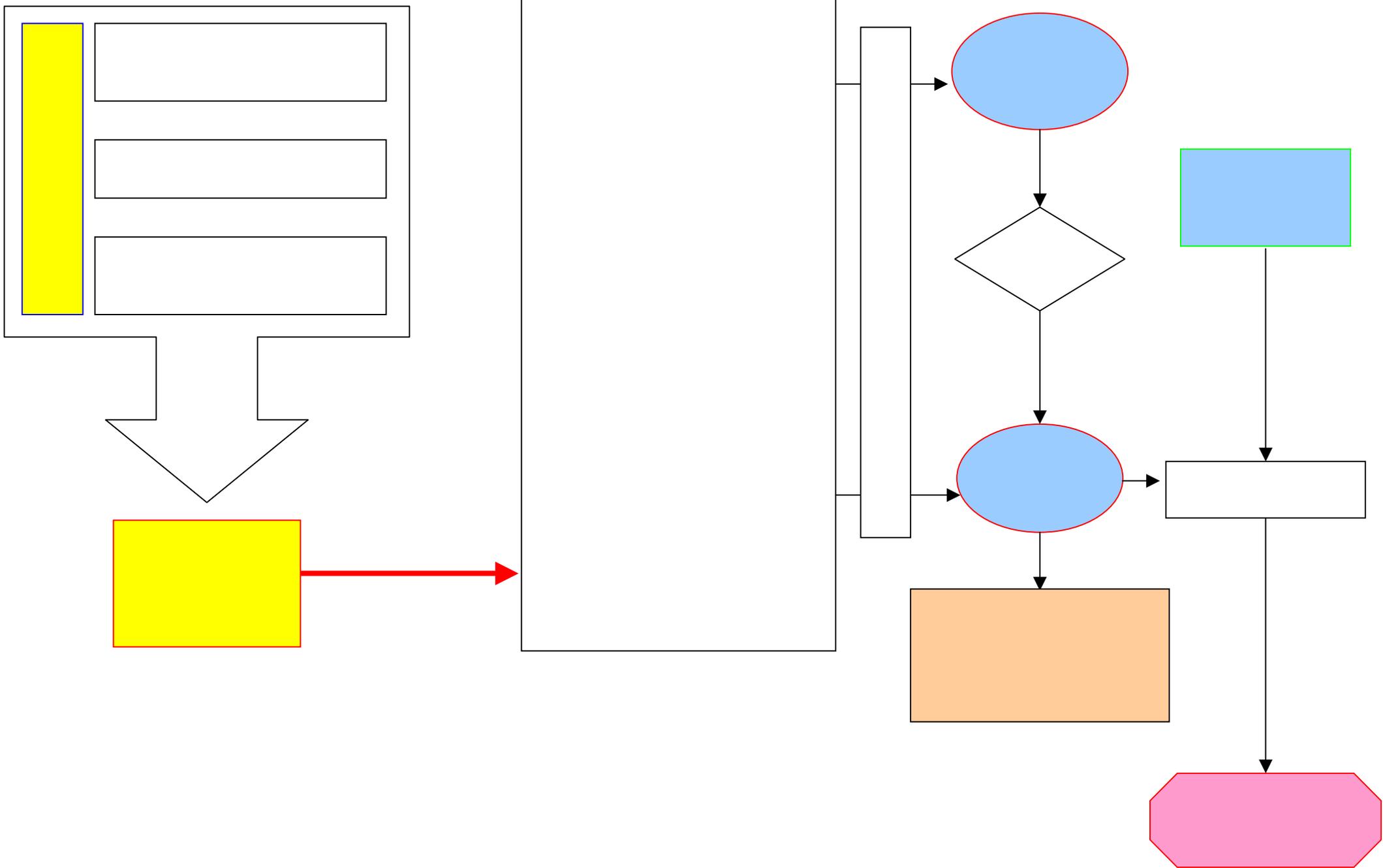
- Discriminación de zonas en función de la calidad

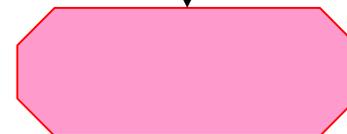
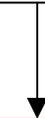
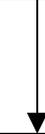
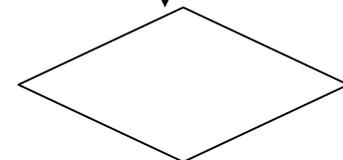
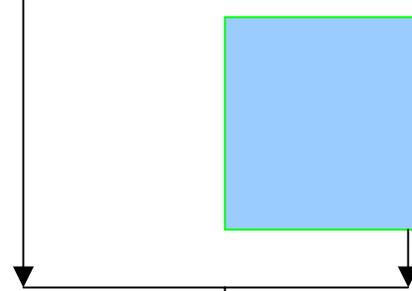
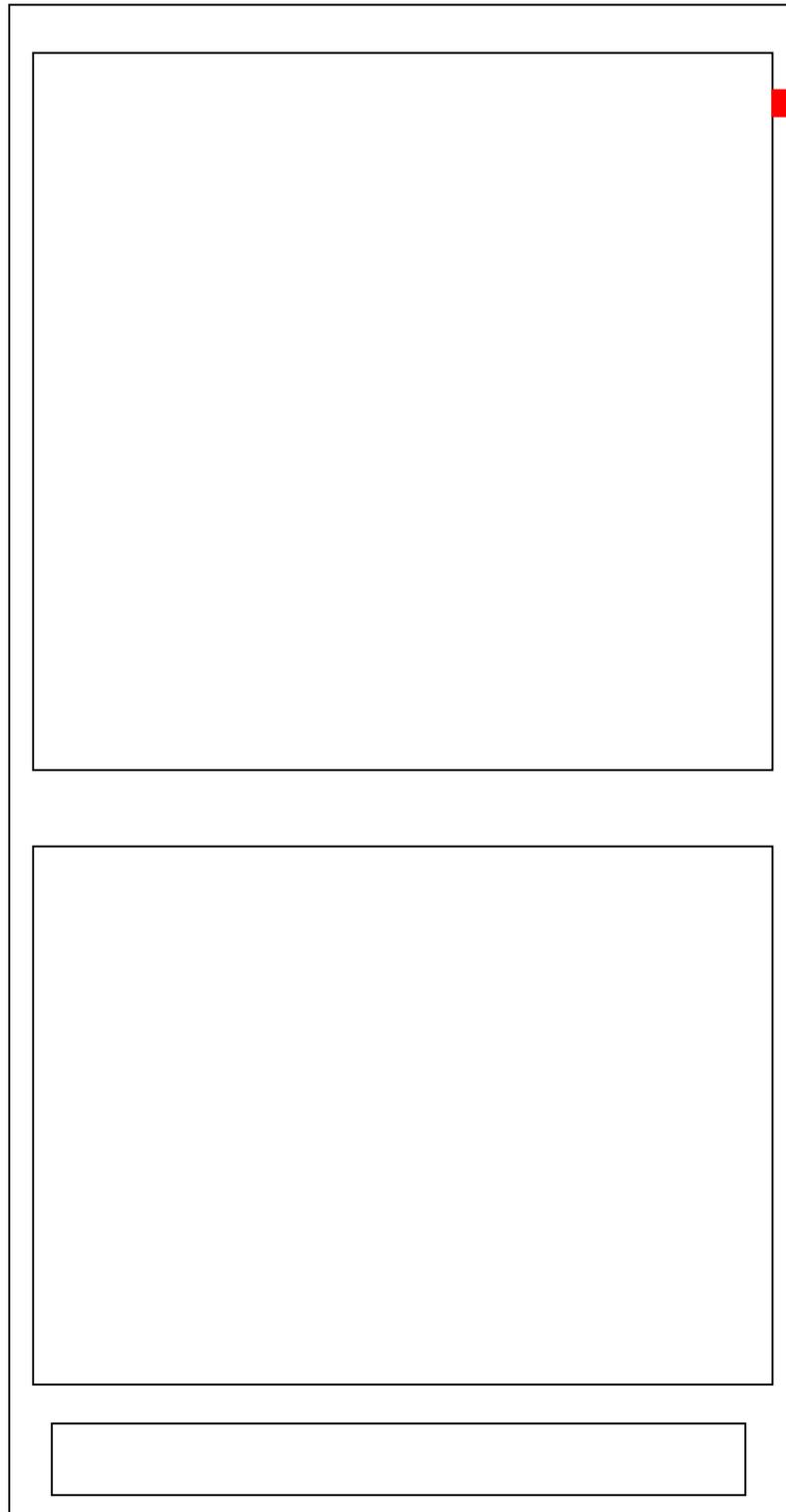
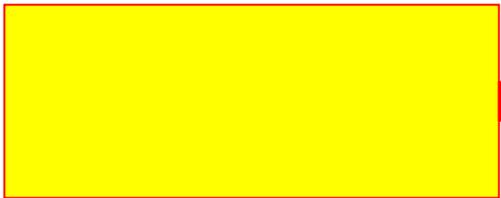
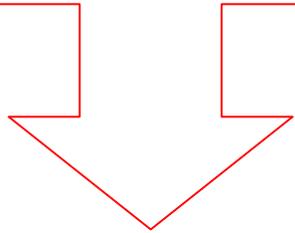
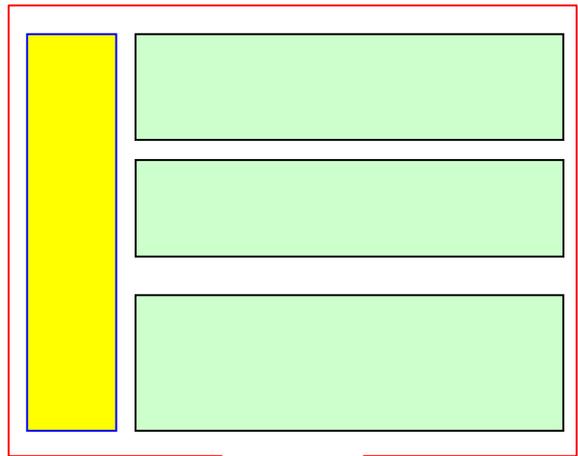
- Ordenación del cultivo de la vid

- Selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación

- Aplicación de datos particulares a explotaciones previa identificación de las unidades taxonómicas que las constituyen







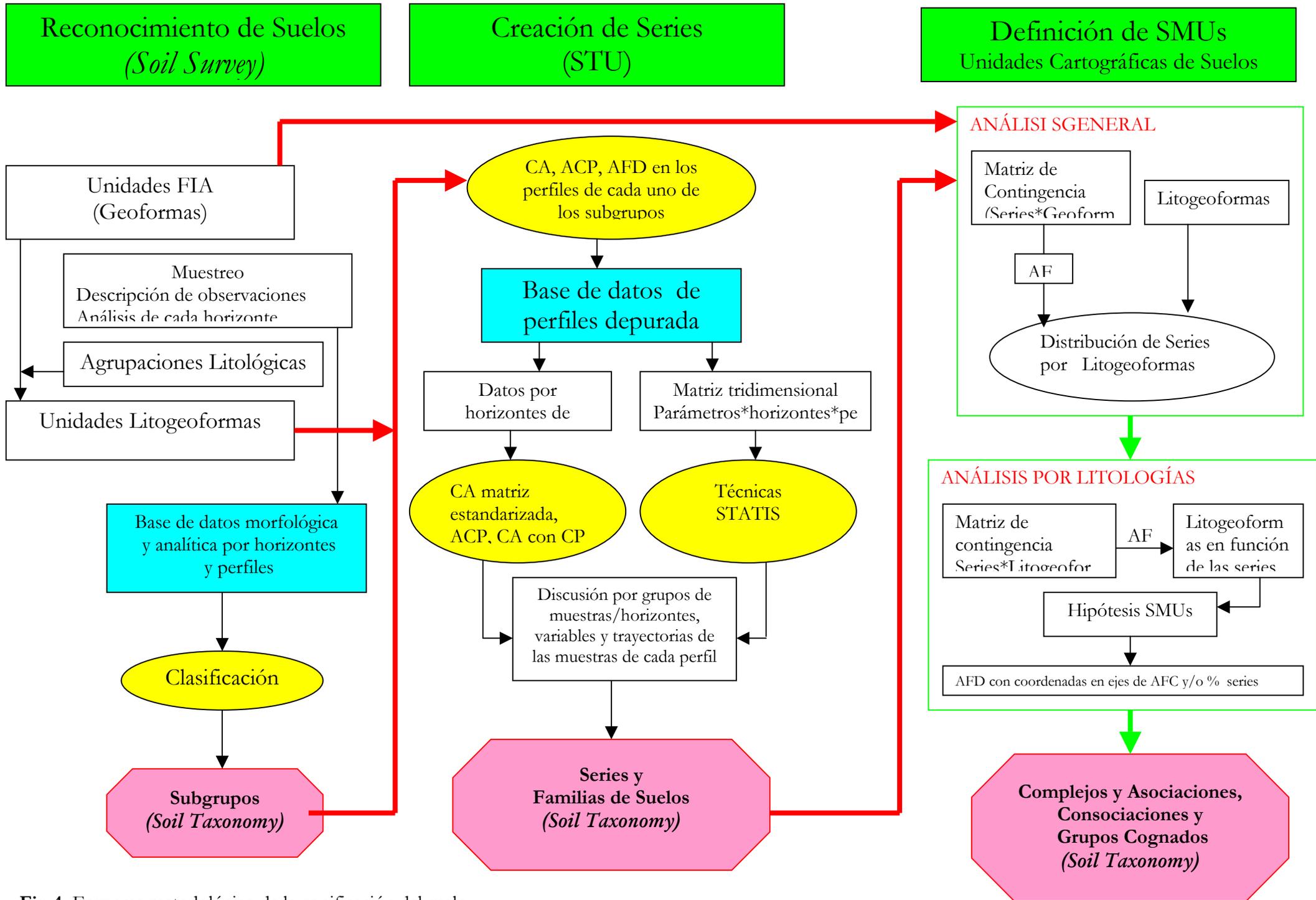


Fig 4: Esquema metodológico de la zonificación del suelo



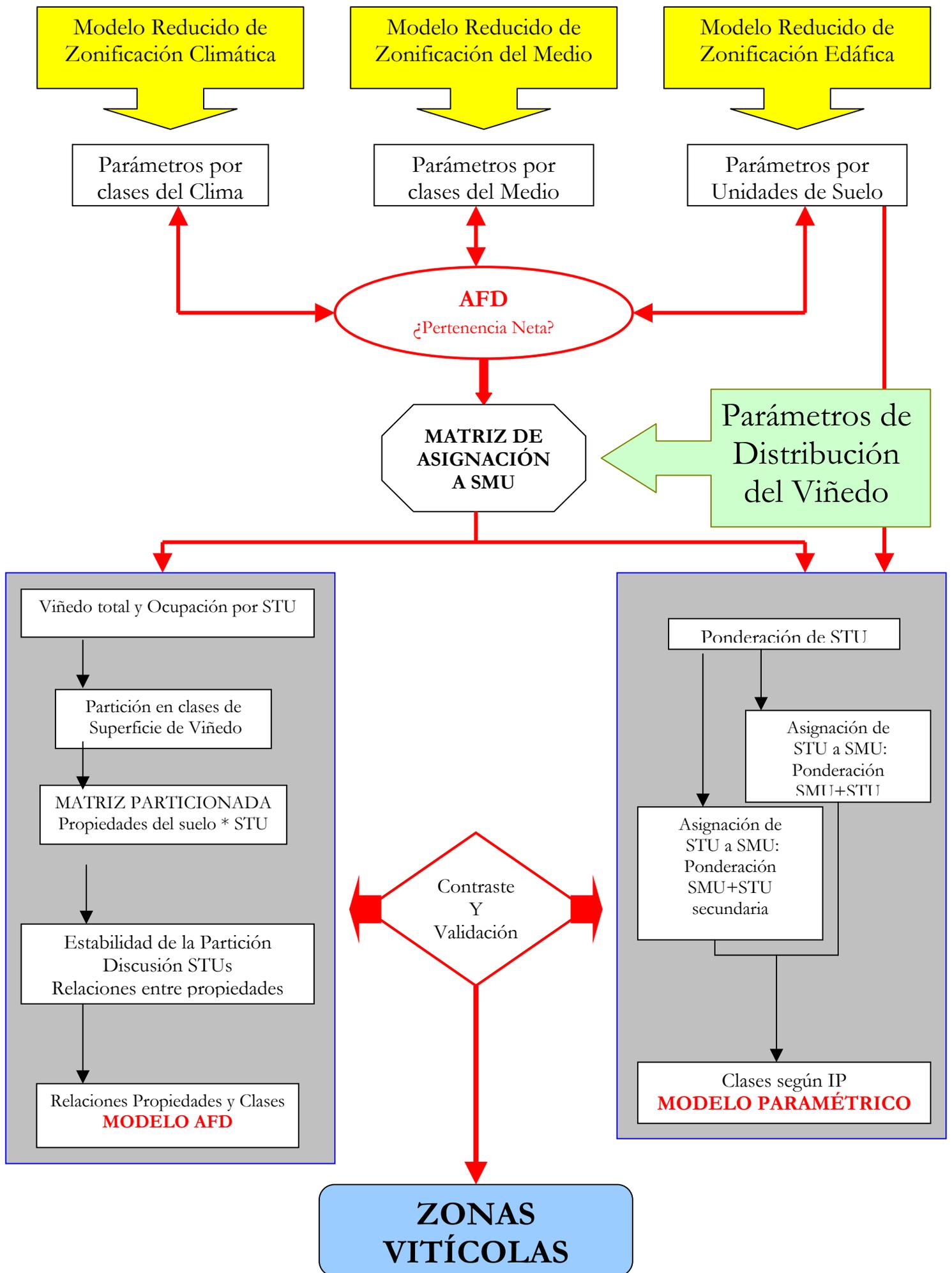


Fig 5: Esquema metodológico de la zonificación vitícola

# ZONIFICACIÓN DEL TERROIR EN LA D.O. RIBERA DE DUERO

*Vicente D. Gómez-Miguel*

*Universidad Politécnica de Madrid  
Escuela Superior Técnica de Ingenieros Agrónomos Departamento de Edafología  
Avda Complutense s/n (ciudad universitaria) 28040 Madrid  
e-mail [vgomez@eda.etsia.upm.es](mailto:vgomez@eda.etsia.upm.es)*

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de vinos de calidad es el resultado de la interacción de factores del medio y actividades humanas que componen un sistema cuyas relaciones manifiestan una gran complejidad y en el que la importancia relativa de sus elementos no puede considerarse definitivamente determinada.

La calidad de un vino puede ser definida en sentido amplio como la capacidad para elegir y Vedel (1984) liga esta elección a los factores extrínsecos (mercado, etc) y a los intrínsecos que se tienen en cuenta de manera preferente en la apreciación cualitativa, en la intervienen los productos examinados (vinos), los examinadores (consumidores y degustadores) y los factores externos de intervención (medio ambiente, etc).

Este autor considera necesario analizar cuales son los caracteres organolépticos implicados en cada uno de los aspectos de la calidad (situación en una escala preestablecida, grado de satisfacción y nivel de conveniencia) y sus relaciones con el equilibrio del vino (acidez, astringencia y suavidad -azúcar, untuosidad, pseudotermia-), el tipo de bouquet y la persistencia aromática intensa.

A la hora de estudiar los factores que influyen en la calidad intrínseca es habitual distinguir entre los permanentes relacionados con el medio (clima y suelo) y la planta (variedad y patrón) y las actividades humanas ligadas a la producción y transformación de los productos de la viña (Fig 1).

Fig 1.- Relación entre los factores del medio y los demás factores que influyen en la producción de los vinos de calidad

Es la importancia relativa que se da a cada uno de estos factores la que condiciona diferencias en el modelo usual en cada una de las zonas mundiales de producción. Varios autores (Mesnier, 1984; Scienza *et al.*, 1996) enfrentan el modelo de las regiones europeas con tradición

vitícola de calidad en las que se prima la importancia del medio a las regiones que tienen antecedentes más amplios en la transformación y mercado.

El 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 con el irremplazable trabajo del hombre: evitar el exceso de vigor, buscar rendimientos moderados, etc. En definitiva, el medio físico caracteriza, la población vegetal determina y la acción del hombre orienta la producción (Parodi, 1997).

## **2. CLIMA**

El clima resalta el equilibrio específico de la variedad y permite, 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).

El clima manifiesta su influencia a través de sus elementos (insolación, temperatura, precipitación, etc) y 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, Carbonneau *et al.*, 1992; microclima: Carbonneau, 1980, Carbonneau *et al.*, 1992), aunque sin duda muy utilizados, adolecen de 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 que no lo son a causa de limitaciones climáticas amplias.

En la mayoría de las regiones vitícolas de nuestro entorno sólo existen limitaciones a meso y microescala y por variaciones en los elementos climáticos, que podíamos considerar anormales, que entrañan anomalías interanuales, estacionales o diarias y que perturban el funcionamiento de la viña. Por el contrario es muy difícil ver diferencias a macroescala, incluso diferencias interdenominaciones no ya entre zonas de la propia denominación (Tabla 1). A este respecto es muy interesante la realización de modelos que entran en el detalle de estas variaciones como el propuesto por Berre y Uvietta (1987).

**Tabla 1.** Valores extremos de los Índices climáticos vitícolas y de otros elementos del clima en algunas Denominaciones de Origen Españolas (Sotés y Gómez-Miguel, v.a)

Denominación de Origen	T <sup>a</sup> media anual (°C)	ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS VITÍCOLAS					Período Activo de vid (días)	Periodo Libre de Heladas (días)	P media anual (mm)	Deficit climático de Precipitación (mm)	
		ITEW	PHB	IHH	IHC	IHD				Abr/Ag o	Abr/Sep
RIOJA	9.5/13.8	1130/1304	2.1/3.7	1708/2408	8/14	4.2/9.7	166/245	142/205	375/700	146/316	172/349
R. DE DUERO	10.1/11.7	1003/1447	2.8/4.1	1661/2090	11/15	4.2/7.2	149/178	112/151	425/600	237/336	281/387
RUEDA	11-0/13.3	1188/1683	2.9/4.9	1817/2293	13/18	6.3/9.1	178/230	128/171	350/425	271/317	314/380
TORO	11.2/12.9	1243/1675	3.3/4.8	1947/2358	14/18	6.6/8.8	182/219	129/166	375/450	275/325	325/375
BIERZO	12.2/13.6	1378/1486	2.6/2.8	2167/2391	4/6	3.1/4.5	214/217	144/173	596/902	75/212	115/259

**Nota:** ITEW (Grados-día de Winkler), PHB (Producto Heliotérmico de Branas), IHH (Índice Heliotérmico de Huglin), IHC (Índice de Constantinescu), IHD (Índice de Hidalgo)

Para obviar este problema y poder apreciar todas las diferencias aunque sean mínimas, en el estudio del clima se analiza el mayor número de variables cuantitativas, no sólo las procedentes de las estaciones meteorológicas (temperatura, precipitación, evapotranspiración, heladas...) y las deducidas tradicionalmente (índices climáticos, bioclimáticos y vitícolas...), sino también las que configuran el balance hídrico, el régimen de heladas y el de temperaturas con relación a los estados fenológicos de la viña entre otras.

Una primera selección se realiza a partir de la bibliografía disponible (Constantinescu, 1971, Branás, 1972, Aney, 1974, Dutt *et al.*, 1981, Becker, 1984, Jackson y Cherry, 1988, Iglesias y Boixadera, 1994, Riou *et al.*, 1994 y Carboneau, 1994...) y a través del análisis estadístico (clasificación automática, análisis factorial discriminante, análisis de componentes principales...) se configura un modelo (modelo climático completo) que se contrasta con el que resulta de eliminar las variables que aportan información redundante (modelo climático reducido) que incluye la mayor parte de la información climática utilizando un número mínimo de ellas.

En la **D.O. Ribera de Duero**, se empleó en primer lugar la estadística descriptiva univariante, elaborándose una descripción cuantitativa de 23 variables, para el conjunto de las 16 observaciones (valores máximo y mínimo, media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación de Pearson). A continuación se utilizó el análisis bivariante considerando la matriz de correlación, que permitió conocer las relaciones de las variables dos a dos y con técnicas de análisis de datos multidimensional, siguiendo la escuela francesa (Júdez, 1989), clasificación automática, análisis de componentes principales (ACP) se completó la caracterización macroclimática que quedó descrita con un 85 % de explicación con tres variables únicamente: la precipitación como evaluadora de las condiciones hídricas, el índice de Winkler de las térmicas y el riesgo de heladas primaverales como garante del ciclo de crecimiento y desarrollo (v. Becker, 1984; Calame *et al.*, 1977; Becker, 1978).

La delimitación de las zonas climáticas definitiva se realiza a partir de la cartografía de estas variables/parámetros con la ayuda del modelo digital del terreno (Fig 2).

Fig 2.- Delimitación de zonas climáticas para la producción de vinos de calidad en la DO Ribera de Duero

La contrastación de esta información geográfica con las variables de validación (distribución de viñedo, producciones...) se realizó mediante una cartografía generada en base a elementos de superficie (recinto) como unidad de información.

Las zonas 1 y 2 constituyen el núcleo central y más importante de la Ribera del Duero y se caracterizan por bajos valores térmicos medios, bajos recursos hídricos y bajo riesgo de heladas; se corresponde con las más bajas altitudes de la vega del río Duero y sus paisajes ondulados asociados. Las zonas 3, 4 y 5 es la situada al noroeste y la mayores altitudes, que se extiende sobre los páramos con influencias de las sierras adyacentes; se caracteriza por presentar los mayores recursos hídricos y baja disponibilidad térmica, la 3 y 4 tienen un mayor riesgo de heladas. Las zonas 6 y 7 se corresponde con las regiones periféricas del norte y sur de la denominación que tienen una altitudes elevada y mayores recursos hídricos, con mayor disponibilidad térmica y mayor riesgo de heladas.

### **3. MEDIO Y SUELO**

La influencia directa del suelo en la calidad del vino sigue siendo hoy día muy discutida, y aunque ya es clásico el análisis de Armstrong y Wetherby (1976), sin duda la mejor definición de la situación la da el gran desarrollo actual de los estudios que permiten el aislamiento de los parámetros del suelo que determinan esta influencia.

Una concepción tradicional del suelo permite considerarlo como el resultado de la interacción del clima y los seres vivos, como factores activos, sobre el tipo de roca y el relieve, como factores pasivos, durante un tiempo de actuación determinado.

En este sentido, 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. Es a través de éste, y en particular de sus propiedades, como inciden los factores del medio sobre la vid y sus productos.

Una vez más sólo es posible dirimir esta importancia en función de la escala de trabajo. 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, 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, Seguin, 1982, Lisarrague, 1986, Lulli, *et al.*, 1989, Falcceti *et al.*, 1990, Scienza y Falcetti, 1991, Jourjon *et al.*, 1992, Morlat y Jacquet, 1993, Scienza *et al.*, 1996, Vaudour, 1997, Bogoni y Mela, 1997, Fregoni *et al.*, 1998, Gómez-Miguel y Sotes, 2000-2002, etc).

En los estudios a pequeña escala no es posible apreciar diferencias interdenominaciones de importancia y menos aún dentro de las distintas subzonas en la propia denominación (Tabla 2).

Con independencia de la utilización de tales estudios a pequeña escala y del empleo de otros más 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 como para permitir el análisis pormenorizado de sus elementos definitorios y relacionarlos con los parámetros de calidad en estudios del segundo tipo.

Las variables relacionadas con la vegetación se obtienen a partir de su cartografía realizada por métodos tradicionales e incluye datos sobre masas y especies forestales (vegetación natural), interrelaciones con la bioclimatología y las características del medio (vegetación potencial) y socioeconómicas (usos y aprovechamientos). Del análisis de estos mapas se deducen y arbitran criterios, principalmente excluyentes, derivados de la existencia de especies endémicas y de masas forestales de interés ecológico y actividades forestales de interés socioeconómico. En los mapas de vegetación se representan la potencial y la natural y de distribución del viñedo de la **D.O. Ribera de Duero** en la que se consideran excluidas del interés vitícola las unidades de coníferas, frondosas y mixtas.

Fig 3.- El medio en la DO Ribera de Duero: a). Agrupaciones litológicas; b). Geomorfología: geoformas/unidades FIA.

**Tabla 2.-** Elementos del medio en la DO Ribera de Duero en relación el de otras Denominaciones de Origen españolas definidos a media escala (Sotés y Gómez-Miguel, v.a)

DENOMINACIÓN DE ORIGEN	MATERIALES ORIGINAL DOMINANTE	SUELOS	
		Secuencia de horizontes	Clasificación (USDA, 1994)
RIOJA	Areniscas ocre y amarillentas. Arcillas (Mioceno) Areniscas de grano fino, limolitas y arcillas rojas (Mioceno) Glacis y Terrazas altas/medias y bajas (Cuaternario)	A/C A/Bk/Ck A/Bt/Bk	Xerorthent típico Xerochrept calcixeróllico Haploxeralf cálcico
R.DE DUERO	Arcillas arenosas, ocre y rjizas (Terciario) Terrazas medias y bajas del Duero (Cuaternario)	A/C/Ab A/Bw/C A/Bk/Ck A/Bt/Bk	Xerofluent típico Xerochrept típico Xerochrept calcixeróllico Haploxeralf cálcico
RUEDA	Arenas y lutitas (Terciario) Terrazas medias y bajas del Duero (Cuaternario) Arenas eólicas	A/Bt/Bk (A/Bk/Ck)	Haploxeralf cálcico (Xerochrept calcixeróllico) (Haploxeralf psamméntico)
TORO	Conglomerados, areniscas y lutitas (Oligoceno) Series rojas: Lutitas, arenas y conglomerados (Terciario inferior) Terrazas medias y bajas del Duero (Cuaternario)	A/Bw/Ck A/Bk/Ck A/Bt/Bk	Xerochrept típico Xerochrept calcixeróllico Haploxeralf cálcico (Rhodoxeralf cálcico)
BIERZO	Conglomerados, areniscas y lutitas (Eo-oligoceno) Conglomerados, arenas, lutitas y arcillas (Mioceno) Depósitos de Raña y Glaciares (Pliocuatnarios) Abanicos, Glacis y Terrazas altas/medias y bajas (Cuaternario)	A/C A/Bw/C A/Bt//C (localm. Bk)	Xerorthent típico Xerumbrept típico Xerochrept típico/(loc.calcixerol lico) Haploxeralf /haploxerult

La configuración de un modelo digital del terreno permite la utilización de variables hasta el momento difíciles de cartografiar pero determinantes en viticultura como la altitud, la exposición y la longitud e inclinación de la pendiente. En la figura 3b se incluye la distribución geográfica de las unidades FIA/Geoformas de la **D.O. Ribera de Duero** en las que la información incluye una leyenda formada por cinco dígitos (litología, geoforma, pendiente, erosión, otros). La importancia de la cartografía de estas unidades radica en el hecho de que los atributos ya citados más arriba están asignados a cada una de ellas.

La influencia de la geología (litología y estratigrafía) en el binomio vid/suelo se realiza a través de dos parámetros: naturaleza de la roca y existencia de afloramientos rocosos (rocosidad).

En la figura 3a se incluye la distribución geográfica de las agrupaciones litológicas en la **D.O. Ribera de Duero** donde la distribución del viñedo permite apreciar una situación óptima de la unidad 12 (06.arcillas y arenas ocres), favorable de la unidad 20 (01.aluvial, terrazas y valles menores) y marginal del resto.

**Suelo/Terroir.** Si bien en principio puede considerarse el problema desde un punto de vista analítico, Laville (1990) y Laville y Morlat (1991) se refieren al concepto de *terroir* subrayando la importancia de la generación de cartografía, por su valor en cuanto a la síntesis y a la simplificación del estudio de los factores ambientales. El resultado es un mapa cuyas unidades cartográficas sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma y Serie de Suelos (*Soil Survey*; Wambeke y Forbes, 1986).

El resultado para la **D.O. Ribera de Duero** se incluye en el mapa de la figura 4 . La distribución general de viñedo por SMU permite apreciar que las mejores situaciones geográficas se relacionan con las unidades 05C>16C>02A>01A>01C, en un orden inferior S>17C>08C>03C y en una situación claramente marginal el resto. En cuanto a los tipos de suelo (STU), las que tienen un índice de ocupación superior (>30 %) son las D02 y D21 pero su importancia superficial es muy escasa. Algo similar sucede con D22 y PaA aunque con un índice inferior (18 %). Las situaciones óptimas se refieren a D05, D06, D11, D14 y D18 cuya calidad incluye la litológica.

Fig 4.- Mapa de Suelos (SMU) de la DO Ribera de Duero

**Interacciones.** En relación con los elementos del clima que modifican los del suelo (y viceversa) y que influyen en la calidad del vino, las modificaciones de uno por otro en relación con la planta (interacciones) afectan , por lo tanto, a la calidad.

Ya se ha aludido en el párrafo anterior al clima como factor determinante en la formación del suelo y las modificaciones que en él realiza se relacionan principalmente con los procesos de alteración y lavado: en el perfil (profundidad efectiva y diferenciación de horizontes, contrastes...), en las propiedades físicas (formación de estructura, porosidad, color,...), en la materia orgánica (acumulación, humificación, mineralización), en la solución del suelo (dilución-concentración), en el pH y en el complejo de cambio (cambios en la fertilidad actual y potencial,...). La importancia de estas modificaciones dependen obviamente del sentido del cambio y el valor final del resultado condiciona la calidad del producto.

Más determinantes aún son las modificaciones que el suelo realiza en el clima percibido por la planta, de forma que es tradicional hablar del clima del suelo, de su régimen de humedad y de su

régimen de temperatura. En general, el suelo actúa como regulador de los elementos del clima a través de sus propiedades: radiación (color, exposición-albedo), temperatura (calor específico), precipitación/aportes de agua (granulometría, capacidad de retención) y evapotranspiración/extracciones de agua (propiedades físicas, capilaridad, espesor).

El principal resultado es 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 (p.e.:Seguin, 1982, Huglin, 1987). En este sentido el balance hídrico constituye una importante herramienta en manos del viticultor para el manejo juicioso de los aportes de agua (precipitación/riego) en relación con las extracciones (evaporación, transpiración) y las pérdidas (escorrentía, drenaje), teniendo en consideración el agua almacenada en el suelo, con el objetivo de que la viña tenga a su disposición un suministro de agua adecuado a cada estado de desarrollo.

#### 4. INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS: ZONIFICACIÓN

El problema metodológico que permite aislar la relación medio-calidad con el fin de delimitar las zonas vitícolas se ha intentado tradicionalmente abordar en tres fases o etapas de trabajo (Seguín, 1983) que se concretan en la elección de los verdaderos parámetros de influencia medio-calidad (Armstrong y Wetherby,1976; Dubos, 1984), su caracterización y cuantificación y finalmente en la forma de integración. En la bibliografía se pueden encontrar algunas situaciones especiales y comparables.

En el caso particular de la Denominación de Origen Ribera de Duero, en primer lugar se estudian cada uno de los elementos/variables que conforman los distintos factores implicados en la definición del medio (clima, vegetación, litología, geomorfología, suelo) y en la tradición de cultivo (distribución del viñedo, densidad de plantación y producción global y por variedades) y en segundo lugar, se integran de acuerdo con la metodología de cada una de las disciplinas y se elaboran los mapas correspondientes por medio de un Sistema de Información Geográfica (GIS), finalmente se seleccionan mediante tratamiento estadístico los parámetros/variables que se consideran de mayor influencia en la diferenciación zonal y se procede a su caracterización y cuantificación. El esquema metodológico final comprende dos partes bien diferenciadas: la integración de los resultados y la validación que se completan por dos vías distintas: el modelo paramétrico y el modelo AFD.

Mediante la validación y el contraste de ambas vías se puede afirmar que los resultados para la **D.O. Ribera de Duero** han sido óptimos y muy similares y en ellos se refleja de una forma sintética la aptitud de cada una de las unidades en función de la calidad vitícola, ordenándolas en

distintas clases: óptima, adecuada, no favorable, no apta y excluida. La información se completa con la de algunas unidades que presentan problemáticas mejorables para la viña: hidromorfismo, fertilidad, y profundidad efectiva.

Fig 5.- Delimitación de zonas vitícolas para la producción de vinos de calidad en la DO Ribera de Duero

Asimismo, el análisis factorial discriminante (AFD) encuentra relaciones lineales entre las variables que permiten diferenciar con un número medio de ellas la partición propuesta, sin embargo, la diferenciación en clases no es abordable con un número mínimo de variables, ya que el concepto de calidad se soporta sobre numerosas propiedades del suelo en las cuales, la calidad final queda determinada por el equilibrio de las calidades parciales de cada variable de modo que sólo si concurren bastantes negativas o positivas se alcanzan los extremos "óptima" y "no apta y excluida". Esta última clase es la mejor diferenciada del conjunto. Por otro lado, las unidades con fase de pendiente, menos abundantes que las que no la presentan, muestran niveles de ocupación menores y decrecientes según aumenta la pendiente, lo mismo que al considerar otras fases (disecciones, arenas, yesos, elementos gruesos...).

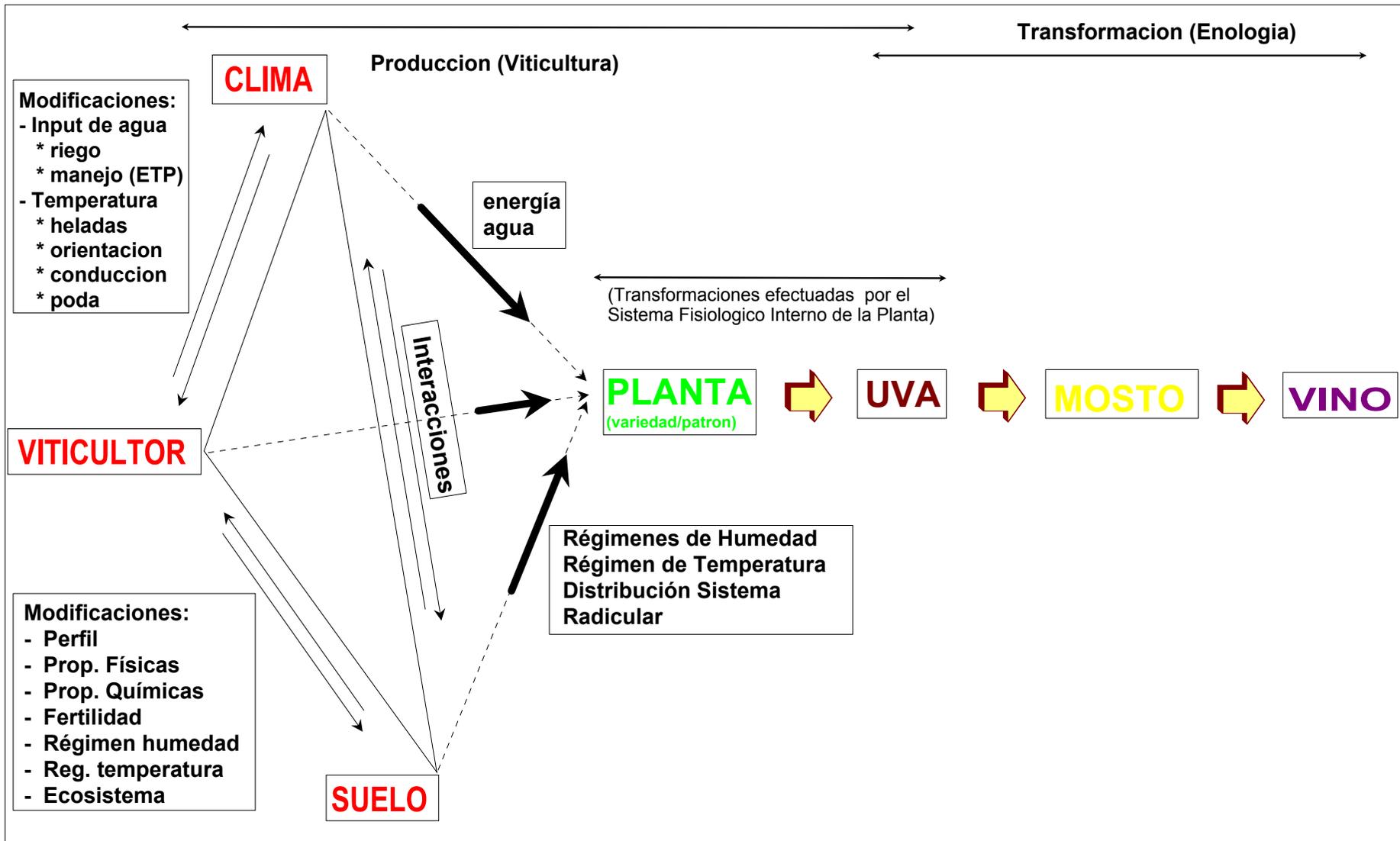
## 5. REFERENCIAS UTILIZADAS

- Amstrong, D.N y Wetherby, K.J. (1976). Soils, grappes and quality- Is there a relationship?. *Aust. Wine Brew& Spirit Rev*, 94,9: 14-14
- Astruc, H., Heritier, J. y Jacquinet, J.C. (1980). Zonage des potentialités agricoles d'un departement: methode appliquée à la viticulture. *Chambre d'Agriculture de l'Aude*.
- Becker, N.J. (1978). Critères écologiques de la délimitation des vignobles septentrionaux. *Symp. Int. Constanza (Rumania):507-510*
- Berre, M.Le y Uvietta, P. (1987). La vigne et le climat. *Simp. Int. Santa Maria della Versa-Boni (Pavia):179*
- 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. (1946). Éléments de Viticulture Générale. Montpellier
- Branas, J. (1993). Le terroir: inimitable facteur de qualité. *Prog. Agricole et Vit.*,110,4: 90-91
- Budan, C. y Popa, V.G.H. (1978). Indices synthétiques utilisés comme moyen d'estimation des principa ressources éoclimatiques dans la culture de la vigne.*Symp. Int. Constanza (Rumania):123-124.*

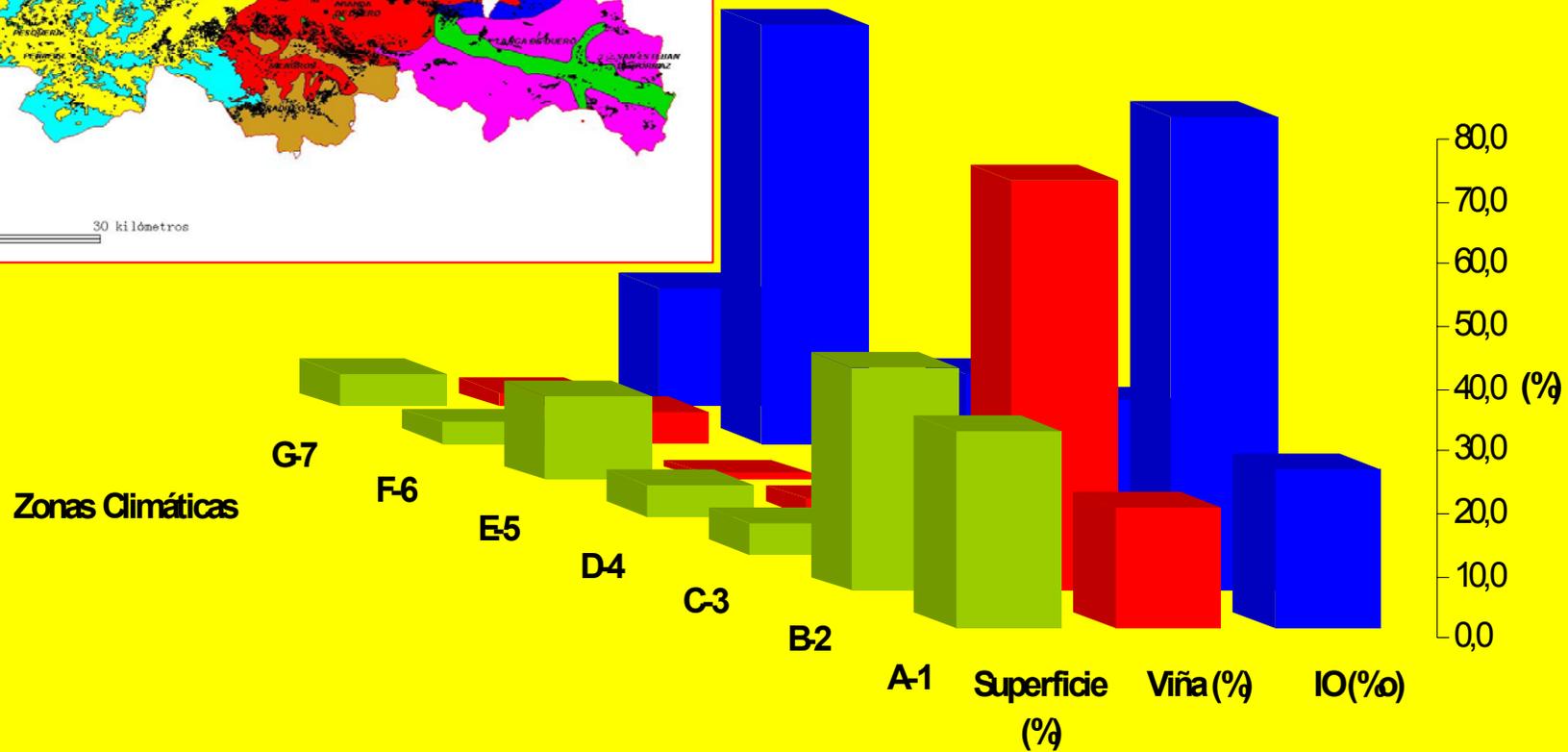
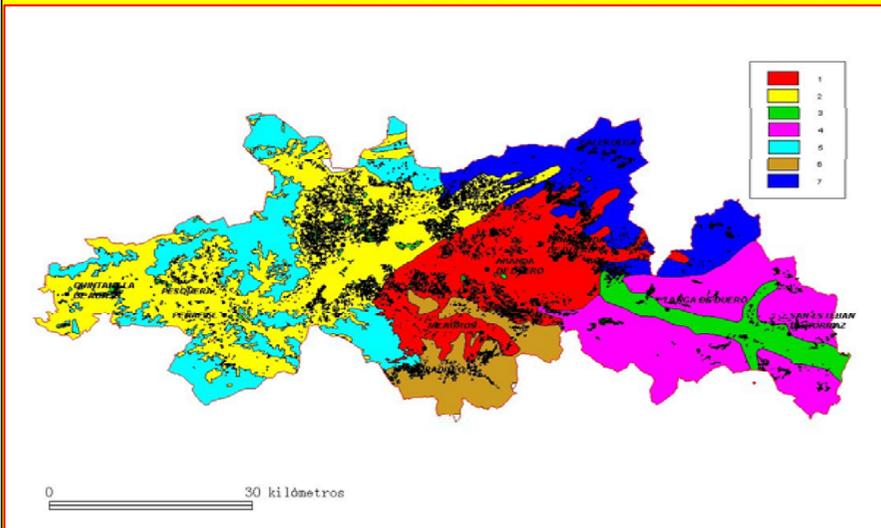
- Carbonneau, A. (1980). Recherche sur les systemes de conduite de la vigne. Essai de maîtrise du microclimat et de la planta entière pour produire économiquement du raisin de qualité. *Thèse Docteur*. Univ. de Bordeaux.
- Carbonneau, A., Riou, C., Guyan, D., Riom, J. y Schneider, C. (1992). Agrometeorologie de l 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.
- Dutt, G.R. et al., (1981). The use of soils for the delineation of viticultural zones in the Four Corners Region. *Am. J. Enol. Vitic.*,32,4: 290-296
- Falcceti, M. et al. (1990). Un exemple de zonage en Italie du Nord: influence sur les vins. *Bull l'OIV*: 741-759. 14.
- Fregoni, M. (1985). Ecosistemi viticoli ed invecchiamento dei vini. *Vignevini*, 1,2: 27-32
- Fregoni, M. et al., (1992). Multiple approach for the assessment of viticultural aptitudes of Val Tidone. *XX Int Cong l'OIV*, Madrid
- Fregoni, M. et al. (1992). Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val de Tidone (Piazenza, Italia). *Vignevini*, 11: 53-80
- Fregoni, M. et al. (1998). La zonazione viticola della Collina cesenate. *Vignevini*, 1/2: 39-57
- 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. *Ministerio de Agricultura*. Madrid
- Huglin, P. (1978). Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *C.R. Acad. Agric. France*: 1116-1127.
- Huglin, P. (1987). Influence du climat sur la qualite du vin. *Simp. Int. S<sup>a</sup> María della Versa-Boni* .Pavia: 3-7
- Jackson, D.I. y Lombard, P.B (1993). Environmental and mangement practices affecting grappe composition and quality . A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44,4: 409-430
- 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 nutricion mineral en la vid. *Tesis Doctor*. U.P.Madri
- Lulli, L. et al. (1989). Influenza del suolo sulla qualità delle Vernaccia di S. Gimignano. *Vignevini*, 1/2: 53-62
- Mesnier, J. (1984). L'ordre des facteurs de liason qualité-terroir. *Bull. l'OIV*: 641-,648.

- Morlat, R. *et al.*, (1984). Le milieu viticole: sa caractérisation intégrée et son influence sur le vin. *B. l'OIV*: 707-728
- Morlat, R. y 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. y Jacquet, A. (1993). The soils effects on the grapevine root system in several vineyard of the Loire Valley (France). *Vitis*, 32: 35-42
- Parodi, G. (1997). Valorizzazione del territorio secondo i criteri della zonazione vitivinicola. *Vignevini*: 1: 4148
- Riou, C., Becker, N., Sotés, V., Gómez-Miguel, V., Carbonneau, A., Panagiotou, N., Calo, A., Costacurta, A., Castro, R. y Carneiro, L. (1994). Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté Européenne. *Centre Commun de Recherche. CCE.*
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (1992). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Ribera de Duero. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (1995). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Calificada Rioja. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (1998a). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Rueda. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (1998a). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (2001). Delimitación de zonas vitícolas en la región de Malpica (Toledo). 1:10.000. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sotés, V. y Gómez-Miguel, V. (2002). Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Somontano. *ETSLA*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Scienza, A. y Falcetti, M. (1991). Le zonage des vignes en pente. *Vitic de Montagne*, 1: 33-47
- Scienza, A., Falcetti, M. y Bogoni, M. (1995). L'evoluzione del concetto di qualità in Europa. *Vignevini*, 1,2: 57-64
- Scienza, A. Bogoni, M. y Iacono, F. (1995). A multi-disciplinary study of the vineyard ecosystem optimize wine quality. *Int. Cong. Conegliano*
- Seguín, G. (1982). Les terroirs viticoles des grands crus du Bordelais. 66pp (multigrafiado)
- USDA. (1994). Keys to Soil Taxonomy. *Soil Survey Staff*. Pocahontas.
- Van Huyssteen, L. (1987). Profile modification of soil: guidelines for decision-making. *Vit. & Oenol.*, D.3.4: 1-4

- 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 caractérisation des terroirs du Bassin Viticole de Nyons-Valreas (AOC Côtes-du-Rhône). T. Stage à INAP Grignon.
- Vedel, A. (1984). La qualité intrinsèque des vins en rapport avec les facteurs qui conditionnent le terroir. *Bull. l'OIV*: 787-796
- Winkler, A.J. (1962). *Viticultura. Ed Continental* 792pp

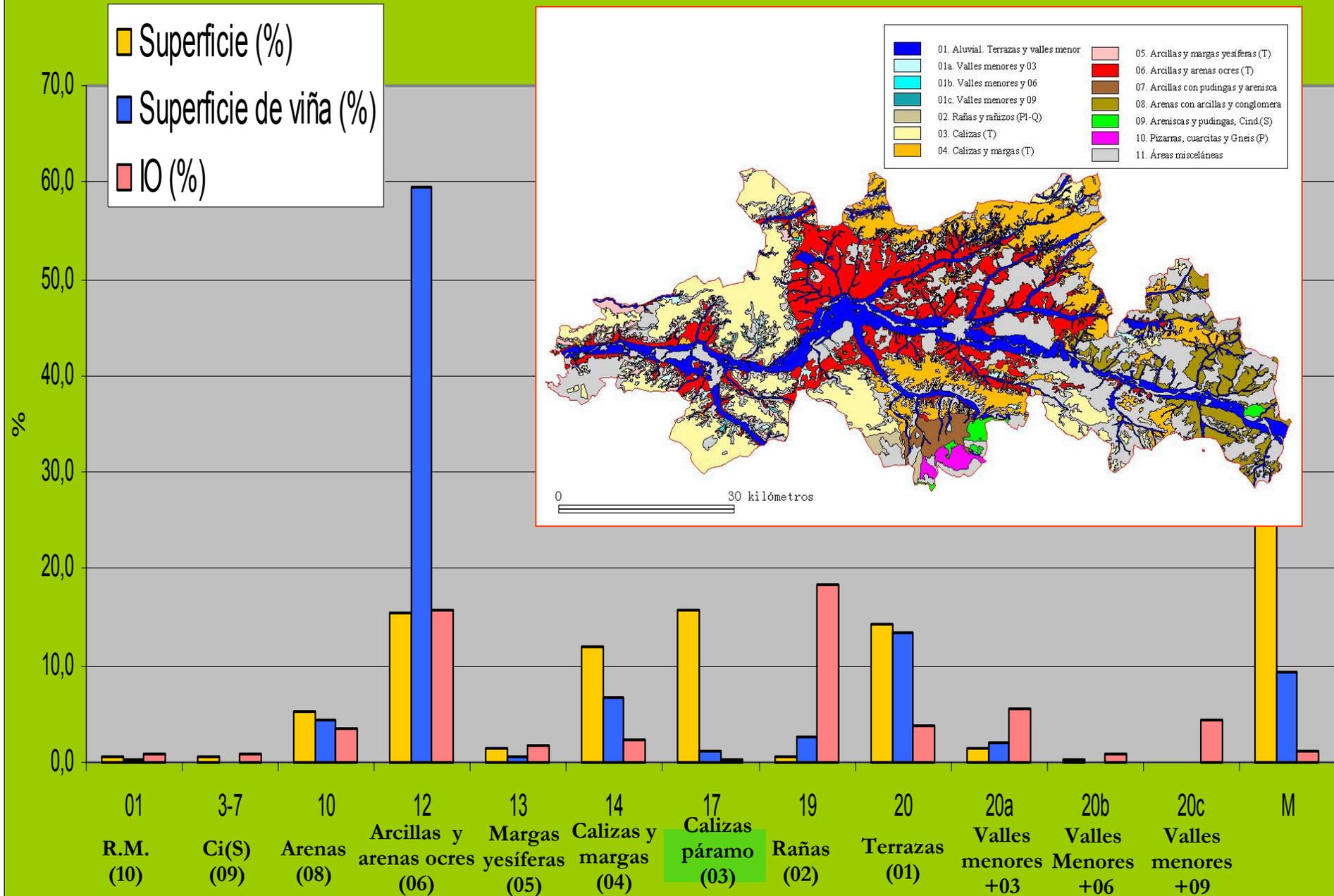


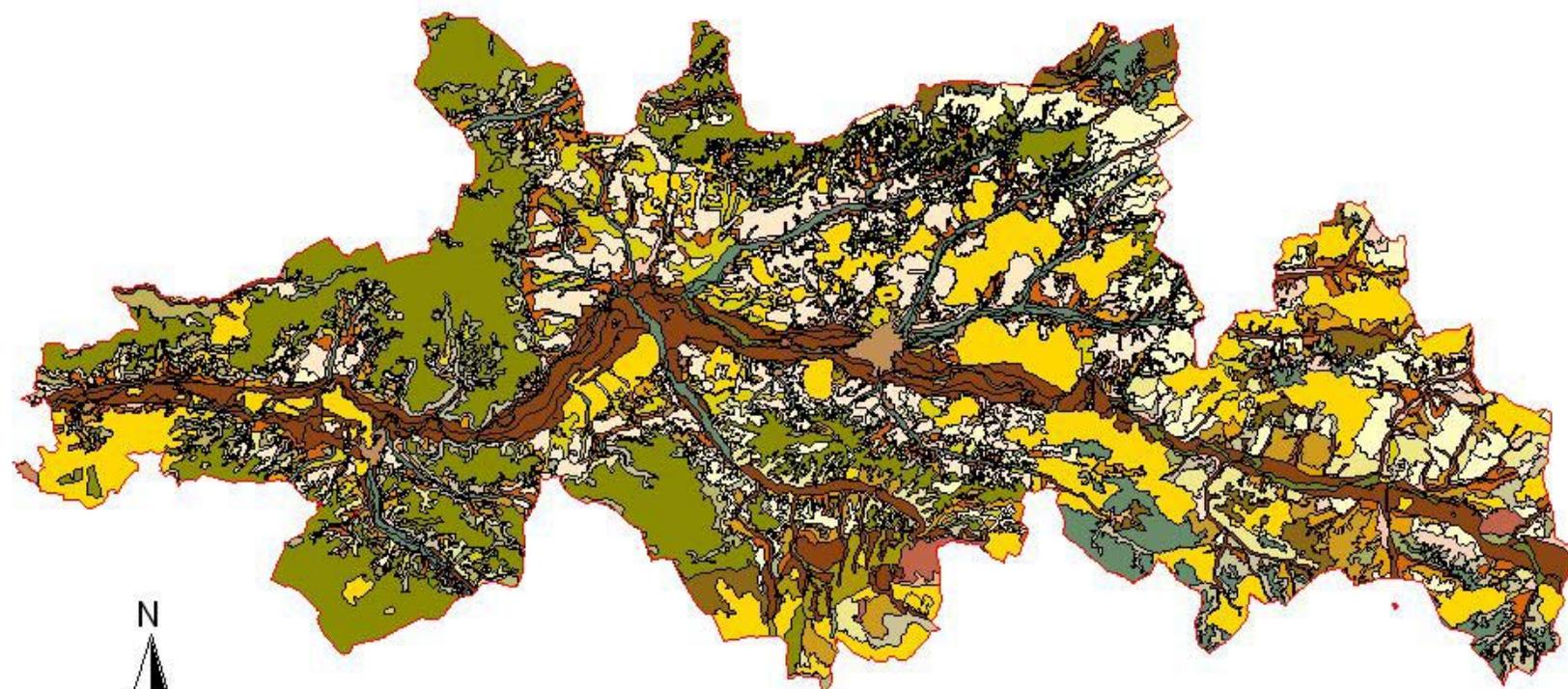
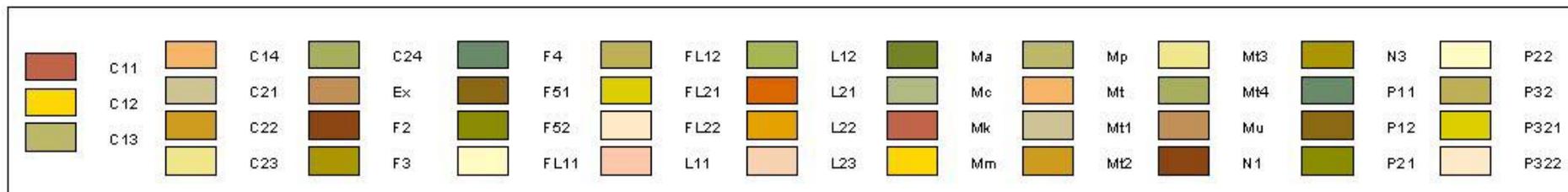
# Zonificación Climática de la DO Ribera de Duero



	A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	F-6	G-7
IO(%)	25,4	75,9	24,6	22,8	3,1	67,0	18,9
Viña (%)	19,5	65,9	3,0	3,0	1,0	5,2	2,4
Superficie (%)	31,7	36,0	5,0	5,4	13,6	3,2	5,2

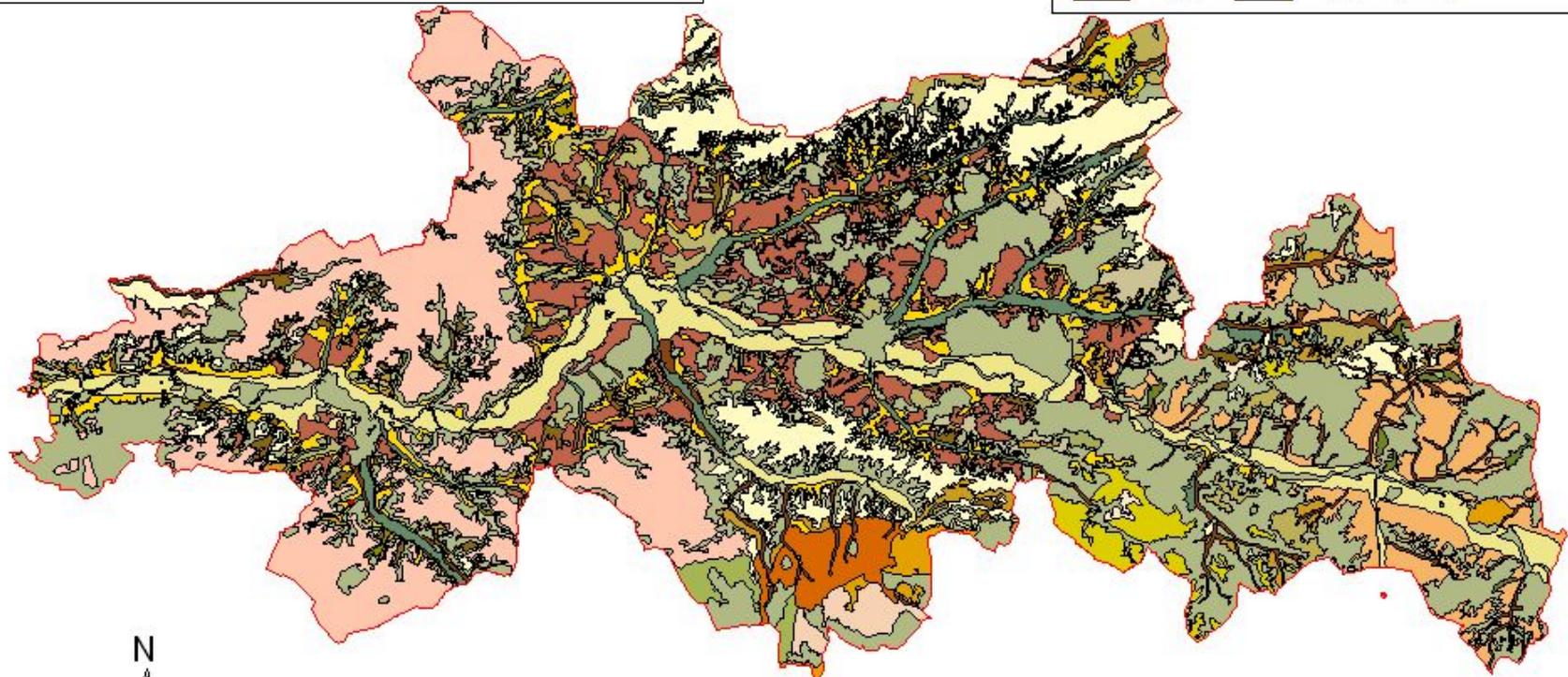
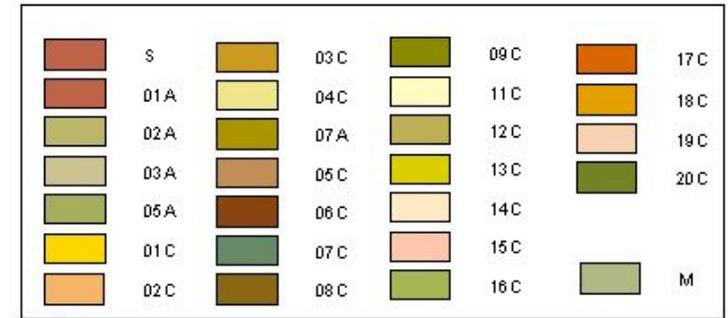
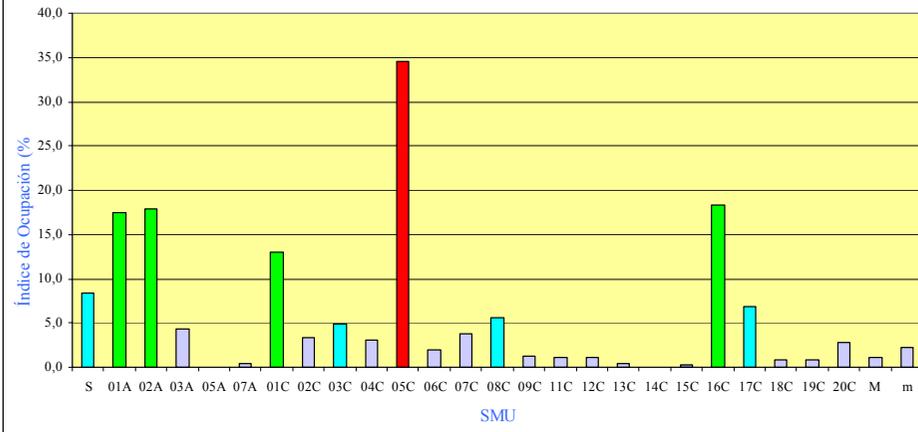
# Zonificación de la Litología en la D.O Ribera de Duero



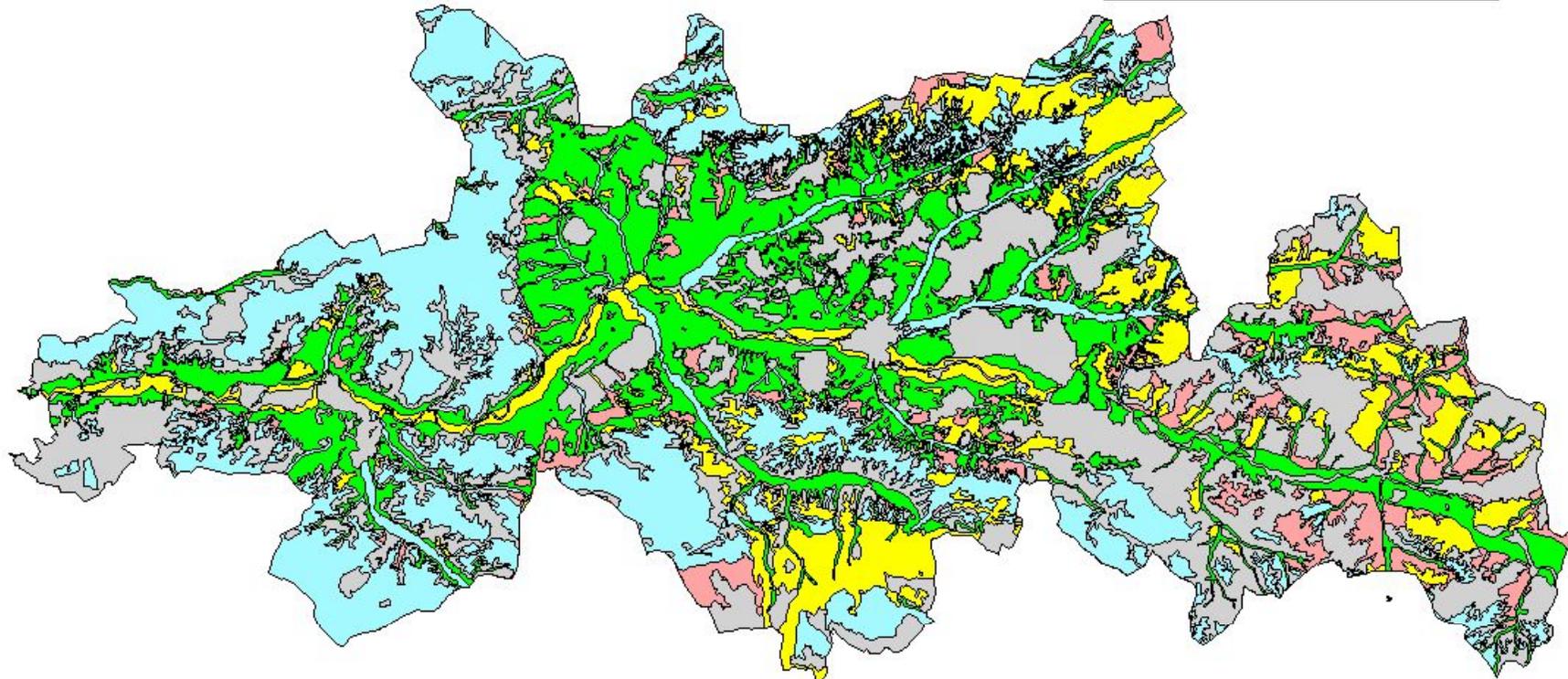
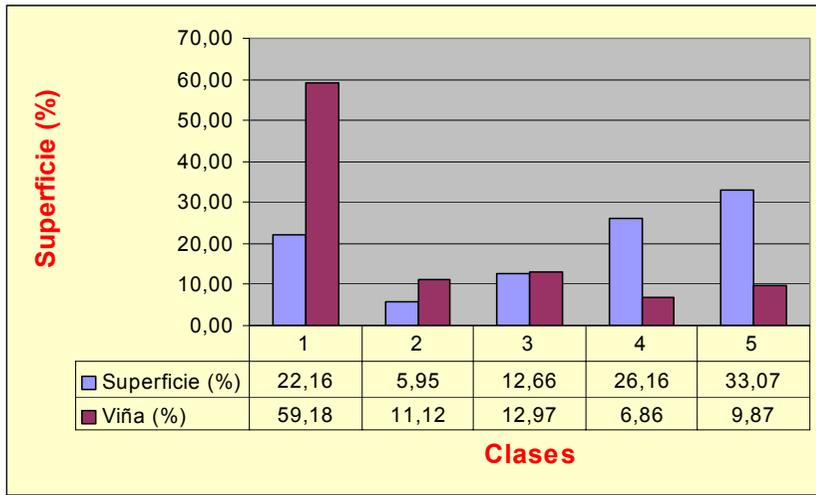


0 30 kilómetros

### Zonificación de las SMU en la D.O. Ribera de Duero



0 30 kilómetros



0 30 kilómetros

---

# PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE VINHO ATRAVÉS DA ANÁLISE POLÍNICA ATMOSFÉRICA

*Mário Campos Cunha*

*Secção Autónoma de Ciências Agrárias da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e CECA-ICETA.  
Rua Padre Armando Quintas 4485-661 Vairão – Portugal.  
email: [mcunha@mail.icaa.up.pt](mailto:mcunha@mail.icaa.up.pt)*

## 1- INTRODUÇÃO

Num mercado tão especulativo como o do vinho, a tomada de decisões técnicas, económicas, sociais e políticas são demasiado importantes para que possam basear-se apenas na intuição. Neste contexto, os modelos de previsão da colheita ao permitirem estabelecer os cenários possíveis, com um grau conhecido de probabilidade, podem diminuir a incerteza inerente a esses acontecimentos futuros. A previsão de colheita é assim um instrumento que pode ser utilizado como suporte à tomada de decisões por todos os agentes económicos<sup>1</sup> em exercício nas diferentes actividades do sector vitivinícola para que se possam organizar-se e tomar medidas de modo a fazer face às fortes oscilações inter-anuais da colheita.

Na conceptualização de um modelo de previsão de colheita, temos de considerar diversos factores (edafo-climáticos, estruturais, biológicos, tecnológicos e sócio-económicos), caracterizados por grandes flutuações temporais e espaciais, cujas interacções, dificilmente perceptíveis, inviabilizam a sua modelação discreta ou sequencial. Por isso, quando se pretende construir modelos de previsão de colheitas que considerem todos os factores referidos, estes adquirem uma acentuada limitação espaço-temporal quando não são, de todo, impossíveis de utilizar devido à sua complexidade e custo.

A imperativa consideração simultânea dos factores responsáveis pela flutuação inter-anual da produção, rápida evolução das áreas em produção aliados à facilidade de amostragem dos componentes da produção e reprodutibilidade metodológica, têm promovido a análise da concentração polínica atmosférica (CPA) como ferramenta de previsão de colheitas em viticultura. A utilização da CPA com a finalidade da previsão regional de vinho, também designado método aeropolínico, baseia-se no princípio de que, em igualdade de outras condições pós florais, nos anos mais produtivos existem mais inflorescências por cepa e/ou mais flores por inflorescências que, conseqüentemente, produzem mais pólen. Assim, a CPA integra todas as condições pré-florais

---

<sup>1</sup> Segundo o decreto-lei nº178/99 de 21 de Maio, os agentes económicos com exercício de actividade no sector vitivinícola são: produtor-armazenista, produtor exportador, preparadores de espumante, armazenistas, exportadores e destiladores.

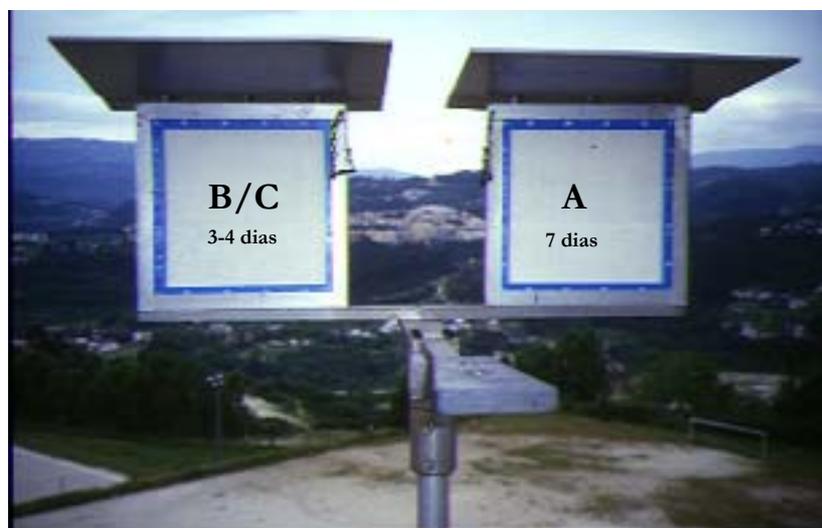
(doenças, pragas, geadas, carga à poda...) que podem influenciar a produção e permite uma amostragem regional dos componentes da produção.

Neste trabalho apresentamos a evolução das previsões de colheita em viticultura através utilização da CPA, meios necessários para a sua elaboração e uma sumula dos resultados preditivos obtidos em diferentes países.

## 2- TÉCNICAS DE AEROPALINOLOGIA NA PREVISÃO DE COLHEITAS

Estudos da fracção polínica da atmosfera, efectuados por Hyde (1955) e, posteriormente, por Pinto-da-Silva (1960), utilizando captadores polínicos, actualmente desactualizados, constataram a existência de estreita relação entre as quantidades de pólen emitidas por certas culturas e as flutuações das respectivas produções regionais. Os trabalhos de Pinto-da-Silva permitem avaliar o pioneirismo de Portugal na aplicação da aeropalinoLOGIA na previsão das colheitas. Os métodos aerobiológicos ao permitirem qualificar, quantificar, descrever e prever periodicamente e com rigor, o conteúdo dos bioaerossóis, vêm sendo aplicados em disciplinas de áreas científicas muito diversas das quais destacamos a previsão da colheita de diferentes culturas lenhosas: Oliveira (*Olea europea L.*) (Pinto-da-Silva, 1960; Cour e Van Campo 1980; Cour e Villemur, 1985; Abid, 1991), Citrinos (*Citrus spp.*) (Abid, 1991), Avelã (*Coryllus avellana L.*) (Lletjos *et al.*, 1993) e Macieiras (*Malus pumila Mill.*) (Cour e Villemur, 1985; Pinchón, 1984 *ob cit.* Lletjos *et al.*, 1993).

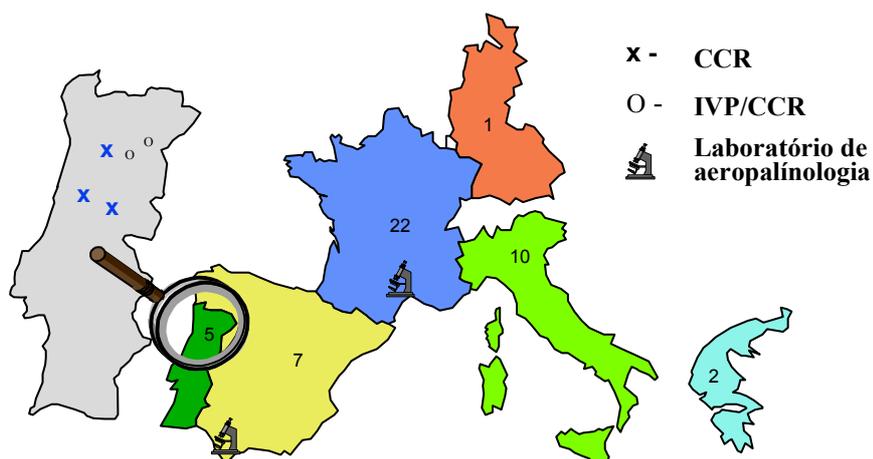
Os primeiros estudos de aerobiologia polínica com a finalidade de previsão de colheitas em viticultura, foram implantados nas regiões de *Bordeaux* e *Champagne* no início da década de 80 utilizando captadores do “tipo Cour” (Fig.1). A partir de 1985-86 verificou-se um aumento do número de postos difundidos por outras regiões de França e Espanha (Besselat e Cour, 1993).



**Figura 1.** Capatadores “tipo Cour” com filtros expostos por 3 ou 4 dias (B/C) e expostos por 1 semana (A)

Posteriormente, a Comissão Europeia, com a finalidade de obtenção de informações precoces sobre as produções agrícolas, evitar a repetição de trabalhos e padronizar as metodologias das estatísticas agrícolas incrementou o desenvolvimento de um projecto piloto tendo em vista a introdução da teledetecção espacial (baixa resolução: captadores *Landstat* TM e SPOT) para a determinação das superfícies totais por cultura (com importância significativa) ao nível das regiões. Estes dados, eram cruzados posteriormente com informação sobre as produções agrícolas obtida através da teledetecção (alta resolução: captadores AVHRR satélites NOAA), modelos agroclimáticos e modelos aeropolínicos. Este procedimento foi definido em 1988 segundo as prioridades da Direcção Geral de Agricultura (DG VI), em colaboração com o gabinete de estatísticas da Comunidade Europeia – *European Statistical Office* (EUROSAT) - e designado "Projecto Piloto de Teledetecção Aplicado às Estatísticas Agrícolas" anteriormente designado projecto MARS "*Monitoring Agriculture With Remote Sensing*" (Vossen, 1992 e Vossen e Rijks, 1995).

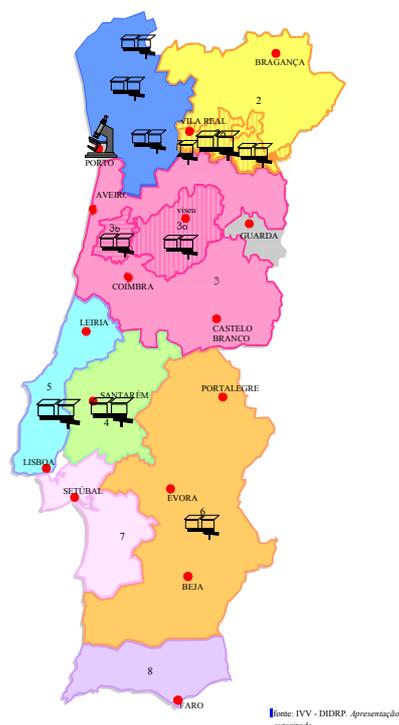
Neste programa, o *Centre Commun de Recherche* (CCR: Ispra, Itália) fez um investimento considerável no estudo da aplicação do método de previsão do potencial das produções vitícolas e oleícolas, com base na concentração polínica atmosférica. O investimento distribuiu-se por um período inicial de 3 anos: Maio de 1989 a 1992, prolongando-se por um período de mais 5 anos: 1992 a 1997 - e compreendeu a instalação, gestão e análise de 47 postos de observação em 6 países da Comunidade Europeia - Alemanha, Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal (Fig. 2)



**Figura 2.** Rede europeia de previsão de colheitas (rede CCR). Numero de laboratórios de aeropolinologia e postes de captação polínica instalados em vários países da comunidade europeia.

Apesar dos grande esforços científicos, técnicos e, sobretudo as dotações financeiras invejáveis feitos pelo CCR no âmbito do referido projecto, embora viessem demonstrar uma elevada capacidade explanatória das produções regionais de vários países da Europa por modelos com a utilização singular da CPA nunca conseguiram obter resultados satisfatórios em situação de previsão. Esta circunstância não motivou as instituições nacionais e regionais dos vários países envolvidos e, após 1997, culminou com uma elevada diminuição do número de países a utilizar a CPA na elaboração de modelos de previsão de colheitas.

REGIÃO	CÓDIGO	LOCAL	ANO DE INSTALAÇÃO	Nº ANOS UTILIZÁVEIS*	INSTALAÇÃO	COTA (m)	PORTA FILTROS
RVV	ARC	Arcos de valdevez	1998	3	Capela	5	Marine
RVV	BRA	Braga	1998	3	Igreja paroquial	20	Marine
RVV	AMA	Amarante	1990	9	Torre de iluminação	12	C. Peso
RDD	FOC	Vila Nova Foz Côa	1998	3	Cubas da A.C.	10	Marine
RDD	CAM	Lamego (Cambres)	1992	9	Painel publicitário	19	Marine
RDD	VAD	Tabuaço (Valença Douro)	1992	9	Depósito de água	11	C. Peso
Bairrada	BAI	Anadia (Óis do Bairro)	1990	10	Depósito de água	30	C. Peso
Dão	DÃO	Nelas (Carvalhal)	1990	11	Igreja paroquial	22	C. Peso
Estremadura	TOV	Alenquer	1998	3	Depósito de água;	8	Marine
Ribatejo	ALM	Almeirim	1999	1	Secador de milho	7	Marine
Alentejo	REM	Reguengos	1998	3	Depósito de água	15	Marine



**Figura 3.** Rede portuguesa. Características dos locais de instalação dos captosres polínicos, tipo de captor e ano de instalação nas várias regiões vitivinícolas de Portugal.

Em Portugal, após 1997 o Programa de Apoio à Modernização Agrícola e Florestal. Acção: Investigação, Experimentação e Demonstração (PAMAF-I&ED) permitiu o suporte financeiro para a continuidade dos postos instalados no âmbito do projecto europeu referido e a instalação de 6 novos postos de captação polínica (Fig. 3). Portugal dispõe actualmente de uma rede de previsões de colheitas que baseada na monitorização de variáveis climáticas, agronómicas, bem como da fracção polínica da atmosfera, permite obter resultados cerca de 4 meses antes da vindima para as mais importantes regiões vitivinícolas.

### 3- RESULTADOS OBTIDOS COM OS MODELOS AEROPOLÍNICOS

A quantidade de postos envolvidos e a sua distribuição por diferentes Países e muitas regiões vitivinícolas, permitem avaliar a portabilidade e adaptabilidade do método a situações agro-

ecológicas muito diversas. No quadro 1 apresentamos uma súmula dos resultados dos 6 últimos anos de funcionamento da referida rede de postos do CCR.

**Quadro 1** Resultados obtidos na rede europeia (CCR) de previsões de colheita em viticultura utilizando a concentração polínica atmosférica – “método Cour”. Avaliação da aplicabilidade da relação pólen x produção e factores explicativos dos insucessos.

<b>REDE CCR</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Total de observaes (n.º)	37	38	40	39	47	25
Não utilizáveis (n.º)	4	3	1	3	5	1
Tendncia correcta (%)	<b>48%</b>	<b>57%</b>	<b>56%</b>	<b>45%</b>	<b>22%</b>	<b>38%</b>
Tendncia média (%)	24%	14%	26%	16%	45%	33%
Tendncia n/satisfatria (%):	27%	29%	18%	39%	33%	29%
<b>- Factores explicativos dos insucessos (a):</b>						
- Condies ps-florais	38%	44%	60%	48%	b)	56%
- Condições meteo. na floração	23%	-	-	-	b)	-
- Direco dos ventos	15%	11%	10%	13%	b)	12%
- Lavagem dos filtros	-	11%	-	9%	b)	-
- Representatividade do local	23%	-	30%	9%	b)	8%
- Não totalmente esclarecidos	-	22%	30%	13%	b)	24%

Adaptado de (CEMAGREF e CNRS 1991 a 1996 e Besselat et al., 1997).

a) um ou vários factores podem estar em causa. b) dados não disponíveis.

A definição de situações tipo que permitiu a quantificação dos resultados do quadro 1 foi a seguinte (CEMAGREF, CNRS 1991 a 1996; Besselat *et al.*, 1997):

**Dados não utilizáveis:** situações anmalas, não directamente imputáveis à falta de fiabilidade dos modelos aeropolínicos sendo os casos mais frequentes: primeiro ano de funcionamento, colocação tardia dos filtros e dificuldades de obtenção dos dados estatísticos sobre a produção.

**Tendência correcta:** existe um bom ajuste entre a quantidade de pólen e a produção, podendo esta variável ser utilizada para prever o potencial de produção no espaço geográfico para

onde foram validados. O quadro 1 permite verificar que conforme os anos apenas entre 22 a 57% dos casos foi possível utilizar a relação pólen produção para o estabelecimento de uma previsão.

**Tendência média:** a relação pólen x produção tem um baixo poder explicativo da produção e, embora os resultados possam ser tendencialmente interpretados, são geralmente excluídos da construção do modelo de previsão.

**Tendência não satisfatória:** os resultados da relação pólen x produção não são directamente utilizáveis para construir um modelo de previsão. No quadro 1 podemos verificar que a falta de ajustamento destas variáveis pode ter causas diversas, de que se destacam as condições pós-florais. As condições pós-florais, apenas detectadas por informação agronómica, são responsáveis, de acordo com os anos por 40 a 60% dos casos em que não é possível a utilização da relação pólen x produção para prever a colheita.

Os resultados do quadro anterior permitem concluir que os modelos regionais da rede CCR construídos com a utilização singular da CPA têm uma capacidade preditiva elevada da produção regional em anos em que as condições pós-florais não apresentam uma grande influência no potencial de produção verificado na floração. Para superar as insuficiências destes modelos é necessário, integrar outras variáveis que permitam avaliar as condições pós-florais: i) condições meteorológicas prevalentes no período de fecundação e vingamento, ii) o rendimento industrial de transformação das uvas em vinho e iii) as condições sanitárias (Cunha, *et al*, 2003). Os resultados preditivos obtidos na rede portuguesa de previsão com os modelos que consideram para além da CPA as condições pósflorais referidas anteriormente, permitem explicar cerca de 98 a 99% da variabilidade inter-anual das produções, sendo a diferença percentual entre as produções declaradas e ajustadas para as 35 observações disponíveis em 77% dos casos foram inferiores a 5% e, apenas em 2 casos, a diferença é superior a 10%, mas nunca ultrapassa os 17% (Cunha *et al*, 2003).

#### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS MODELOS DE PREVISÃO

A principal vantagem da utilização da CPA, com a finalidade de prever a colheita regional de vinho, é a facilidade da amostragem permitindo a estimativa dos componentes da produção sem a necessidade de um conhecimento rigoroso da área de vinha em produção e um ajuste automático dessas estimativas para aumentos ou diminuições das áreas de vinha em produção na região. Todavia, a utilização da CPA com a finalidade de previsão de colheitas tem uma aplicabilidade restrita a grandes áreas de produção (regional ou sub-regional) e a obtenção da CPA exige equipamentos e recursos humanos especializados para a análise laboratorial. Os modelos de

previsão baseados na CPA deverão inicialmente considerar o aperfeiçoamento da introdução de variáveis relativas às condições pós-florais que como vimos foi responsável pelo insucesso da sua aplicabilidade em numerosas situações analisadas na rede europeia de previsão de colheitas.

A obtenção de modelos de previsão das colheitas com uma aplicabilidade muito generalizada permite perspectivar o seu alargamento a outros locais diferentes daqueles onde foram construídos. Os pressupostos destes modelos poderão ser eventualmente correctos nas condições agro-ecológicas das regiões vitivinícolas onde foram testados, mas importa que sejam confirmados para situações em que as condições climáticas pós-florais são susceptíveis de maior influência na produção. A elevada qualidade das previsões e a metodologia desenvolvida para a definição das variáveis utilizadas no modelo de previsão, levam-nos a perspectivar que este modelo poderá ser de grande interesse na rentabilização de grande número de amostras recolhidas pela rede europeia de previsões (CCR) em diferentes países, mas actualmente sem utilidade prática.

## 5- BIBLIOGRAFIA

- Abid, A. (1991) - Contribution à l'étude de la pollinisation de l'Olivier (*Olea europea*) et du Clementier (*Citrus reticulata* Blanco). Utilisation des données polliniques comme indice prévisionnel des récoltes à l'échelle locale et régionale. *PhD Thesis*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Besselat, B. e Cour, P. (1993) - Méthode intégrée de prévision précoce de récolte à partir de l'analyse pollinique de l'atmosphère. CR. Coll. *Vinandino 93, Mend, 14-20 Novembre*.
- Besselat, B., Cour, P. e Montanarella, L. (1997) - Méthode intégrée de prévision de récolte basée sur le dosage pollinique de l'atmosphère: d'une prévision locale à une prévision nationale. Actas do XXII *Congrès Mondial de la Vigne et du Vin. Buenos Aires, 1-8 décembre*.
- CEMAGREF e CNRS, (1996) - Projet prévision de récolte. Rapport final, année 1995. *Convention CEE/CCR ISPR4*. 105 p. + annexes.
- Cour, P. e Van Campo, M. (1980) - Prévisions de récolte à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *C. R. Acad. Paris. Sér. D.* **290**: 1043-1046.
- Cour, P. e Villemur, P. (1985) - Fluctuations des émissions polliniques atmosphériques et prévisions des récoltes de fruits. *C. R. 5ème colloque sur les recherches fruitières, Bordeaux, 13-14 Novembre*. 5-12

- Cunha, M., Abreu, I., Pinto, P. e Castro, R. (2003) - Airborne Pollen Samples for Early-Season Estimates of Wine Production in a Mediterranean Climate of Northern Portugal. *American Journal. Enol. Vitic.*54(3):189-194.
- Hyde, H. (1955) - A census of Atmospheric Pollen and its possible applications. *Proc. Linn. Soc. London.* **165**(2): 107-112.
- Lletjos, L., Bartroli, R., Esteban, A. e Riera, S. (1993) - Forecasting hazelnut (*Corylus avellana* L.) crop production based on monitoring airborne pollen concentration. *IV International Symposium on Fruit, Nut, and vegetable Production Engineering*, Valencia –Zaragoza, Março 1993.
- Pinto-da-Silva, G. (1960) - The incidence of olea pollen in Portugal in five consecutive years. *Acta Allergologica*, **15**: 107-112.
- Vossen, P. (1992) - La Prévision du Potentiel de production Viti-et-Oléicole à l'Aide de la Méthode Aéropalynologique: Évaluation Primaire de la Methode et des Investissements faits par le Centre Commun de Recherche. *In Report d'Activités à la Conf. "Méthodes Aeropalynologiques Phénologie de la Floraison et Prévision de Rendements"*. Bordeaux, 10-11Março.
- Vossen, P. e Rijks, D. (1995) - Early Crop Assessment of the EU Countries: The System Implemented by the Joint Research Centre. 3<sup>a</sup> Ed. Official Publications of the European Communities, ECSC-EAEC, Brussels.