

PROGRAMA
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
ESPAÑA ~ PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRICA
2 0 0 7 - 2 0 1 3

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo
Regional
Invertimos en su futuro



Zonificación del *Terroir* en la Denominación de Origen Arribes (España)

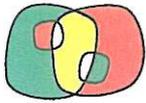
MEMORIA

CONTENIDO

CAP. 1. INTRODUCCIÓN
CAP. 2. METODOLOGÍA
CAP. 3. CLIMA
CAP. 4. GEOLOGÍA
CAP. 5. VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURAS AGRARIAS
CAP. 6. EL SUELO
CAP. 7. ZONIFICACIÓN DE LOS TERROIR

MADRID

2010



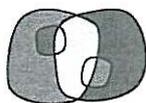
Autores:

Vicente Gómez-Miguel
(Dr Ingeniero Agrónomo)
Vicente Sotés Ruiz
(Dr. Ingeniero Agrónomo)
Elena Pardo García
(Dra en Ciencias Geológicas)
Javier AlmoroxAlonso
(Dr. Ingeniero Agrónomo)
Joaquín CámaraGajate
(Ingeniero Agrónomo)
Gonzalo Hernando Álvarez
(Ingeniero Agrónomo)
Ana TrinidadPérez López
(Ingeniero Agrónomo)



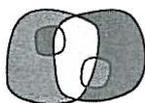
OFICINA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID





CONTENIDO DE GENERAL DE LA MEMORIA :

	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
2. METODOLOGÍA	6
1. Zonificación	
2. Caracterización del Medio	
3. El Suelo	
4. Delimitación y caracterización de zonas	
3. CLIMA	39
1. Introducción	
2. Características generales del clima	
3. Red de estaciones	
4-7. Elementos del clima	
8. Balance hídrico	
9. Índices y clasificaciones climáticas	
10. Índices bioclimáticos vitícolas	
4. GEOLOGÍA	132
1. Introducción	
2. Marco Geológico	
3. Estratigrafía	
4. Petrología	
5. Litología	
6. Geomorfología (FIA)	
5. VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y ESTRUCTURAS AGRARIAS	185
1. Series de Vegetación	
2. Usos del suelo y distribución del viñedo	
3. Estructuras agrarias: microparcelación de la zona	
6. SUELOS	203
1.- Unidades Taxonómicas (STU)	
2.- Unidades Cartográficas (SMU)	
7. ZONIFICACIÓN DE LOS TERROIR	222
1. Introducción	
2. Zonificación : factores, elementos y parámetros de influencia	
3. Los métodos para la evaluación de zonas vitícolas/zonificación	
4. Sistema propuesto /zonificación	
5. Resultados	
1. Zonificación climática	
2. Zonificación del medio	
3. Zonificación del suelo	
4. Zonificación general	
6. Conclusiones.	
Apéndice edáfico: datos de las STU	249-1
Soporte digital	CD



CAPITULO 1.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente trabajo trata de la Zonificación del *Terroir* en las Zonas Vitícolas de la Denominación de Origen Arribes (en adelante DO Arribes) y ha sido financiado mediante el Convenio **P09 0225 461** de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) con el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, (en adelante *ITACyL*) dentro del proyecto de investigación “SUVIDUR” sobre “Sostenibilidad de la viticultura en las regiones del Douro y el Duero” en el programa de cooperación territorial europea para la cooperación transfronteriza entre España y Portugal (2007-2013), participando la Junta de Castilla y León, entre otros y dentro del área “Norte de Portugal/Castilla y León”, Eje 2, “Medio ambiente, patrimonio y prevención de riesgos”.

En la primera parte del estudio se lleva a cabo la caracterización de la región a partir de un análisis que implica la elaboración de estudios del clima, la vegetación, la geología y la distribución del cultivo.

En la segunda parte se pretende la delimitación de las distintas áreas desde el punto de vista agrológico al añadir a la información precedente la del mapa de suelos a escala 1:25.000 realizado al efecto.

La zona de estudio está constituida por los municipios amparados por la Denominación de Origen Arribes incluidos en la figura 1.1 y que conforma una georregión continua a lo largo del río Duero a partir de la entrada de este en los materiales del sustrato cristalino y hasta la frontera con Portugal. La DO Arribes (España), a caballo entre las provincias de Zamora y Salamanca, ocupa una superficie de 100.856,39 ha (aprox. **1.009** km²).

El objetivo general es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen el medio y que están implicados en la calidad del producto en la DO Arribes.

Como objetivos particulares incluidos de forma más o menos implícita en el anterior están los siguientes:

- *Para la discriminación de zonas en función de la calidad*
- *Como complemento informativo y ejecutivo sobre planificación y ordenación del cultivo*



- de la vid. El órgano funcional de la administración podrá dirigir el cultivo a las zonas de mejor calidad.
- Como apoyo para la realización de estudios económicos y técnicos de viabilidad de la transformación de tierras en viñedo
 - Para llevar a cabo un diseño óptimo de experiencias para la mejora del cultivo: 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 la identificación de las unidades taxonómicas que las constituyen y con la aplicación informática adecuada: directrices relacionadas con el manejo del suelo y del cultivo.

y para ello se utiliza la escala de ejecución a 1:25.000 y se adecua su realización a las nuevas técnicas de zonificación vitícola.

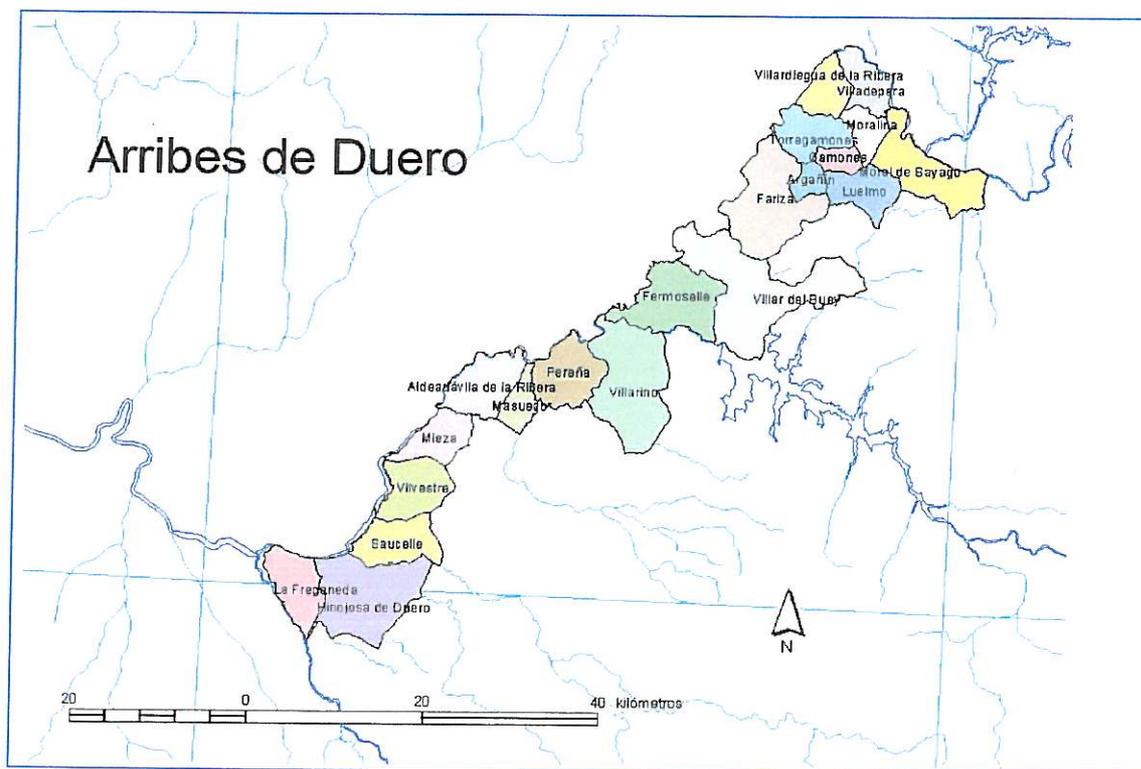
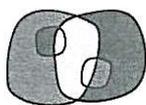


Fig 1.1. Zona de estudio



CAPITULO 2.

METODOLOGÍA

CONTENIDO:

1. Marco del Estudio dentro de la Zonificación
2. Caracterización del Medio
3. El Suelo
 - .1. Directrices Generales
 - .2. El Reconocimiento de Suelos
 - .1. Métodos de Gabinete
 - .2. Métodos de Campo
 - .3. Métodos de Laboratorio
 - .4. Criterios convencionales adoptados
 - .1. En la descripción del Perfil y SMU
 - .2. En los horizontes genéticos
 - .3. Correlación
4. Delimitación y Caracterización de zonas
 - .1. Parámetros favorables
 - .2. Parámetros desfavorables
 - .3. El Método de Delimitación
 - .1. Introducción
 - .2. Revisión
 - .3. Método
 - .1. Elección de Parámetros
 - .2. Evaluación de parámetros
 - .3. Integración de parámetros
 - .4. Validación



2.1.- MARCO DEL ESTUDIO DENTRO DE LA ZONIFICACIÓN

Por *zonificación del terroir* 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 definitiva, se trata de realizar un mapa que permita relacionar los elementos del medio que influyen en la calidad del vino y responda a los objetivos planteados (Fig 2.1).

En el caso de la Península Ibérica la producción de vinos de calidad se centra fundamentalmente en un sistema de distribución territorial basado, como en el caso de la DO Arribes (España), 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.



Figura 2.1. Elementos del *terroir* que influyen en la calidad del vino y preguntas a las que ha de dar respuesta la zonificación del *terroir*

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 interdisciplinaridad 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: existen datos pero no asociados a una determinada Unidad Homogénea del Medio (UHM).

A pesar de esta limitación, la metodología que se propone se adapta favorablemente a las bases teóricas (fig 2.2) 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).

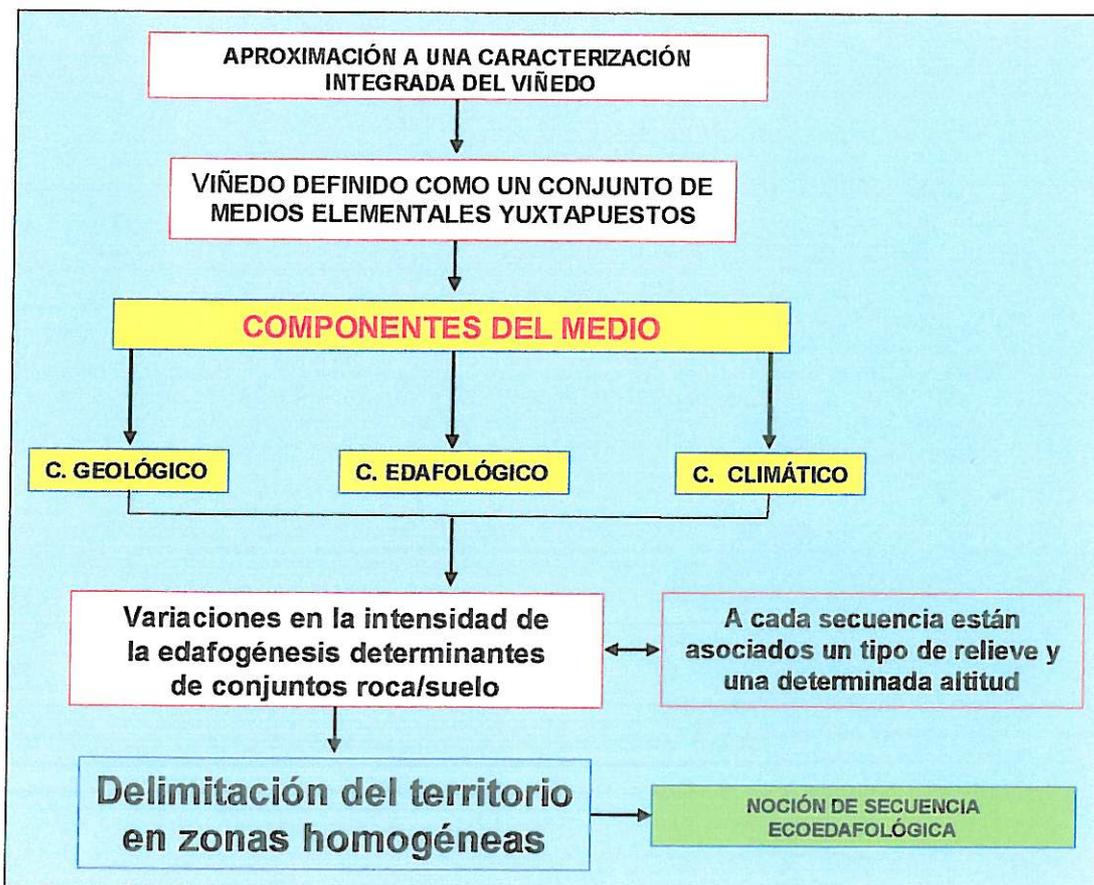


Fig 2.2.- Base teórica del método de caracterización de un Terroir
(Morlat y Asselin, 1991)



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 y a este respecto la DO Arribes es un buen ejemplo de ello. Parece obvio que la heterogeneidad de denominaciones tan grandes implique la existencia de subzonas con características propias, específicas, con la posibilidad de originar productos diferentes.

El análisis (fig 2.3) se concreta en discriminar y caracterizar zonas homogéneas desde el punto de vista del medio (UHM). La metodología se basa en un análisis del medio que incluye la integración de variables referentes al clima, la vegetación, la topografía, la litología, la morfología del relieve y el suelo y la distribución y productividad del viñedo y ha sido descrita en trabajos anteriores (Gómez-Miguel *et al.*, v.a., Sotés *et al.*, v.a.). El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas (SMU) sintetizan las relaciones entre Unidad Litológica, Geoforma (paisaje) 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 (fig 2.4).

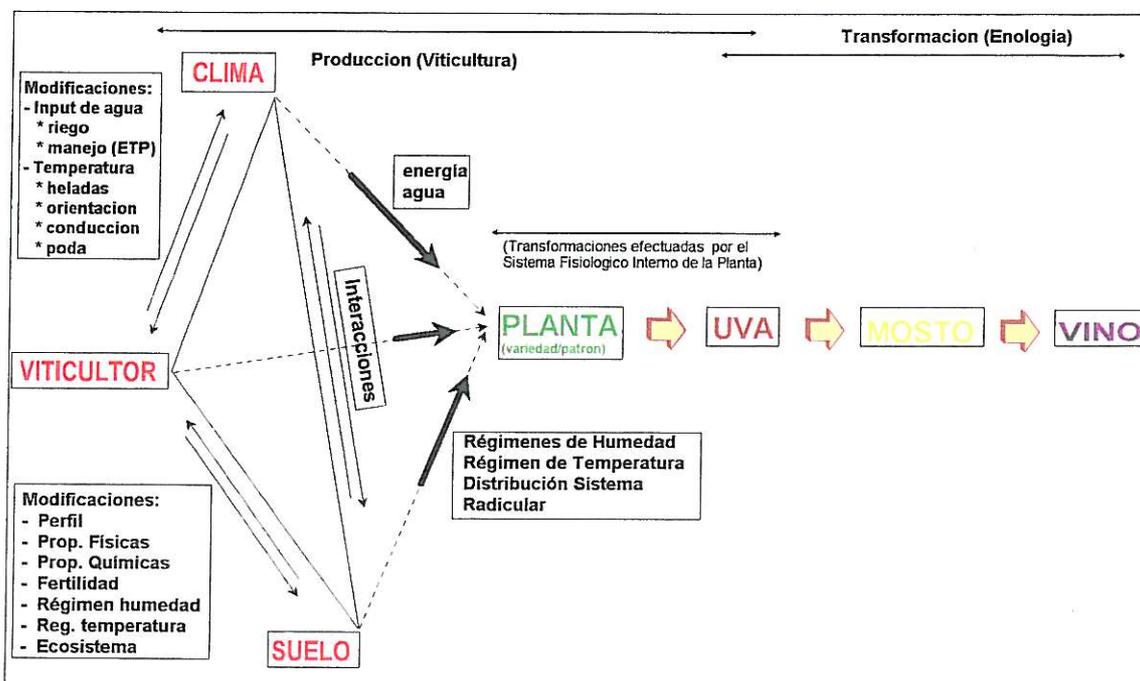


Fig 2.3.- Relaciones entre el medio y el producto

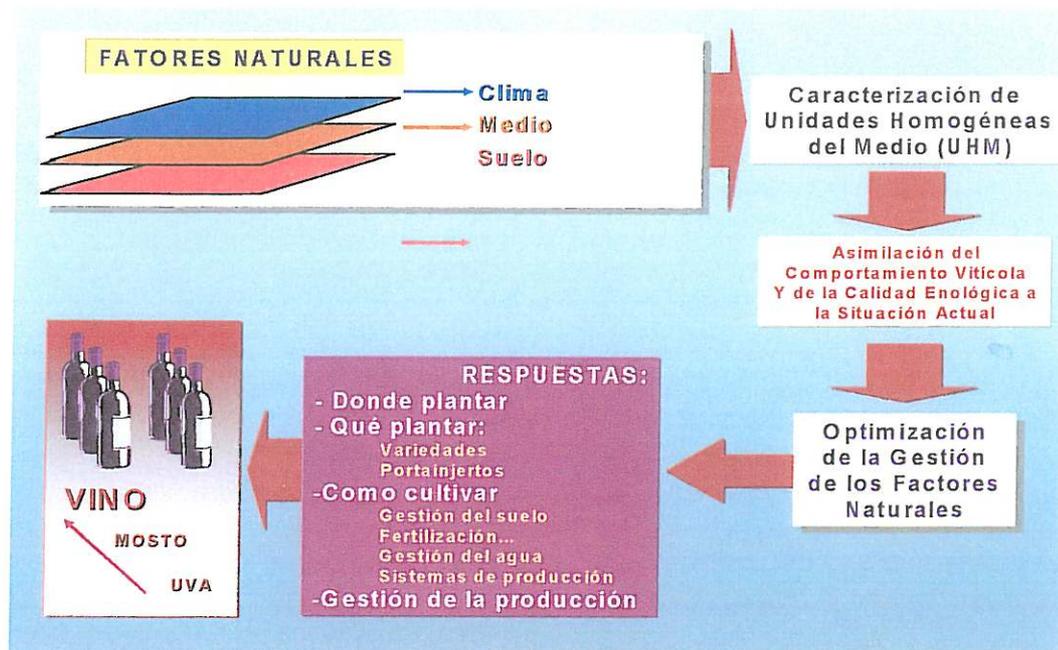
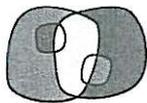


Figura 2.4. Metodología de la Zonificación Integrada del *Terroir*

La metodología ha sido utilizada en los últimos años en algunas de las denominaciones de origen más importantes de nuestro país y de Iberoamérica (Sotés y Gómez-Miguel, v.a.) y se basa en las relaciones entre el medio y la calidad del producto final y los productos intermedios. Las posibilidades de abordar el problema de forma global quedan limitadas, como se ha dicho, por la carencia de datos básicos y enológicos relacionados con un medio concreto (georreferenciación).

Por este motivo y dada la carencia general de datos enológicos georreferenciados limitamos el estudio en la DO Arribes hasta el campo de la viticultura que consideramos suficiente para discriminar y caracterizar zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del medio.



2.2.- CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

La elaboración de la información se realiza a partir de datos particulares ya existentes:

- Geología (ITGE y los datos de campo y la FIA)
- Vegetación (MFE-AMA y los datos de campo y la FIA)
- Clima (INM, MAPA)

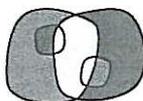
La aplicación de los datos geológicos (Litología y Geomorfología) se efectúa a través de la unidad taxonómica de suelos.

Los datos de vegetación se aplican con carácter excluyente, por ejemplo, por motivos ecológicos.

Finalmente, el resultado del estudio del clima es más complejo. Se analiza el conjunto de las variables cuantificables procedentes de las estaciones meteorológicas relacionadas con la región, tanto de las que tienen datos termopluviométricos, como de la que sólo tienen datos pluviométricos. Estas variables mantienen entre si altas correlaciones ya que todas ellas contienen información térmica, pluviométrica o una combinación más o menos compleja de ambas. Las variables son:

CONJUNTO INICIAL
Temperaturas (T, °C)
Precipitaciones (P, mm)
ETP (mm)
Indices Bioclimáticos
Indices Vitícolas
Heladas
Balance hídrico
...

El análisis estadístico (Clasificación Automática, Análisis Factorial Discriminante, Análisis de Componentes Principales,...) permite eliminar las variables que aportan información redundante y constituir un modelo que incluya toda la información climática utilizando un número mínimo de ellas.



La contrastación de esta información cartográfica con las variables de validación mediante una cartografía generada no en base a las isolíneas, sino con el elemento de superficie como unidad de información (Gómez, 1995), trazadas por interpolación con corrección topográfica y con la utilización de los intervalos definidos en el análisis, permite la definición geográfica de las zonas climáticas.

2.3.- EL SUELO

El reconocimiento de suelos se hace según las prescripciones técnicas incluidas en el presupuesto que permiten facilitar la correlación final.

2.3.1.- Directrices Generales

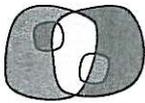
Las prescripciones Técnicas previstas inicialmente con la corrección de la superficie (ver realizadas en el cap 6) para la realización del mapa de suelos se incluyen a continuación:

1.- Características del Reconocimiento de Suelos

- a. Escala 1:25.000
- b. Unidad Taxonómica..... Series y familias de suelos de acuerdo con USDA (1975-2006)
- c. Unidades Cartográficas De acuerdo con Wambeke y Forbes (1989)
- d. Otras :
 - Densidad real..... 2
 - Superficie apróx (Km²)..... 1.009
 - Nº de Observaciones..... 2.018
 - Nº Mínimo de calicatas..... 466
 - Nº de otras observaciones..... 1.552
 - Nº aproximado. de Muestras..... 750
- f. Calidad: (NIEVES et al., 1985; WESTERN, 1978)
Factor de Calidad..... Excelente

2.- Definición y descripción de las Series

- a.- Descripciones de campo según Soil Survey Manual (SCS. USDA ,1965, 1996, 1999, 2006) y FAO (1977)
- b.- Horizontes según (USDA, 1975-2006)
- c.- Clasificación según USDA (2006)
- d.- Las determinaciones de laboratorio previstas son las realizadas para el estudio de similares características de la Ribera de Duero, DOca Rioja, DO Toro, DO Rueda, DO Bierzo, DO Somontano, DO Cigales etc según Soil Survey Laboratory Methods (SCS. USDA, 1972) y MAPA (1986):
 - Elementos gruesos (3B1a)
 - Textura USDA (3A): Arenas (Muy Gruesa, Gruesa, Media, Fina, Muy Fina); Limos; Arcilla
 - Materia orgánica (6A)
 - Nitrogeno (6B1)
 - Fósforo (Olsen)
 - Caliza total (MAPA)
 - Caliza activa (MAPA)
 - Fe para Índice de Poder Clorosante (IPC)



Capacidad de Intercambio Catiónico (5A1)
Bases de Cambio (Ca, Mg, Na, K) (5B). En su caso Acidez y Al de cambio
Conductividad Eléctrica (1:5)
pH (1:5)
Extracto Saturado (Sólo para CE > 250 μ mhos/cm) (MAPA)
Oligoelementos: B, Cu, Mn, Zn, Fe
Capacidad de Campo y Coeficiente de marchitamiento
- Análisis Especiales: Se deja abierta la posibilidad de efectuar Análisis Especiales en las muestras que se considere oportuno: Mineralogía de arenas, Arcillas y curvas de pF con otros puntos

3.- Correlación

Para la correlación de las unidades se dispondrá de información de partida:

- Fotointerpretación
- Situación precisa de las observaciones en los fotogramas
- Descripción de todas las observaciones
- Datos analíticos de las observaciones

4.- Contenido de la Memoria

Seguindo al comentado en DENT y YOUNG (1981) y al que desarrolla SCS.USDA (1965, 1995, 1999)

5.- Informatización y GIS

Se ha previsto la digitalización y manejo de la información con el entorno ARC-View/Arc-GIS por lo que es necesario disponer de las bases geográficas y de la información accesible en este sistema o en otro transferible.

6.- Información Complementaria necesaria:

- Series de datos meteorológicos no accesibles desde la Red Meteorológica Nacional AEM
- Mapas de vegetación natural y/o potencial MAPA
- Cartografía geológica ITGE
- Registros vitícolas disponibles aportada por ITACYL
- ortofotos aportadas por ITACYL

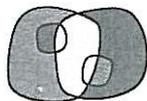
2.3.2.- El Reconocimiento De Suelos

El levantamiento de suelos se elabora a partir de la información original recogida durante los trabajos de campo y de los análisis de laboratorio realizados de forma paralela.

A esta etapa hemos de añadir otra posterior y 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 siguieron las normas de Soil Survey Manual y Wambeque & Forbes (1986). Una guía indispensable para el tratamiento integral de estos temas puede verse en FAO (1979). La clasificación de los suelos, se efectúa empleando Soil Taxonomy USDA (1990-2006) y la correlación se ajusta al modelo conceptual de Zinck et al, 1996.

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. Esta, además de admitir una cierta gama de variabilidad, también puede incluir algunos cambios que escapan a la homogeneidad requerida para la serie, los que son considerados como inclusiones. También puede tratarse



de unidades cartográficas compuestas, las que agrupan dos o más suelos distintos con series diferenciadas o indiferenciadas. Ante esta alternativa, las unidades cartográficas pueden conformar consociaciones, asociaciones y complejos, grupos indiferenciados y términos cognados. En el caso de las asociaciones y complejos, es imprescindible indicar el porcentaje relativo de cada una de las series que la componen, en tanto que en las unidades citadas al final está compuesto por dos o más suelos con potencialidad similar para el uso, los que no presentan ni patrón de distribución ni porcentajes constantes. Estas unidades compuestas tienen su razón de ser, en las limitaciones que plantean problemas de escala (asociaciones), o en lo intrincado de la distribución con que suelen presentarse los suelos (complejos).

Para el diagnóstico de las series, entre otros, se siguió el criterio de la textura de la sección de control para familia y serie de suelos tal como se aconseja con amplitud en la literatura específica (SSS, 1998).

2.3.2.1.- TRABAJOS DE GABINETE

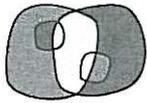
El material básico para desarrollar el programa del reconocimiento de los suelos a escala 1:25.000, con una densidad de observaciones que se señala en el apartado anterior, está formada por los fotogramas aéreos y la base topográfica.

Las fotografías aéreas a escala 1:20.000 datan de julio de 2006 y las ortofotos (25 y 50 mm) de 2008. Este material es aceptable, tanto por las variaciones de escala entre los recorridos y aún entre fotos contiguas, como por la calidad relativa en cuanto a la agudeza, mantenimiento de las tonalidades, etc.

La base topográfica utilizada se obtuvo a partir de las hojas correspondientes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000. La decisión de utilizar esta base y la disponibilidad del material con soporte digital son los motivos más importantes que nos permita realizar una delineación sin base toponímica, topográfica, administrativa o hidrográfica.

Inicialmente se procedió a la preparación de los fotogramas aéreos: trazado de líneas de coincidencia (*match lines*), superposición de acetatos, preparación del mapa base y su digitalización.

Tal como puede apreciarse en la figura 2.5, la superficie total estudiada ocupa una parte variable de ocho hojas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN). Para la delineación se respeta la división y el tamaño de las hojas del MTN (25 x 50 cm).



Una vez definida esta se procede a la realización de una fotointerpretación más minuciosa y de la elaboración de la nueva leyenda, ya definitiva.

La localización de las distintas observaciones se realiza mediante un muestreo dirigido sobre la base de la fotointerpretación, combinando su información y la de la fase previa y, en la que se indican las distintas unidades correspondientes a las geoformas cuyos suelos asociados se estiman más o menos contrastantes.

En los lugares seleccionados se abren calicatas hasta alcanzar normalmente 2 m de profundidad, excepto cuando se encuentra un impedimento físico extraño o la roca.

Los perfiles se describen, muestrean y analizan en función de su representatividad y distribución superficial relativa o bien en función de la detección de un problema concreto.

En la nomenclatura de los horizontes genéticos se siguen las normas USDA (1990, 1998-1999) excepto cuando no se quiere perder información (Vg. Subgrupos thapto).

Para las descripciones de campo se emplea una ficha adaptada a la normativa de FAO (1979) y en la determinación de los colores del suelo sigue la notación tradicional Munsell (1990).

Cada lugar de control se ubica con precisión en los fotogramas aéreos y se toman diapositivas de la mayor parte de los perfiles y sus paisajes correspondientes.

2.3.2.3. MÉTODOS DE LABORATORIO

Los análisis físicos, químicos y fisicoquímicos de las diferentes muestras se realizan por el equipo técnico del laboratorio Agrario y Medioambiente AGQ (Agriquem) de acuerdo con los métodos correspondientes puestos a punto en dicho Laboratorio (ver más arriba).

2.3.2.4.- CRITERIOS CONVENCIONALES ADOPTADOS

Para la descripción de los pedon y las unidades cartográficas y en los horizontes genéticos se han seguido los criterios que se detallan a continuación.

2.3.2.4.1.- En la Descripción de los Pedon y Unidades Cartográficas

A los efectos de utilizar referencias y expresiones más o menos coloquiales se incluyen en las tablas 2.1 y 2.2 los intervalos interpretativos que se ha considerado que mejor se adaptan a las condiciones de la región.

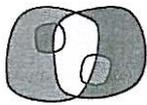


Tabla 2.1.- Niveles de referencia utilizados en las descripciones (Gómez-Miguel, 1985)

	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Materia orgánica (%)	< 0.9	1.0-1.9	2.0-2.5	2.6-3.5	> 3.6
Nitrógeno (%)	< 0.05	0.06-0.10	0.11-0.20	0.21-0.30	> 0.31
C/N	< 6.0	6.1-9.0	9.1-11.0	11.1-15.0	> 15.1
pH	< 5.5	5.6-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	> 8.6
C.I.C. cmol(+)/Kg	< 6	6-12	13-25	26-40	> 40
Ca cmol(+)/Kg	< 3.5	3.6-10.0	10.1-20.0	20.1-30.0	> 30.1
Mg cmol(+)/Kg	< 0.5	0.5-2.5	2.6-5.0	5.1-7.5	> 7.6
Na cmol(+)/Kg			< 2.0	2.1-4.5	> 4.6
K cmol(+)/Kg	< 0.15	0.16-0.60	0.61-1.20	> 1.20	
K/Mg		< 0.5	0.51-1.0	> 1.1	
Ca/Mg		< 1	5	> 10	
PCI (%)	< 25		40-70		
PMI (%)	< 10		10-20		> 30
PSI (%)			0.5-3.0	10-15	> 15
PKI (%)	< 2		2-12		> 12
V (%)	< 35	35-50	50-70	70-90	> 90
Caliza Total (%)	< 1.0	1.1-10.0	10.1-25.0	25.1-40.0	> 40.1
Caliza activa (%)			< 6.0	6.1-9.0	> 9.1
P Olsen (ppm)	< 8	9 -18	19-36	37-72	> 72
" (Ac)	< 5	6 -10	11-20	21-40	> 41
P Bray-Kurtz	< 3.0	3.1- 7.0	7.1-20.0	20.1-30.0	> 30.1
B, Cu, Mn, Zn, Fe					
Retención de humedad (mm/1,5m)	< 64	64-127	128-190	191-250	> 250

Tabla 2.2.- Conductividad hidráulica

Clases	C.H. (m/día)
Muy lenta	< 0.025
Lenta	0.025-0.12
Moderadamente lenta	0.13-0.48
Moderada	0.49-1.16
Moderadamente rápida	1.17-3.0
Rápida	3.1-6.0
Muy Rápida	> 6.0

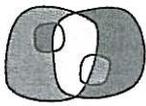


Tabla 2.3.- Drenaje

Clases	Descripción
El agua se elimina del suelo muy rápidamente	Muy rápido
El agua se elimina del suelo rápidamente	Rápido
El agua se elimina del suelo con facilidad	Bien drenado
El agua se elimina del suelo con cierta lentitud	Moderado
El agua se elimina del suelo con lentitud manteniendo el suelo saturado durante largos períodos de tiempo	Imperfecto
Idem con Moteados con cromas menor de 2 en los 60 cm superficiales	Escasamente drenado
El agua se elimina tan lentamente que el nivel freático se encuentra en la superficie durante largos períodos de tiempo	Muy escasamente drenado

Tabla 2.4.- Profundidad Efectiva

Clases	P.E. (cm)
Muy someros o poco profundos	< 25
Someros o poco profundos	25-50
Moderadamente profundos	51-100
Profundos	101-150
Muy profundos	> 150

Tabla 2.5.- Pendiente

Clases	Pendiente (%)
Baja	< 2
Suave	2-6
Moderada	6-13
Fuerte	13-25
Muy fuerte	25-55
Abrupta	>55

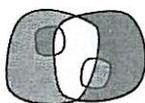


Tabla 2.6.- Afloramientos rocosos

Clases		A.R. (% Superficie Cubierta)
1	Pocos	< 0.1
2		0.1-2
3	Comunes	2-10
4		10-25
5	Abundantes	25-50
6		50-90
7		> 90

Tabla 2.7.- Salinidad en el Extracto de Saturación

Clases	dS/m a 251C
No salina	< 2
Muy ligeramente salina	2.0-4.0
Ligeramente salina	4.1-8.0
Moderadamente salina	8.1-16.0
Fuertemente salina	> 16

Tabla 2.8.- Alcalinidad o Sodicidad

Clases	PSI (%)
Normal o poco sódico	< 15
Sódico	> 15

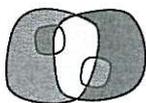
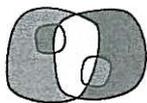


Tabla 2.9.- Fragmentos de roca en suelo y pedregosidad

1.- Fragmentos de roca en el suelo				
Clase	% en volumen	0.2-7.5 cm (gravas)	7.5-25 cm (guijarros)	25-60 cm (piedras)
1	< 15	ligeramente gravosa	ligeramente guijarrosa	ligeramente pedregosa
2	15-35	gravosa	guijarrosa	pedregosa
3	35-60	muy gravosa	muy guijarrosa	muy pedregosa
4	> 60	extremad. gravosa	extremad. guijarrosa	extremad. pedregosa
2.- Piedras y bloques en la superficie				
Clase	% Superf. cubierta	Distancia entre piedras y bloques si su tamaño es:		
		25 cm	60 cm	120
1	< 0.1	> 8	> 20	> 37
2	0.1-3.0	1-8	3-20	6-37
3	3-15	0.5-1	1-3	2-6
4	15-50	0.3-0.5	0.5-1	1-2
5	50-90	0.01-0.3	0.03-0.05	0.07-1
6	> 90	Areas Misceláneas	Areas Misceláneas	Areas Misceláneas

Tabla 2.10.- Otras

Clase	Descripción
Disecciones frecuentes (incluye afloramientos rocosos) Acumulaciones irregulares Calcárea Lítica Sustrato con yeso Textura	Recubrimientos > 50 cm CaCO ₃ en el A Contacto a < 50 cm Yeso en el M.O.



2.3.2.4.2.- En los Horizontes Genéticos

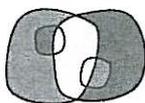
De acuerdo con las últimas revisiones de Soil Taxonomy se incluyen a continuación las especificaciones resepecto a las denominaciones de los horizontes genéticos que se consideran en este trabajo.

La denominación O significa todo horizonte o capa que reúne un contenido elevado de materia orgánica, lo que implica que la fracción mineral representa bastante menos del 50 por 100 en peso (y menos todavía en volumen). Superficial o no en suelos orgánicos; en los minerales es superficial y tan sólo si es enterrado, subsuperficial. Puede estar constituido por residuos vegetales como hojas, acículas, ramitas, musgos y líquenes total o parcialmente descompuestos y también por turba u otros materiales orgánicos que, depositados en otro tiempo bajo el agua, han experimentado diversos estadios de descomposición. En la actualidad puede hallarse saturado de agua durante largos períodos, drenado o no, o incluso no saturado habitualmente.

Como ya es tradicional la letra A se emplea para representar a todo horizonte mineral, formado en la superficie o subyacente al O, definido por la acumulación de materia orgánica humificada e intimamente mezclada con la fracción mineral - siempre que no dominen las propiedades características de los horizontes E o B-, o por las propiedades que resultan del cultivo, el pastoreo u otra forma análoga de perturbación.

Cuando un horizonte superficial presenta simultaneamente propiedades de E y de A, si bien su rasgo más acentuado es la acumulación de materia orgánica humificada, se opta por la última de las dos designaciones. A veces -como sucede en clima árido y cálido- basta para designar a un horizonte A, que sea superficial, aun cuando no acuse perturbación alguna, e incluso aparezca menos oscuro que el subyacente debido al bajo contenido de materia orgánica; su morfología diferirá de la capa C aunque la fracción mineral esté inalterada o levemente alterada por meteorización. Sin embargo no se consignan como A los depósitos aluviales o eólicos en los que todavía es apreciable una fina estratificación, a no ser que estén cultivados.

La denominación E representa un horizonte mineral, cuyo rasgo principal estriba en la pérdida de arcilla silicatada, hierro, aluminio o alguna combinación de los mismos, lo que determina la concentración de partículas de arena y limo, constituidas por cuarzo u otros minerales resistentes. De ahí que su coloración responda a la de estas partículas en algunos



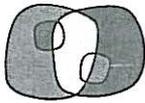
suelos, si bien en otros muchos resulta enmascarada por revestimientos de hierro u otros compuestos. Comunmente, pues, se diferencia de un A suprayacente por su coloración más clara y un contenido de materia orgánica en general menor; y del B, subyacente en el mismo sequum, también por el color, habitual aunque no necesariamente más claro - brillo más alto y/o croma más bajo - y/o por la textura más gruesa. Suele formarse este horizonte cerca de la superficie, entre un O o un A y un B, lo que no excluye su localización en cualquier otro sitio del perfil.

La notación B corresponde a un horizonte subsuperficial - al menos originariamente-, esto es, situado por debajo de los anteriores, aunque sin localización expresa, en el cual no sólo domina la desaparición total o en parte de la estructura rocosa original, sino también uno o varios de los rasgos siguientes:

1. Concentración iluvial de arcillas silicatadas, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso o sílice, sólo o en combinaciones.
2. Evidencia de emigraciones de carbonatos.
3. Concentración residual de sesquióxidos.
4. Revestimientos de sesquióxidos que determinan que el horizonte se destaque por su menor brillo, mayor croma o matiz más roja que los contiguos, aparentemente exentos de iluviación de hierro.
5. Alteración que genera arcillas silicatadas y/o libera óxidos, así como estructura granular, en bloques o prismática, siempre que a los cambios de volumen acompañen cambios en el contenido de humedad.
6. Quebradizo (brittleness)

Por otra parte, se considera B -siempre que sean contiguas a otro horizonte genético- tanto las capas, cementadas o no, con concentración iluvial de carbonatos, yeso o sílice resultantes de procesos edafogénicos, como las quebradizas con otras evidencias de alteración, cual es la estructura prismática o la acumulación iluvial de arcilla. Sin embargo, -salvo en el caso de que sean contiguas a un horizonte genético suprayacente-, no se considera adecuada la denominación B para aquellas otras capas donde las películas de arcilla, formadas in situ o por iluviación, recubren los fragmentos rocosos o se localizan en sedimentos inconsolidados finamente estratificados, ni tampoco para aquellas en las que se hayan iluviado carbonatos.

Finalmente, los horizontes y capas poco afectadas por procesos edafogénicos, que carecen de las propiedades atribuidas a los anteriores, se designan con la letra C. En general



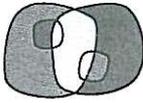
se trata de capas minerales, pero también se incluyen capas límnicas orgánicas (tierra coprógena, de diatomeas) o inorgánicas (margas). Constituidos por un material semejante o no al originario del suelo, pueden aparecer modificadas (incluso muy meteorizadas), aunque no haya evidencias de procesos edafogénicos, esto es relacionados con los horizontes suprayacentes, lo que permite incluir sedimentos, saprolita y aún roca consolidada que, cuando húmeda, pueda cavarse con la azada. Se incluyen, asimismo, bajo la denominación C las capas, endurecidas o no, con acumulación de sílice, carbonatos, yeso o sales más solubles, siempre que no estén claramente afectadas por procesos edafogénicos, en cuyo caso se trata de horizontes B.

El granito, el basalto, la cuarcita, la caliza dura o la arenisca son ejemplos de rocas que se designan con la letra R. Una roca de estas características es tan coherente que hace impracticable, incluso en húmedo, la cava con azada, la cual, no obstante, puede llegar a rasparlo y a resquebrajarla (algunas pueden rajarse con maquinaria pesada potente). Pueden tener grietas, revestidas o rellenas de arcilla o de cualquier otro material, pero en tan escasa cantidad y tamaño que sean pocas las raíces capaces de penetrar en ellas.

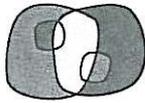
Los horizontes de transición pueden ser de dos tipos: por una parte los representados por las notaciones AB, EB, BE, BC, donde el orden de prioridad indica la dominancia de las propiedades de uno de ellos sobre las del otro, si bien ambas están presentes; por otro lado los designados con las E/B, B/E, B/C, etc, las cuales significan que un volumen mayor del primero envuelve inclusiones del segundo. En el primer caso puede faltar uno de los extremos de la transición, tal como sucede con un BE en un suelo truncado, un AB o un BA sobre roca, un BC cuando no existe C; en el segundo pueden faltar ambos extremos.

En cuanto a los sufijos indicativos de las distintas clases de horizontes o capas se opta por la sucesión alfabética siguiente:

- a Material orgánico intensamente descompuesto. Se emplea para O. El contenido medio de fibra limpia es inferior a un sexto del volumen.
- b Horizonte genético enterrado. Sus rasgos principales quedaron establecidos antes de que fuera enterrado; puede o no haberse formado en el material suprayacente, el cual es o no asimilable al presunto material parental del suelo enterrado. Propio de suelos minerales, no es aplicable a suelos orgánicos, ni para separar una capa orgánica de otra mineral.
- c Concreciones o nódulos no concrecionados duros. Cementados por un material que no sea sílice, incluye los constituidos por hierro, aluminio, manganeso o titanio en tanto que excluye los de dolomita, calcita y sales más solubles, siempre que representen una acumulación significativa.



- d Sedimentos o materiales inconsolidados densos. Las raíces sólo pueden penetrar por los planos de fractura a causa de la elevada densidad aparente, consecuencia de un agente natural o debido al hombre (zonas compactadas mecánicamente, etc.)
- e Material orgánico de descomposición intermedia. Se emplea para O. El contenido de fibra limpia se halla comprendido entre 1/6 y 2/5 del volumen.
- f Suelo helado. Alude a un horizonte o capa que contiene hielo permanentemente. Excluye a los helados estacionalmente y al "permafrost seco" (material que está por debajo de los 0 1C pero que no contiene hielo).
- g Gleyzación fuerte. Alude a la reducción de hierro y su posterior emigración durante el período de formación del mismo, o bien a la permanencia de un estado reducido a causa de la saturación con agua estancada. En cuanto a las capas afectadas, muchas aparecen moteadas y la mayoría muestran chroma bajo, bien debido al hierro reducido, bien debido a las partículas de arena y limo no revestidas, de las que el hierro ha emigrado. Este símbolo no se usa con materiales con chroma bajo, tales como pizarras u horizontes E que no presentan un historial de humedad. Su empleo con B implica algún cambio edafogenético adicional; en caso contrario deberá utilizarse la notación Cg.
- h Acumulación iluvial de materia orgánica. Este símbolo se usa con B para indicar la acumulación de complejos materia orgánica- sesquióxidos iluviales, amorfos y dispersables, si el componente sesquióxido está dominado por el aluminio pero se presenta en pequeñas cantidades. El material orgánico- sesquióxido reviste las partículas de arena y limo o constituye pellets discretos. A veces, los revestimientos son coalescentes, rellenan los poros y cementan al horizonte. El símbolo h se usa también asociado als -como en Bhs- si el contenido en componente sesquióxido es significativo, pero tanto el brillo como el chroma no pasan de 3.
- i Material orgánico escasamente descompuesto. Se emplea con O. El contenido de fibra limpia supera los 2/5 del volumen aproximadamente.
- k Acumulación de Carbonatos. Se trata de alcalino-térreos; comunmente de carbonato cálcico.
- m Cementación o endurecimiento. Se emplea para horizontes cementados de forma continua o casi continua (más del 90 por 100). Pueden estar fracturados y las raíces sólo llegan a penetrarlos a través de las grietas. Mediante el símbolo puede explicarse asimismo la naturaleza del material cementante: km para carbonatos, (al menos un 90 por 100), qm para sílice, sm para hierro, ym para yeso, kqm para caliza y sílice, zm para sales más solubles que el yeso.
- n Acumulación de sodio. Se refiere a sodio de cambio.
- o Acumulación residual de Sesquióxidos.
- p Laboreo o cualquier otra perturbación. Alude, pues, también al pastoreo y usos similares, y se refiere a la capa superficial. Un horizonte orgánico perturbado se designa Op; uno mineral Ap (aun cuando se manifieste claramente como E, B o C).
- q Acumulación de sílice. Se refiere a sílice secundaria.
- r Roca meteorizada o blanda. Se emplea con C para designar capas de roca blanda o saprolita, tales como una roca ígnea meteorizada, arenisca blanda parcialmente consolidada, siltstone, o pizarra. Puede cavarse con azada, pero es impenetrable por las raíces, salvo por los planos de fractura.



s Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica. Siempre que ambos sean significativos y constituyan complejos iluviales, amorfos y dispersables, en el horizonte B, que deberá tener brillo y chroma superiores a 3, pues en caso contrario se optará por la notación Bhs, tal como se indico más arriba.

t Acumulación de arcilla silicatada. Formada en el horizonte o iluviada, constituye revestimientos superficiales de los agregados o de los poros, láminas o puentes entre los granos minerales.

v Plintita. Indica la presencia de material rojizo, rico en hierro, pobre en humus, firme o muy firme en húmedo, que se endurece irreversiblemente cuando, expuesto a la atmósfera, se somete repetidamente a ciclos de humectación y desecación.

w Desarrollo de color o estructura. Se emplea con B, siempre que la acumulación iluvial de material sea escasa o no aparente. No debería usarse en sustitución de un horizonte transicional.

x Carácter fragipán. Indica un desarrollo genético del carácter firme, del quebradizo (brittleness) o de una densidad aparente alta.

y Acumulación de yeso.

z Acumulación de sales más solubles que el yeso.

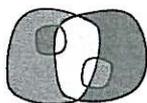
Las letras sufijos siguen inmediatamente a las letras mayúsculas. Un A no perturbado, así como muchos E y C, carecen de sufijo. Sin embargo, lo normal es que cada horizonte o capa principal esté afectado por uno o dos sufijos, rara vez por tres.

Cualquier perturbación superficial, siempre que no se trate de acumulaciones de CaCO_3 , CaSO_4 o sales más solubles, obliga al uso exclusivo del sufijo p.

Cuando es necesario más de un sufijo, deberán consignarse en primer lugar los sufijos a, d, e, h, i, r, s, t, w, cuyas únicas combinaciones admisibles son Bhs y Crt; en tanto que se escribirán al final los c, f, g, m, v, x, siempre que el suelo no esté enterrado, pues en caso contrario deberá terminarse con el prefijo b.

No son admisibles las combinaciones Btw, Bts, ni Btws, que se consignarán simplemente Bt, si bien pueden darse los casos Bw, Bs y Bh, tanto por encima como por debajo de un Bt. En cualquier caso, el sufijo t, que afecta al B, deberá preceder a los g, k, q, y, z, o, que por otra parte son incompatibles con h, s y w.

Excepcionalmente se emplearán sufijos en los horizontes de transición cuando obedezcan a un propósito explicativo; tal es el caso de la secuencia A-ACk1-ACk2-AC-C, donde se quiere poner de manifiesto la acumulación de carbonatos en la parte superior de AC.



También se conviene en diferenciar las sucesivas subdivisiones de cada horizonte o capa designados por una combinación de letras mediante un sufijo numeral expresado en caracteres arábigos, como por ejemplo: C1-C2-Cg1-Cg2-R. De modo análogo se consignarán las muestras correspondientes a las subdivisiones practicadas en un mismo horizonte para su posterior análisis en laboratorio, cual es el caso Bt1-Bt2-Bt3-Bt4.

Por otra parte, los numerales arábigos se emplearán, asimismo, como prefijos en los suelos minerales -no así en los orgánicos-, con el fin de indicar las discontinuidades litológicas o la diferencia de edad (salvo en el caso de los suelos enterrados) entre los distintos horizontes.

Un ejemplo de secuencia con dos discontinuidades podría ser: Ap-E-Bt1-2Bt2-3Bt3-3BC, que ilustra sobre: a) la omisión habitual del numeral 1. b) la no interrupción de la subdivisión vertical del horizonte Bt por la discontinuidad 2-3. c) el empleo del numeral 3 (no del 1) aun cuando el material origen sea el mismo que el de los tres primeros.

La estratificación propia de los suelos aluviales sólo deberá ser considerada como discontinuidad cuando los horizontes genéticos provengan de capas contrastantes. Para un suelo enterrado sólo se admitirá la discontinuidad cuando sea específicamente litológica. Por último, para la capa R solamente cuando su material origen sea presumiblemente distinto del solum.

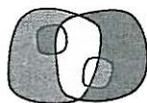
Finalmente, se recuerda que cuando en un mismo pedon, perteneciente a un suelo mineral o a uno orgánico, se suceden dos o incluso tres horizontes o capas idénticas, la letra mayúscula correspondiente al segundo deberá llevar el signo (') y la del tercero el ("). Tal es el caso de las secuencias siguientes: A-E-Bt-E'-Btx-C y Oi-C-O'i-C'.

2.3.3.- Correlación

Con los trabajos previos realizados y la creación de las unidades taxonómicas (STU) se procede a la correlación entre éstas y las unidades cartográficas (SMU) para los que son de gran utilidad todas las observaciones, incluidos y sobre todo los sondeos.

2.4. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ZONAS VITÍCOLAS

En el conjunto de los elementos del paisaje se aíslan los considerados de mayor importancia tanto por su influencia directa en la planta/producto (clima/suelo/geología),



como por su valor ecológico indicativo (vegetación), como los que aportan información sobre la tradición vitícola y agrícola (usos y aprovechamiento del suelo y distribución del viñedo). Estos factores se incluyen en la tabla 2.13.

Asimismo, los parámetros favorables y desfavorables más destacados recogidos de las referencias bibliográficas más cercanas a la Viticultura y utilizados en la caracterización de las zonas vitícolas se resumen a continuación:

Tabla 2.13.- Elementos, factores y parámetros utilizados en el estudio

CLIMATOLOGÍA	VEGETACIÓN	GEOLOGÍA	SUELO
Temperatura Precipitación ETP Balance hídrico Deficit climático Indices Bioclimáticos Fenología	V. Potencial V. Natural Distribución viñedo	Litología Geomorfología Pendiente Exposición	Textura Estructura Propiedades térmicas Propiedades hídricas Profundidad Coloides y fertilidad Caliza y Salinidad

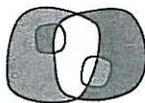
2.4.1.- Parámetros Favorables

Seguin (1971) estudiando la importancia de la estructura del terreno en Burdeos, establece una relación entre las condiciones físicas del terreno y las características de ciertos grandes crus que presentan un profundo desarrollo del sistema radicular (v. Seguin, 1983a).

Ionescu (1978) afirma que existen evidencias de una correlación positiva entre la porosidad del terreno y la producción.

Se ha señalado que la vocación de los suelos de acuerdo con su textura, fertilidad y humedad es incuestionable, llegándose a establecer relaciones específicas con la calidad, por ejemplo, Fregoni (1977) afirma que según los terrenos se obtienen los siguientes vinos:

- de gravas: vinos de calidad y con un alto grado de alcohol
- arenosos: vinos finos, pobres en extractos y en N (albuminas)
- de tendencia arcillosa: vinos ricos en extractos, coloreados, de buena acidez y de larga conservación
- muy arcillosos: vinos ricos en extractos, aromáticos, bien coloreados, frecuentemente groseros.
- húmedos: vinos con un bajo grado de alcohol, muy ácidos y ricos en albuminas;
- calizos: vinos muy alcohólicos con baja acidez, perfumados. Estos suelos incluyen tierras margosas, ferruginosas, rojas etc. que producen vinos de calidad excelente. la presencia de concreciones férricas (alios) se considera un factor de calidad. la presencia de Ca es considerada favorable para el desarrollo del bouquet en el vino.
- ligeramente ácidos: vinos delicados, sin excesiva riqueza en color, ni cuerpo pero de muy buena calidad.
- humíferos: vinos bastos con capacidad de conservación reducida, ricos en albuminas (inestables) y en N total, pobres en aromas.



2.4.2.- Parámetros Desfavorables

Hay autores (Amerine et al.,1967;Winkler et al.,1974; ...) que consideran insignificante el papel del suelo en relación con la calidad, excepto en el caso de factores fuertemente limitantes para el cultivo: contenido elevado de arcilla, profundidad escasa, mal drenaje, fuerte concentración de sales o sustancias tóxicas.

Oancea et al. (1978) abunda en la observación afirmado que los factores limitantes para el cultivo de la viña son la arcilla (> 45 %), conductividad hidráulica reducida, drenaje débil y contenido en caliza elevada (v. Teaci et al.,1978).

Ionescu (1978) asegura una correlación negativa de la producción con la resistencia del suelo a la penetración.

En la mayor parte de las referencias consultadas hay un cierto acuerdo en los factores desfavorables en la relación terroir/calidad:

- Lluvia excesiva no regulada por el suelo
- Sequía no controlada por el suelo
- Fertilidad excesiva
- Suelos arcillosos (Ac > 45 %) y pesados
- Drenaje excesivo o insuficiente (hidromorfismo)
- Profundidad escasa
- Salinidad y otras toxicidades
- Producción elevada. Posiblemente relacionada con una feracidad excesiva (v. Daussant et a.,1974; Dumartín,1974)
- Materia orgánica y N elevados
- Fatiga y los factores que con ella se relacionan: sanidad...(v. Vercesi, 1989).

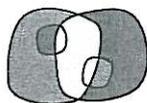
La dificultad de fijar el valor de los parámetros y agruparlos en un determinado algoritmo o conformar una determinada metodología es evidente, de igual forma que es evidente su necesidad.

2.4.3.- El Método De Delimitación

2.4.3.1. Introducción

El problema de aislar la relación suelo-calidad con el fin de delimitar las zonas vitícolas se ha intentado tradicionalmente abordar en tres fases o etapas de trabajo:

- 1). Definir las propiedades o factores del suelo que pueden ser utilizados como estimadores o parámetros que influyen o determinan el potencial de maduración de la uva. Asimismo, se han de definir las variables que caracterizan tal potencial de maduración.



2). Evaluar o cuantificar la importancia favorable o desfavorable de cada uno de los parámetros del suelo en cada una de las variables de calidad previamente definidas, analizando las posibles interferencias positivas o negativas habidas entre ellos.

3). Agrupar o reorganizar los parámetros y variables en uno o varios índices (ecuaciones paramétricas, algebraicas o técnicas de simulación) que permitan relacionar las distintas zonas vitícolas.

Actualmente se puede asegurar cierta unanimidad en la definición de los factores o propiedades del suelo que pueden ser utilizados como parámetros o estimadores, sin embargo, sólo algunos autores se atreven, con desigual fortuna, a abordar la dos últimas etapas con estudios locales que, desde luego, es necesario incentivar.

La metodología se concreta por lo tanto en la elección de las verdaderas variables de influencia, su caracterización y especialmente en la forma de integración. En este sentido es conveniente revisar algunas situaciones especiales citadas en la bibliografía.

2.4.3.2. Ejemplos de Integración de los factores en índices

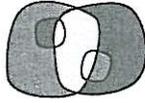
La correcta definición de las relaciones entre las características del medio y la calidad de la uva (Armstrong y Wetherby, 1976; Dubos, 1984) es uno de los problemas de más urgente solución en viticultura e implica a amplios sectores de la sociedad -al legislador, al técnico, y al administrador- y por ello, es de gran interés llegar a establecer las bases para la determinación de la vocación vitícola de tal medio.

La elaboración de una legislación más determinante y útil desde el punto de vista ejecutivo necesita una metodología que ha de ser puesta a punto en base a datos fiables del medio

Entre los numerosos índices bioclimáticos utilizados destacan tradicionalmente tres por su importancia y frecuencia de empleo:

a) Los grados días de Winkler (1962), o suma de temperaturas medias diarias superiores a 10 °C desde el 1 de abril hasta el 30 de octubre; tiene el inconveniente de que incluye los datos del mes de octubre mientras que en muchas zonas la vendimia se lleva a cabo en septiembre o incluso antes.

b) El producto heliotérmico de Branas (1946) cubre la duración total del período del año en que la temperatura media diaria es superior a 10 °C que puede desbordar ampliamente el período de vegetación y de maduración. Se hace intervenir también las longitudes de los días o de iluminación. Al igual que el anterior es un índice global.



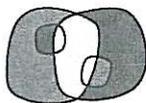
c) El índice Heliotérmico de Huglín (1986) se calcula para el período comprendido entre el 1 de abril y el 30 de septiembre y en lugar de emplear temperaturas medias diarias utiliza temperaturas medias diurnas -período de fotosíntesis activa- y considera esencialmente los valores térmicos de la tarde mientras que con mucha frecuencia la fotosíntesis de la vid es más activa por la mañana (Carbonneau y Loth, 1985).

Respecto al suelo y haciendo la diferenciación clásica entre sistemas de evaluación cualitativos y cuantitativos o morfométricos consideramos entre los primeros el propio de la CEE y entre los segundos algunos de los sistemas paramétricos.

La normativa vigente de la CEE establece una clasificación del viñedo que figura en el Anejo IV del Reglamento 822/87 y que define las superficies por zonas A, B, CIa y CIb, CII y CIIIa y CIIIb. Sirve de base para la fijación de criterios de clasificación de las superficies por categorías y de las prácticas enológicas en materia de enriquecimiento, desacidificación y acidificación. Cada una de las divisiones (Art. 4) está realizada atendiendo a consideraciones cualitativas como "terrenos poco profundos", "muchos elementos gruesos", "que drenan bien", etc.

En cuanto a los sistemas paramétricos, que pretenden cuantificar cada una de las variables integrando factores de formación extrínsecos e intrínsecos se puede citar, en primer lugar, el Índice Edafoclimático de Budan (1974) que considera los tres grandes conjuntos de factores que concurren en la realización de los procesos crecimiento y fructificación de la viña: el clima, el suelo y la planta (suma de temperaturas medias activas, suma de las horas de insolación efectivas, número de vegetaciones activas, humedad media activa del suelo).

En el departamento de Aude, Astruc et al. (1980) llevan a cabo un trabajo de zonación de potencialidades vitícolas con análisis que comprenden el estudio del medio y el estudio agronómico. En concreto, relacionan el clima y la vegetación en un mapa bioclimático y el suelo y la geología en un mapa edafológico (1:25000) a través de "unidades del medio" que configuran las distintas zonas con características ecológicas idénticas (pertenencia a una cierta región climática y bioclimática, naturaleza de la roca madre, posición topográfica dominante, profundidad del suelo explotable por las raíces, naturaleza del horizonte limitante, textura de la fracción fina del suelo, porcentajes de elementos gruesos, drenaje de los horizontes superficiales del suelo (0-50 cm), estimación del drenaje profundo, reserva útil estimada, pH, caliza activa).



En Borgoña, Merieux et al. (1977, 1981) pretenden analizar las relaciones entre diferentes elementos del suelo y la clasificación de los vinos correspondiente y determinan los Índices Topopedológicos de Calidad en los que consideran cuatro factores favorables (pendiente, porcentaje de guijarros y gravas, porcentaje de caliza total de la tierra fina, K de cambio) y dos desfavorables (porcentaje de arcilla de la tierra fina y profundidad del suelo).

Morlat et al. (1977, 1984) tratan de elaborar un método original de caracterización de zonas vitícolas basado en la noción de "Secuencias Ecogeopedológicas" caracterizadas por la semejanza de sus condiciones ecológicas (clima, relieve, vegetación espontánea), geológica y edafológica.

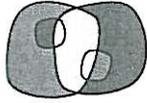
En definitiva, este tipo de trabajo propone un método de estudio de la influencia de los diferentes factores del medio sobre el ciclo de la viña, la maduración del racimo y sus consecuencias sobre la calidad del vino obtenido. Una determinada región comprende muchos tipos de secuencias para las que se formula una hipótesis de jerarquización sobre bases técnicas y científicas. Esto permite delimitar secuencias de referencias que representan a priori un valor medio. Los resultados se materializan en una cartografía determinada.

En definitiva, la agrupación o reorganización de los parámetros y variables en uno o varios índices (ecuaciones paramétricas, algebraicas o técnicas de simulación) permite relacionar las distintas zonas vitícolas.

En este sentido parece necesario hacer progresar la etapa de evaluación y cuantificación de parámetros y variables aprovechando los datos ya existentes (creación de una base de datos) y elaborando un programa de investigación dirigido a las zonas con tradición vitícola para la realización de estudios de detalle que, con un diseño estadístico compatible (de planificación conjunta), permita la comparación de resultados entre las distintas zonas.

Para conseguir el objetivo final, es necesario tener presente que el índice o la ecuación paramétrica ha de relacionar propiedades cuantificables con variables del potencial de maduración de la uva igualmente medibles.

Por lo tanto, parece interesante aprender de los sistemas de evaluación en uso o que tienen cierta tradición y seguir unos principios similares. En este sentido, es necesario considerar la metodología del sistema de Riquier et al. (1970) que relaciona el Nivel de Productividad (porcentaje del rendimiento óptimo de un determinado cultivo en el mejor suelo) con determinados caracteres específicos cuantificados en porcentaje (régimen hídrico,



drenaje, textura y estructura, profundidad, materia orgánica, minerales en reserva, tipo de arcilla, saturación de bases, salinidad, relieve) mediante una sencilla multiplicación.

Igualmente interesante es el esquema elaborado por FAO (1976) para la evaluación de tierras en el que ocho cualidades de la tierra (posibilidades de mecanización, enraizamiento, erosión, período vegetativo, disponibilidad de agua y nutrientes, facilidad de laboreo, toxicidades) se cuantifican a partir datos básicos del lugar (pendiente, afloramientos), del clima (régimen térmico, hídrico y ETP) y del suelo (profundidad, textura, materia orgánica, pedregosidad, fertilidad, toxicidad y acidez) y se agrupan en un "fórmula" constituida por cinco dígitos.

Con ideas similares, en un trabajo para la nueva zonificación vitícola de la CEE, un grupo de expertos (Riou et al., 1991) ha realizado un análisis de los factores que influyen en el potencial de maduración de la uva, en base a dar preferencia a la variabilidad climática, pero estudiando otras causas de influencia como el suelo, el rendimiento, la variedad, el patrón, el topoclima (parcela) y el microclima (sistema de conducción) con una metodología basada en un pequeño número de elementos climáticos calculado sobre períodos fenológicos bien definidos (desborre-floración, floración-envero, envero-maduración). Entre las variables más significativas se incluyen: suma de temperaturas de envero a recolección, duración del período envero-recolección, balance hídrico al final de septiembre, fecha de floración...

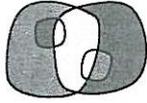
Se han comprobado diversos algoritmos para definir la probabilidad de maduración de la uva en una situación concreta y se está trabajando en la elaboración de otros algoritmos que permitan delimitar las distintas zonas vitícolas de la CEE

En esta revisión se hace, como se ha dicho, una diferenciación clásica entre sistemas de evaluación cualitativos y cuantitativos o morfométricos considerando entre los primeros el propio de la CEE y entre los segundos algunos de los sistemas paramétricos.

Nos parecen de mayor importancia para nuestros fines los citados en último lugar que pretenden cuantificar cada una de las variables integrando factores de formación extrínsecos e intrínsecos.

El problema principal que plantea la utilización de este tipo de índices es la generalización de los factores utilizados ya que pueden obtenerse valores similares del índice a partir de factores muy distintos que dan resultados cualitativa y cuantitativamente muy diferentes.

2.4.3.3.- Sistema De Delimitación



En el caso particular de la Denominación de Origen en la primera etapa se estudian cada una de las propiedades que conforman los distintos factores implicados en la definición del medio (clima, vegetación, litología, geomorfología, suelo) y tradición de cultivo (distribución del viñedo), todas ellas se integran de acuerdo con la metodología de cada una de las disciplinas y se elaboran los mapas correspondientes, finalmente se seleccionan las variables que se consideran de mayor influencia en la diferenciación zonal y se procede por superposición a la delimitación de las zonas vitícolas.

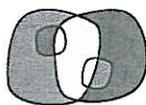
En este momento se seleccionan y cuantifican las distintas variables utilizadas y se procede a su agrupación en una fórmula paramétrica que nos permite una valoración relativa de las distintas unidades y su distribución geográfica. Finalmente, se utilizan las variables de distribución del viñedo y productividad para la validación del método.

Tabla 2.14.- Elementos Utilizados en la Delimitación

Profundidad efectiva (solum)
Reserva de agua (condiciones de sequía y humedad)
Caliza activa
Litología y Reservas minerales (B)
Materia orgánica
Potasio de cambio y Porcentaje de K de Cambio
Magnesio de cambio y Porcentaje de Mg de Cambio
Relaciones K/Mg y Ca/Mg
Capacidad de Intercambio Catiónico
Textura
Altitud
Pendiente
Exposición
Condiciones de drenaje e hidromorfia
Otras Fases

2.4.3.3.1.- Elección De Parámetros

Una definición tradicional de "suelo" implica a diversos factores del ámbito de la Geología (litología y geomorfología), el clima y la vegetación, la fauna y el hombre. El concepto de "terroir" hace referencia a la influencia del ambiente, clima y suelo, asociado a unas variedades, en una situación concreta donde, además, es preciso considerar los factores humanos, vitícolas y enológicos. La relación entre ambos conceptos es evidente.



El presente estudio se concreta en la elección de las verdaderas variables de influencia, su caracterización, tratamiento y especialmente en la forma de integración. Las variables referentes a la litología, la morfología del relieve y el suelo son valoradas a través del concepto de Serie de Suelos (SSS, 1993, 1994, 1999). La configuración de un modelo digital del terreno permite el tratamiento de variables hasta el momento difíciles de cartografiar, pero de gran importancia vitícola, en concreto la altitud, la exposición y la pendiente. En cuanto a la elección de los elementos de evaluación se incluyen en la tabla 2.14

2.4.3.3.2.- Evaluación De Parámetros

La cuantificación de los diferentes parámetros utilizados empleada es la misma que se ha venido utilizando en las demás DO y se ha mantenido el criterio de la formación de grupos estables y poco distanciados en la aplicación de ACP y AFD con una valoración porcentual.

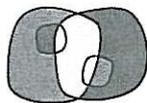
2.4.3.3.3.- Integración De Parámetros

El sistema constituye la base de los modernos sistemas de evaluación y considera que la capacidad actual y futura de una tierra se expresa mejor con el concepto de productividad (factor +) que con el de sus limitaciones (factor -).

El índice de productividad se establece mediante la cuantificación del conjunto de variables citado en el apartado anterior que se consideran los principales determinantes de la productividad del suelo y en la calidad del producto.

Para la evaluación de la Series de Suelo se utiliza un sistema paramétrico multiplicativo que permite obtener la ponderación de cada Serie. Para ello se ha utilizado la caracterización media obtenida en el proceso estadístico y el resto de información cualitativa. El índice final, obtenido de forma multiplicativa para cada taxón, ha sido ponderado dando el valor de 100 % al mayor de ellos. Finalmente, la evaluación de cada Unidad Cartográfica (SMU) se realiza por la media (ponderada con la frecuencia de participación) de los Índices de ponderación de cada uno de los taxones que la componen.

El resultado permite obtener el mapa de la zona en el que cada unidad cartográfica tiene una valoración porcentual que, en el sistema tradicional de Bramao y Riquier, estos autores, que habían considerado sólo índices de productividad, denominaron Nivel de Productividad (NP).



Debido a las modificaciones realizadas en la elección de los parámetros y en su valoración consideramos que este índice se ajusta más a los criterios de calidad y lo denominamos Índice de Calidad (IC).

Finalmente, se procede a la agrupación de los valores del IC en cinco clases (óptima, favorable, adecuada, no apta y excluida) estadísticamente estables y suficientemente distanciadas.

Tabla 2.15. Elementos Utilizados en la Validación

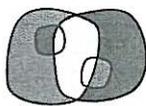
VARIABLES A EXPLICAR	UNIDADES DE VALIDACION
Superficie de Viñedo (ha) Producción Media (kg/ha) Producción Máxima (kg/ha) Producción Mínima (kg/ha) Densidad Media de Plantación (p/ha) Densidad Máxima de Plantación (p/ha) Densidad Mínima de Plantación (p/ha) Producción media de cada variedad (kg/ha) Ocupación de cada variedad (%)	Parcela Recinto UC Litológica Geoforma Unidad Taxonómica (STU) Unidad Cartográfica (SMU) Fase Clase

2.4.3.3.4.- Validación

En la validación del proceso se trabaja en varios sentidos. En primer lugar, se evalúan las unidades de paisaje previamente generadas con la ponderación de sus propiedades y en segundo lugar, se asume el reparto, producción y variedades del viñedo en las diferentes unidades (tabla 2.15). Finalmente, la comparación estadística de ambos procesos proporciona el resultado definitivo.

El reparto superficial del viñedo por unidades edáficas ya ha sido considerado en otras ocasiones (Dioujev, 1973; Gómez, 1994) y, aunque su utilidad como índice de validación puede ser discutible, su aplicación a efectos globales se justifica a causa del proceso de selección secular de los terrenos más aptos por parte de los viticultores, sobre todo si se tiene en cuenta la gran disponibilidad global de tierras para tan poca superficie de viñedo que facilita el proceso de selección en un momento regresivo (v. Webster y Oliver, 1990).

A mayor abundamiento, se puede afirmar que si se está de acuerdo con el hecho de que el producto actual es de una calidad definitiva, el cultivo del viñedo en las mismas zonas



o en zonas de la misma calidad de las que se cultiva actualmente nos llevaría necesariamente al mantenimiento de la calidad, siempre considerando similares los demás factores de influencia (planta, manejo, elaboración,...).

En definitiva, el método se basa en que la distribución del viñedo guarda armonía con las clasificaciones climática y paramétrica y las zonas mejor calificadas, o bien tienen un mayor índice de ocupación, o bien más superficie de viñedo, ya que es más difícil alcanzar porcentajes de ocupación altos en el caso de superficies disponibles muy amplias.

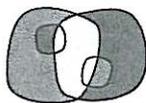
2. 5. REFERENCIAS CITADAS

2.5.1. Suelos

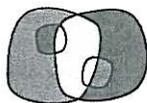
- DENT, D., YOUNG, A. (1981) Soil survey and land evaluation. George Allen Ed., London 263
- FAO (1977) Guía para la descripción de perfiles de suelos. FAO.Roma. 70 pp.
- FAO (1990) Etudes et prospections pédologiques en vue de l'irrigation. Bull. Pedol. de la FAO n1 42, 180 pp
- FAO (1990) Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: directivas. Boletín de Suelos de la FAO n1 55, Roma, 288 pp
- GÓMEZ-MIGUEL, V. 2007. *Geología, Geomorfología y Edafología*. Monografía del Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 196 pp (inc. mapa de suelos de España 1:1.000.000)
- MAPA (1986) Métodos oficiales de análisis. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 515 pp.
- NIEVES, M.; FORCADA, R.; GÓMEZ-MIGUEL, V. (1985) Precisión, escala y densidad de observaciones en los estudios de suelos. Boletín de la Estación Central de Ecología, 14, 27: 47
- ROSSITER, D. G. 2004. Methodology for Soil Resource Inventories. ITC.
- SCS. USDA (1965) Soil Survey Manual. United States Department Agriculture. 646 pp. SCS.USDA (1972) Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Conservation Service. USDA. Soil Survey Invest Report N1 1, 64 pp
- SSS 1993. Soil Survey Manual. Agriculture handbook, 18:503 pp
- USDA, Soil Survey Staff (1975) Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA, Agriculture Handbook n1 436, 754 pp
- Webster, R., Oliver, M.A. 1990. Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey. Oxford University Press. 316 pp.
- USDA, Soil Survey Staff (1994-2006) Keys to Soil Taxonomy. 306 pp
- USDA. 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. SSIR No. 42, v.3.0. United States Department of Agriculture
- USDA 1999. *A Basic System of Soil Classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd ed Edition Agriculture handbook N1 436. Soil Survey Staff. (Washington, DC. USDA Natural Resources Conservation Service
- USDA. 1999. Soil Survey Manual. Soil Survey Division Staff. USDA
- USDA. 1999. *Field book for describing and sampling soils*. National Soil Survey Center. USDA. Lincoln, Nebraska.
- VINK, A.P.A. (1975) Land use in advancing Agriculture. Springer-Verlag, Berlín, 395 pp.
- WAMBEKE, A., FORBES, T. (1986) Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil map units. SMSS Technical Monograph n1 10, USDA, 75 pp.
- WESTERN, S. (1978) Soil survey contracts and quality control. Clarendon Press, Oxford, 283

2.5.2. Zonificación y Viticultura

- AMERINE, M.A.; BERG, H.W.; CRUESS, W.V. (1967). The technology of wine making A.V.I. Pub. Co. Westport. Connect.
- ARLANDINI, A.; FAUSTINI, R. (1984). Rapports qualité-terroir dans les législations des appellations d'origine des différents pays de la CEE. Bulletin de l'O.I.V., 639:408-419



- AMSTRONG, D.N.; WETHERBY, K.G. (1976). Soils, grapes and quality- Is there a relationship?. *Aust. Wine Brew & Spirit Rev*, 94,9:14-16
- ASTRUC, H.; HERITIER, J.; JACQUINET, J.C. (1980) Zonage des potentialités agricoles, méthode appliquée à la viticulture *Chambre Agric. Aude*, 55pp
- Becker, N. 1984. Propositions pour une uniformisation des critères topographiques et climatiques utilisés pour la caractérisation des sites viticoles. *Bulletin de l'O.I.V.*, 639:383-392.
- Becker, W et al., (1994). The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European Community. *Centre Commun de Recherche. Commission Européenne. CECA-CEE-CECA Bruxelles*. 319 pp+ Mapas
- BLAQUIERE, C.; MERIAUX, S.; RAT, S. (1969). Relation entre les appellations d'origine du vignoble blanc de la Côte de Beaune et certains caractères édaphiques. *C.R. Acad. d'Agriculture de France*, 1065-1074
- BRANAS, J. (1974). Viticulture. *Dehan. Montpellier (Cap.3:341-369, Climat; Cap.4:370-403, Soils)*
- BUDAN, C.; POPA, V.G.H. (1978). Indicateurs synthétiques en tant que moyen d'estimation des principales ressources écologiques dans la culture de la vigne. *Symp.Int.Ecol. de la Vigne. Constanta, Roumanie*
- Calame, F., Rochaix, M., Simon, J.L. 1977. Observations phénologiques et mesures bioclimatiques dans plusieurs sites viticoles valaisans à différentes altitudes en vue de la délimitation de l'aire viticole. *Bulletin de l'O.I.V.*, 559:601-616.
- Constantinescu, G. 1971. Caractéristiques bioclimatiques des cépages et des vignobles. *Rapport Général. Bulletin de l'O.I.V.*, 483:399-427.
- CARBONNEAU, A. (1980). Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. *Thèse Université de Bordeaux II*, 240pp
- CARBONNEAU, A.; LOTH, C. (1985). Influence de régime d'éclairement journalier sur la résistance stomatique et la photosynthèse brute chez *Vitis vinifera L. v. Cabernet Sauvignon*. *Agronomie*, 5(7):631-638.
- Coombe, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae* 206:23-35.
- Dioujev, P.K. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. *Rapport Soviétique. Bulletin de l'O.I.V.*, 507:377-385.
- DONEZAR, M.; ELIAS, F.; SOTES, V. (1990). Potencialidades vitícolas en la D.O. Rioja. *Vitivinicultura*, 3:23-30
- DUBOS, J. (1984). Importance du terroir comme facteur de différenciation qualitative des vins. *Bull. de l'OIV*, 639:420-434
- DUTEAU, J. (1981). Alimentation en eau de la vigne. Mécanismes de régulation. *Actualités Oenol. et Vitic.*:54-62
- FAO (1976). Esquema para la evaluación de Tierras. *Boletín de Suelos n1 32 Roma* 66pp.
- FREGONI, M. (1977). Effects du sol et de l'eau sur la qualité de la vendange. *Symp.Int sur la Qualité de Vendange RSA*:151-167
- FREGONI, M. (1980). Nutrizione e fertilizzazione della vite. *Edagricole*, 418pp Bologna
- Fregoni, M. 1992. La nouvelle loi italienne, n1 164, sur les appellations d'origine. *Bulletin de l'O.I.V.*, 735-736:407-422.
- GADILLE, R. (1967). Le vignoble de la Côte Bourguignonne. Fondements physiques et humains d'une viticulture de haute qualité. *Thèse doct.* 688pp Paris
- Gómez-Miguel, V., Sotés, V. (1992) Metodología y primeros resultados para la zonificación vitícola de la denominación de origen Ribera del Duero XX World Congress on Vine and Wine & O.I.V. 72nd Assembly general, 1,2:20pp
- Gómez-Miguel, V., Laya, H., Sotés, V. (1993). Importancia de los factores del medio en la metodología para la delimitación de zonas vitícolas de la denominación de origen Ribera del Duero. *XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Salamanca Septiembre de 1993, Tomo II*, 945-955
- Gómez, P. (In prep) Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola. *Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid*
- HIDALGO, L. (1980). Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles. *Comun. INIA Ser. Producción Vegetal*, 29: 255pp.
- HUGLIN, P. (1986). *Biologie et Ecologie de la vigne*. Payot-Lausanne Paris. 372pp
- IONESCU et al. (1978). Particularité de l'appareil racinaire de la vigne déterminées par le spécifique écologique du volume édaphique utile. *Symp Int. Ecologie de la Vigne, Constanta, Roumanie*
- Laville, P. 1990. Le terroir, un concept indispensable à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles: le cas de la France. *Bulletin de l'O.I.V.*, 709-710:217-241.



- Laville, P., Morlat, R. 1991. Importance des études de terroir pour établir, maintenir ou accroître les vignobles d'appellation d'origine contrôlée. Atti Convegno "La gestione del territorio viticolo sulla base delle zone pedoclimatiche e del Catasto". Santa Maria della Versa Broni (Pavia), 29-30 junio 1987, 27-43.
- MERIAUX,S.(1977).Les methodes de caracterisation des terroirs viticoles prise ou compte des parametres geologiques et pedologiques dans le zonage.2.-Le cas du vignoble bourguignon. Agrometeorologie et Vigne, :76-77
- MERIAUX,S.; CHRETIEN,J.; VERMI,P.; LENEUF,N. (1981).La Côte viticole. Ses sols et ses crus. Bull.Sci.Bourg.,34:17-40
- MORLAT,R.;SALETTE,J.(1977).Parametres du milieu et caracterisation du terroir en zone viticole de cru. Application aux vignobles rouges de la moyenne Valle de la Loire. Agrometeorologie et Vigne, N.S.:64-72
- MORLAT,R. et al. (1984).Le milieu viticole: sa caracterisation integree et son influence sur le vin. Bull. l'OIV, 643-644:708-728.
- NIGOND, J. (1971). Le rôle du climat et du microclimat en viticulture. Ejemplar mecanografiado, 55pp.
- OANCEA, C. et al. (1978). Facteurs determinants de l'ecologie des sols qui influencent la croissance et la production dans le vignoble de Dracasani. Symp. Int. Ecologie de la Vigne, Constanta, Roumanie
- RIOU,C.;CARBONNEAU,A.;BECKER,N.;CALO,A.;COSTACURTA,A.;SOTES,V.; GOMEZ,V.; CASTRO,R.; CARNEIRO,L.; PANAGIOTOU, (1991). Le determinisme climatique de la maturation du raisin et de sa teneur en sucre. Rapport groupe d'expert CEE DGVI "Zonage viticole", 90pp + anejos.
- Riou, C., Morlat, R., Asselin, C. 1994. Une approche intégrée des terroirs viticoles: discussions sur les critères de caractérisation accessibles. Bull. de l'OIV, 767-768:93-106.
- RIQUIER, J (1972). A mathematical model for calculation of agricultural productivity in term of parameter of soil and climate. AGL: TESR/70/6. FAO. Roma
- SEGUIN,G.(1971).Influence des facteurs naturels sur les caractères des vins. in: J.RIBEREAU-GAYON y E. PEYNAUD, Cap 11:671-725
- SEGUIN,G. (1981).Caractéristiques analytiques des sols de Grands Crus. Actualites oenologiques et viticoles, Dunod, Paris pp.44-47
- SEGUIN,G.(1983).Les terroirs viticoles des grands crus du bordelais. Informe multigrafiado
- Sotés, V., Gómez-Miguel, V. (1992). Criterios de diferenciación y delimitación de comarcas y regiones vitícolas. Exámen de los factores naturales y humanos que concurren. Vitivinicultura, 3,5: 29-40
- Sotés, V., Gómez,P., Gómez-Miguel, V. (1993). Zonificación vitícola en la D.O. Ribera de Duero. Actas de Horticultura, 9:744-750.
- Sotés, V., Gómez,P.; Laya,H., Gómez-Miguel,V. (1994). Cuantificación de las variables implicadas en la delimitación y caracterización de Zonas Vitícolas en la D.O. Ribera del Duero. 70 Jornadas de G.E.S.C.O. Valladolid. Actas I:248-256.
- VEDEL,A. (1984).La qualite intrinseque des vins en rapport avec les facteurs qui conditionnent le terroir. Bull. l'OIV, 643-644:787-796
- WINKLER,A.J.;COOK,J.A.;KLIEWER,W.M.;LIDER,I.A. (1974).General Viticulture. Univ. Calif. Press. L.A