

***Xylotrechus
arvicola,***

(Olivier, 1795)

(Coleoptera: Cerambycidae):

descripción morfológica,

ciclo biológico,

incidencia y daños en

el cultivo de la vid

Carmen M^a Moreno Vargas



Junta de
Castilla y León

A mis padres y a David

***Xylotrechus arvicola*,
(Olivier, 1795)
(Coleoptera: Cerambycidae):
descripción morfológica,
ciclo biológico,
incidencia y daños en
el cultivo de la vid**

"La alegría de ver y entender es el más
perfecto don de la naturaleza"

A. Einstein

Xylotrechus arvicola,
(Olivier, 1795)
(Coleoptera: Cerambycidae):
descripción morfológica,
ciclo biológico,
incidencia y daños en
el cultivo de la vid

Tesis doctoral

Carmen M^a Moreno Vargas
INGENIERA AGRÓNOMA

Directores

D. Pedro del Estal Padillo
DR. INGENIERO AGRÓNOMO
D. Horacio Peláez Rivera
DR. INGENIERO AGRÓNOMO

Madrid, 2005



***Xylotrechus arvicola*,
(Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae):
descripción morfológica, ciclo biológico,
incidencia y daños en el cultivo de la vid**

Edita:	Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
© Copyright:	Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Fotografías:	Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Portada:	José Onrubia Baticón
Realiza e imprime:	Gráficas Germinal, S.C.L.
I.S.B.N.:	84-934535-1-X
Depósito legal:	VA-929/05

Índice

Índice	7
Agradecimientos	11
Resumen	13
Summary	15
Capítulo 1: Justificación y objetivos	17
Capítulo 2: Introducción	21
2.1. Características del ámbito geográfico del estudio	23
2.1.1. Denominación de Origen Bierzo	24
2.1.2. Denominación de Origen Cigales	25
2.1.3. Denominación de Origen Ribera del Duero	26
2.1.4. Denominación de Origen Rueda	27
2.1.5. Denominación de Origen Toro	28
2.1.6. Otras zonas vitícolas	29
2.1.6.1. Arribes del Duero	29
2.1.6.2. Tierra del Vino de León	30
2.1.6.3. Tierra del Vino de Zamora	31
2.2. Descripción general de la Familia Cerambycidae	32
2.3. Revisión del género <i>Xylotrechus</i> en Europa	34
2.3.1. <i>Xylotrechus antilope</i> (Schönherr, 1817)	35
2.3.2. <i>Xylotrechus pantherinus</i> (Savenius, 1825)	35
2.3.3. <i>Xylotrechus ibex</i> (Gebler, 1825)	36
2.3.4. <i>Xylotrechus capricornis</i> (Gebler, 1830)	37
2.3.5. <i>Xylotrechus stebbingi</i> (Gahan, 1906)	37
2.4. Otras especies del género <i>Xylotrechus</i> de importancia en plantas cultivadas en el mundo	38
2.4.1. <i>Xylotrechus quadripes</i> (Chevrolat, 1863)	38
2.4.2. <i>Xylotrechus pyrrhoderus</i> (Bates, 1873)	39
2.4.3. <i>Xylotrechus chinensis</i> (Chevrolat, 1852)	39
2.4.4. <i>Xylotrechus villioni</i> (Villard, 1892)	40
2.5. La vid	40
2.5.1. Ubicación sistemática	40
2.5.2. Características generales de las variedades estudiadas	41
2.5.2.1. Mencía	41
2.5.2.2. Garnacha	42
2.5.2.3. Tempranillo, Tinta de Toro y Tinta del País	42
2.5.2.4. Cabernet Sauvignon	43
2.5.2.5. Viura	43
2.5.2.6. Verdejo	44

Capítulo 3: Descripción morfológica de los distintos estados de desarrollo de <i>X. arvicola</i>	45
3.1. Introducción	47
3.2. Material y métodos	48
3.2.1. Procedimientos generales	48
3.2.2. Huevos	48
3.2.3. Larvas	49
3.2.4. Pupas	49
3.2.5. Adultos	50
3.2.5.1. Genitalias	50
3.3. Resultados y discusión	51
3.3.1. Huevos	51
3.3.1.1. Color, tamaño y forma	51
3.3.1.2. Corion y regiones polares	52
3.3.2. Larvas	53
3.3.2.1. Cápsula cefálica	53
3.3.2.2. Sistema traqueal	55
3.3.2.3. Primer estadio larvario	56
3.3.3. Pupas	56
3.3.4. Adultos	58
3.3.4.1. Variabilidad interespecífica	58
3.3.4.2. Estudio biométrico	59
3.3.4.3. Genitalias	60
3.3.4.3.1. Descripción de la genitalia femenina	60
3.3.4.3.2. Descripción de la genitalia masculina	61
 Capítulo 4: Ciclo biológico y aspectos etológicos de <i>X. arvicola</i> en el cultivo de la vid	 65
4.1. Introducción	67
4.2. Material y métodos	68
4.2.1. Procedimientos generales	68
4.2.2. Fenología	68
4.2.3. Seguimiento del ciclo biológico en el interior de la cepa	70
4.2.4. Longevidad de los distintos estados de desarrollo, ciclo biológico y aspectos etológicos	72
4.3. Resultados y discusión	75
4.3.1. Fenología	75
4.3.2. Seguimiento del ciclo en el interior de la cepa	78
4.3.2.1. Orificios	78
4.3.2.2. Larvas	79

4.3.2.3. Pupas	81
4.3.2.4. Huevos	82
4.3.3. Longevidad de los distintos estados de desarrollo	83
4.3.3.1. Huevos	83
4.3.3.2. Larva	84
4.3.3.3. Pupa	84
4.3.3.4. Imago	84
4.3.4. Crecimiento y desarrollo	85
4.3.5. Descripción general del ciclo	86
4.3.5.1. Síntomas y daños producidos por <i>X. arvicola</i> en viñedo	88
4.3.6. Enemigos naturales	88
4.3.7. Aspectos etológicos	89
4.3.7.1. Etología del adulto	89
4.3.7.2. Etología de los estados larvarios	90

Capítulo 5: Distribución y mapas de infestación 93

5.1. Introducción	95
5.2. Material y métodos	95
5.2.1. Prospecciones de campo	95
5.2.2. Mapas de infestación	97
5.3. Resultados y discusión	97
5.3.1. Presencia e incidencia de <i>X. arvicola</i> en viñedos de Castilla y León	97
5.3.1.1. Denominación de Origen Bierzo	97
5.3.1.2. Denominación de Origen Cigales	98
5.3.1.3. Denominación de Origen Ribera del Duero	101
5.3.1.4. Denominación de Origen Rueda	102
5.3.1.5. Denominación de Origen Toro	104
5.3.1.6. Otras zonas vitícolas	105
5.3.1.7. Resumen general	106
5.3.2. Mapas de infestación	107

Capítulo 6: Incidencia de factores en el desarrollo de la plaga 115

6.1. Introducción	117
6.2. Material y métodos	120
6.2.1. Factor variedad	121
6.2.1.1. Relación síntomas externos –variedad de vid	121
6.2.1.2. Características físico – químicas de la madera	122
6.2.2. Factor edad	124

6.2.3. Factor sistema de conducción	124
6.2.4. Factor relación hongos de madera – <i>X. arvicola</i>	125
6.2.5. Métodos estadísticos	127
6.3. Resultados y discusión	127
6.3.1. Factor variedad	127
6.3.1.1. Relación síntomas externos –variedad de vid	127
6.3.1.2. Características físico – químicas de la madera	131
6.3.1.2.1. Propiedades físicas	131
6.3.1.2.2. Composición química	135
6.3.2. Factor edad	141
6.3.3. Factor sistema de conducción	142
6.3.4. Factor relación hongos de madera – <i>X. arvicola</i>	144
6.3.5. Resumen	146

Capítulo 7: Evaluación de los daños causados por <i>X. arvicola</i> en el cultivo de la vid	149
7.1. Introducción	151
7.2. Material y métodos	152
7.2.1. Valoración fisiológica	152
7.2.1.1. Contenido de clorofila	152
7.2.1.2. Área foliar	154
7.2.2. Valoración agronómica	155
7.2.3. Valoración enológica	156
7.2.4. Métodos estadísticos	157
7.3. Resultados y discusión	158
7.3.1. Valoración fisiológica	158
7.3.1.1. Contenido de clorofila	158
7.3.1.2. Área foliar	163
7.3.2. Valoración agronómica	165
7.3.3. Valoración enológica	167
7.3.4. Resumen	168

Capítulo 8: Conclusiones generales	169
---	-----

BIBLIOGRAFÍA	175
---------------------	-----

Agradecimientos

La presente Tesis Doctoral ha sido posible gracias al apoyo del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, que financió el Proyecto de Investigación "Estudio del coleóptero *Xylotrechus arvicola* (Ol., 1795) en el cultivo de la vid: ciclo biológico, presencia, incidencia, daños y estrategias para su control", durante los años 2002, 2003 y 2004, gracias al que se llevó a cabo el desarrollo del trabajo.

Igualmente quiero expresar mi agradecimiento por su ayuda en la elaboración de esta Tesis a todas las personas que aquí aparecen y a todas aquellas que, sin ser mencionadas, han cedido parte de su tiempo y su trabajo en que este documento fuera posible.

Al Dr. Pedro Del Estal, director de esta tesis, por haberme ayudado durante todo este tiempo, tanto en cuestiones administrativas como con acertados consejos y revisiones.

Al Dr. Horacio Peláez, mi co-director, no solo por su inestimable ayuda, sino también por su paciencia y sobre todo su amistad.

Al Dr. José M^a Hernández de Miguel que siempre atendió gustosamente mis preguntas, que han sido muchas, y resolvió todas mis dudas con la mejor de sus sonrisas.

A mis padres y a toda mi familia, por haber creído siempre en mí y por haberme apoyado desde la distancia en todos estos años.

A David, porque gracias a él descubrí el fascinante mundo de los insectos.

A Yolanda Santiago, Elena de Evan y Carmen Martín, porque este trabajo también ha sido un "cachito" de sus vidas.

A David Barreda, Javier Blázquez, Santiago Moro, José Manuel Vicente y Fernando Pérez, por haber pasado frío conmigo en los muestreos de campo y haberme demostrado una paciencia infinita en los trabajos de laboratorio.

A mis compañeros del Departamento de Protección Vegetal que, de una u otra manera se han visto implicados en este trabajo: a Alberto Pérez, Laura de la Iglesia, Ignacio Armendáriz, Teresa Martín y Rebeca Cobos.

A los técnicos de todos los Consejos Reguladores y Asociaciones de Vinos de la Tierra con las que hemos trabajado, especialmente a Pedro Vázquez de Prada y a Jesús Barrigón.

A los viticultores que desinteresadamente nos han dejado sus parcelas para hacer nuestros ensayos y prospecciones.

A Ruth García, por haberme echado un cable con la corrección de las traducciones, que siempre le he enviado "para ayer".

A Ruth Zalama, por ayudarme en las cuestiones estadísticas siempre con predisposición y buen humor.

A mis amigos de toda la vida: a M^a José, Toni, Pedro, M^a Ángeles, Cristina y especialmente a Miguel Ángel, por toda las veces que han aguantado estoicamente oírme decir eso de "cuando termine la tesis voy a ..."

Gracias a todos, gracias por estar ahí.

Resumen

La presencia de síntomas de brazos partidos en plantas de vid que mostraban galerías y orificios, y de larvas que realizaban galerías que llegaban a dañar la sección del tronco o del brazo, no conocidas o identificadas, hizo primero que se identificase al insecto causante como *Xylotrechus arvicola* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae). No se conocía nada sobre el mismo y su relación con el cultivo en que se había encontrado. Con el objetivo de estudiar y conocer la biología, la morfología, la distribución, los factores que le pueden afectar y los daños que causa en el cultivo de la vid, con gran importancia en Castilla y León, se ha realizado esta tesis.

Las descripciones morfológicas y biométricas de huevo, larva, pupa y adulto, de las genitales femenina y masculina y del ciclo biológico en condiciones de laboratorio y naturales se han realizado sobre el material recolectado en los viñedos de las principales zonas vitícolas castellano y leonesas, que han sido las Denominaciones de Origen de Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda y Toro y las Asociaciones de Vinos de la Tierra Arribes del Duero, Tierra del Vino de León y Tierra del Vino de Zamora.

La presencia de este insecto ha sido constatada a través de prospecciones de síntomas externos del insecto en la madera de la vid, que son los orificios de emergencia de los adultos y las galerías larvarias, analizando un total de 207 parcelas a lo largo de 4 años: 2000, 2002, 2003 y 2004. Se ha visto que está presente en todas las zonas vitícolas antes mencionadas, variando su nivel de incidencia de unas zonas a otras.

En relación con la incidencia según los factores variedad de la vid, edad, sistema de conducción y presencia de los hongos causantes de los decaimientos de la vid en el desarrollo de la plaga, se ha observado que son factores que influyen en mayor o menor medida en la presencia del cerambícido.

Los daños que provoca en las plantas de vid se muestran de forma paulatina a lo largo del tiempo con una disminución en el potencial vegetativo-productivo: masa foliar y capacidad fotosintética y, en consecuencia, en sus producciones, que van mermando a lo largo que los años.

Summary

Appearance of broken leaves in vine plants with galleries and orifices, and larvae making tunnels and damaging central section of trunk or legs, motivated the identification of the agent insect *Xylotrechus arvicola* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae). It was nothing known about his biology and culture vine relations. The target of this work has been: a/ to know biology, b/ morphology, c/ distribution, d/ factors affecting, and e/ vine plants damages in Castilla y León area.

Morphological and biometric descriptions of eggs, larvae, pupas and adults, male and female genitalia, biological cycle in laboratory and natural conditions, were made with insects collected in vineyards of mainly vine areas of Castilla y León; "Denominaciones de Origen" of Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda and Toro and "Asociaciones de Vino de la Tierra" of Arribes del Duero, Tierra del Vino de León and Tierra del Vino de Zamora.

Presence of this insect has been verified through watching of external symptoms in vine wood; adult emergence orifices and larvae galleries. 207 fields were analysed in four years; 2000, 2002, 2003 and 2004. The insect was present in all the areas above mentioned, with different level of incidence.

About the relation of incidence with factors such as, vine variety, age, conduction system and presence of fungi causing vine decline, it has been seen that they conditioned cerambycid presence in different ways.

Damages caused in vine plants are showed gradually through the time, with an abatement in the vegetative and productive potential (foliate mass and fotosintetic capacity), and consequently productions are decreasing through the time.



Capítulo 1: Justificación y objetivos



ita *CyL*

Capítulo 1:

Justificación y objetivos

El cultivo de la vid (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*) tiene en España una tradición histórica, extendiéndose los viñedos a lo largo y ancho de todo el territorio, de Galicia a Andalucía y de Cataluña a Extremadura, conservando cada zona sus variedades y formas de cultivo particulares. Es, sin duda, un cultivo clave para el sector agrario español, ocupando una superficie de 1.202.267 ha, con una producción de 5.271.737 t (datos del Anuario de Estadística Agraria, año 2001).

Los viñedos de Castilla y León ocupan una superficie de 70.000 ha aproximadamente, con una producción media anual de 250.000 t. Gran parte de ellos están acogidos a alguna mención de calidad, fruto del reconocimiento del saber hacer de los viticultores y bodegueros. En total existen cinco Denominaciones de Origen extendidas por toda la Comunidad: Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda y Toro, además de algunas zonas catalogadas como Vinos de la Tierra. Unas son más famosas por sus blancos, otras por sus rosados o sus tintos, pero en general, en mayor o menor medida, todas comparten el cariño de sus gentes por la vid y el vino.

Muchas son las plagas y enfermedades que atacan a la vid. Entre las más importantes en estas latitudes están la polilla del racimo (*Lobesia botrana* Den. y Schiff., 1775) y el oídio (*Uncinula necator*

Burr.), aunque poco a poco se van introduciendo nuevas afecciones o aumentan los niveles de las que ya existían, como ha ocurrido recientemente con las enfermedades actualmente denominadas decaimientos de la vid, que se conocían anteriormente con los nombres de yesca y eutipiosis.

En cuanto a los cerambícidos citados sobre vid, hasta la fecha en España solamente tenía importancia como plaga la castañeta (*Vesperus xatarti*, Dufour 1839), que aparece en contadas ocasiones en los viñedos de Castilla y León. Sin embargo, existen una gran cantidad de cerambícidos que han sido citados sobre vid, aunque la mayoría de las veces se trata de especies oportunistas, muy polípagas y capaces de desarrollarse sobre un gran número de especies, generalmente sobre madera seca o enferma en vides viejas y abandonadas. DE LA ROSA (2002) resume un total de 23 especies de cerambícidos presentes en el Paleártico Occidental capaces de desarrollar su ciclo vital sobre la vid, entre las que destacamos *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758); *Clytus rhamni* (Germar, 1817) y otras especies del género *Vesperus*, como *V. conicicollis* (Fairmaire & Coquerel, 1866) o *V. fuentei* (Pic, 1905).

La especie objeto de este trabajo es *Xylotrechus arvicola* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae), una especie xilófaga muy polífaga, cuyas larvas viven

sobre un gran número de huéspedes, como *Quercus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fagus*, *Populus*, *Salix*, *Tilia*, *Morus*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Prunus*, *Malus*, *Cydonia*, etc (VIVES, 2000), pero que hasta la década de los noventa no había sido citada sobre viñedo. Ya en 1996, se cita su presencia en viñedos de Rioja Alta y de Ciudad Real y Toledo (OCETE y DEL TÍO, 1996 y RODRÍGUEZ *et al.*, 1997).

Alrededor de 1996, los viticultores de Cigales y Fuensaldaña (Valladolid) empiezan a observar que brazos e incluso el tronco de cepas en plena vegetación, cuando había rachas de viento de cierta intensidad o cualquier otro accidente, se rompían con facilidad, encontrando en el interior de la madera unas larvas de color blanquecino y unos orificios circulares en las cepas. Tras la cría de algunas larvas sobre madera en laboratorio, la especie es determinada como *X. arvicola*. A partir de este momento se inicia el proceso de búsqueda de los trabajos publicados sobre este insecto, encontrando únicamente descripciones sobre los estados adulto y larval y unos pocos datos sobre la biología (PLANET, 1924; MENDIZÁBAL, 1944; COMPTE, 1963; VILLIERS, 1978; VIVES, 1984; PLAZA, 1987; SVÁCHA y DANILEVSKY, 1988; BENISE, 1995; BAHILLO E ITURRODONBETIA, 1996a).

A partir de este momento se pretende poner en marcha estrategias de protección contra esta especie en la vid, pero

resulta muy complicado, dada la escasa información encontrada en lo referente a estudios sobre su biología, descripciones de los estados de desarrollo, e incluso cuál es la presencia real y la incidencia que tiene este cerambícido en los viñedos de Castilla y León.

Con todas estas incógnitas se inician los trabajos que conducen a esta tesis, cuyos OBJETIVOS se enumeran a continuación.

- Describir las características morfológicas y biométricas de los distintos estados de desarrollo de *X. arvicola*: huevo, larva, pupa y adulto.
- Contribuir al conocimiento de diferentes aspectos del ciclo biológico, incluyendo en los estudios cuestiones etológicas y ecológicas, resultantes de observaciones realizadas en campo y en laboratorio.
- Establecer la distribución espacial en viñedo de este cerambícido en Castilla y León y elaborar mapas de su presencia.
- Estudiar la incidencia de factores como la variedad del viñedo, el sistema de conducción, la edad de la plantación o la presencia de hongos de la madera de la vid en el desarrollo de la plaga.
- Evaluar los daños causados por el xilófago en plantaciones de vid.



Capítulo 2: Introducción



ita_{CyL}

Capítulo 2: Introducción

2.1. Características del ámbito geográfico del estudio

Las zonas en las que se han llevado a cabo los estudios básicos que forman esta tesis han sido las cinco Denominaciones de Origen de Castilla y León; esto

es: Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda y Toro y las Asociaciones de Vinos de la Tierra: Arribes del Duero, Tierra del Vino de León y Tierra del Vino de Zamora.

A continuación se describen brevemente la situación (Figura 2.1) y las características de clima y suelo de cada una de estas zonas vitícolas.

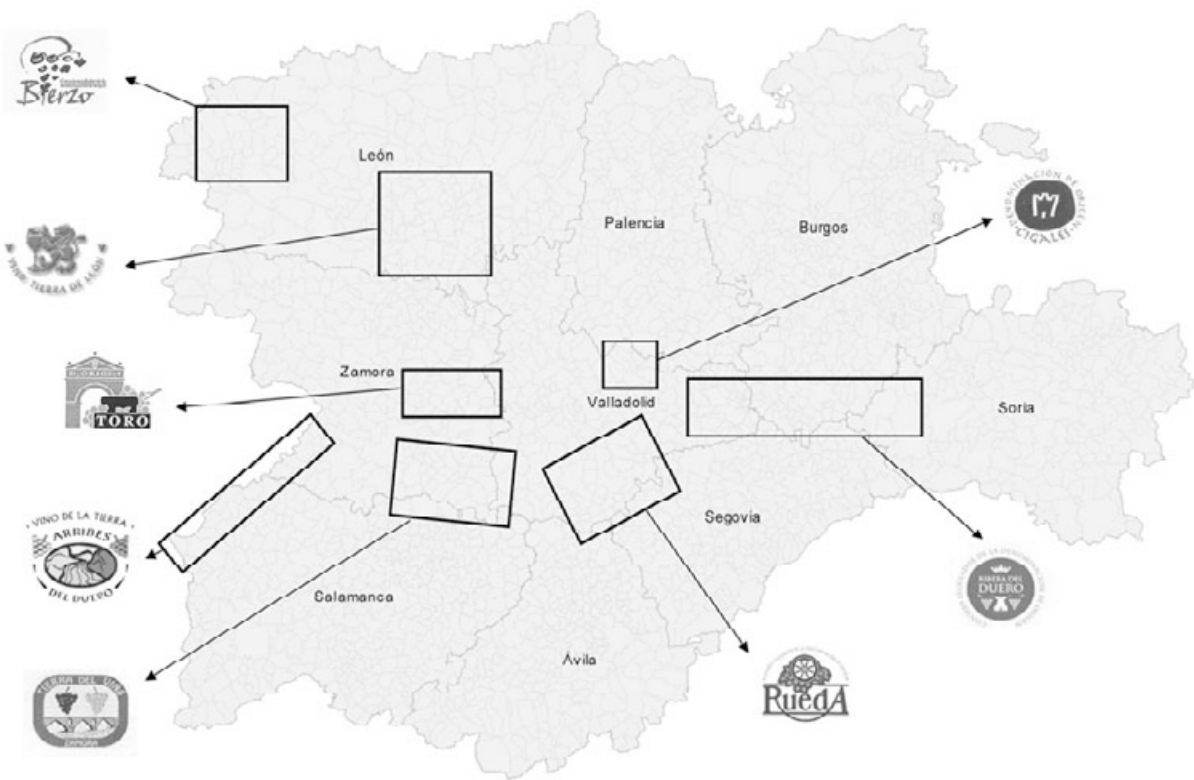


Figura 2.1. Zonas vitícolas en las que se ha realizado el estudio

2.1.1. Denominación de Origen Bierzo

Situación

Área de transición entre los viñedos castellanos y gallegos, El Bierzo es la mayor comarca leonesa, con unos 3.000 Km², y se encuentra situada al Noroeste, lindando con Galicia. El número de hectáreas de viñedo inscritas es de 3.853 (datos del Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, año 2000).

Los Términos Municipales que la integran son: Arganza, Bembibre, Borrenes, Cabañas Raras, Cacabelos, Camponaraya, Carracedelo, Carucedo, Castropodame, Congosto, Corullón, Cubillos del Sil, Fresneda, Molinaseca, Noceda, Ponferrada, Priaranza del Bierzo, Puente de Domingo Flórez, Sancedo, Vega de Espinareda, Villadecanes-Toral de los Vados y Villafranca del Bierzo.

Clima

En el Bierzo la vid se localiza en una depresión o circo montañoso limitado por los Montes de León, la Cordillera Cantábrica y la Sierra de los Ancares, abriéndose al Suroeste para dar paso a las aguas del Sil. Este circo montañoso condiciona un clima relativamente templado, suave, benigno y con cierta humedad, alcanzando la precipitación anual de 800 mm. La fluctuación de humedad en largos períodos es muy baja, pasando de subhúmedo a húmedo, o bien seco subhúmedo pero jamás se aprecian variaciones extremas.

Las sierras de Caurel y Ancares cierran paso a los vientos del Oeste y ejerciendo efecto foén originan una alta luminosidad. El número anual de horas de sol es de 2.700. Se producen pocas heladas y las temperaturas máximas de verano alcanzan los 32°C, mientras que las temperaturas mínimas de invierno llegan a -1°C (lo que constituye casi un microclima mediterráneo con una temperatura media de 13°C, registrándose unas mínimas medias de 3,6° en los meses fríos y máximas de 23,6° en los meses más calurosos). Por su parte, los Montes de León defienden la zona de los vientos resecos de la Meseta.

Suelos

El suelo es en gran medida de tipo aluvial y diluvial, poseyendo algunas áreas graníticas y suelos silurianos. Los viñedos están situados en terrazas de poca inclinación, próximas a los ríos, o en laderas semiabancaladas, en altitudes de 450 a 700 metros.

En El Bierzo el viñedo se orienta fundamentalmente sobre los suelos de tierra parda húmeda, ligeramente ácidos y por tanto con ausencia de carbonatos, propios de climas húmedos.

El contenido de óxido de cal es bajo sin alcanzar los 3.000 kg/ha, excepto en las vegas. La materia orgánica y el nitrógeno presentan unos valores máximos entre el 2 y el 4 %. Los valores medios dan una mayor riqueza para los valles que para las laderas debido a la superior densidad ganadera de los primeros.

Grado aceptable de humidificación y nitrificación ya que la relación Carbono/Nitrógeno es de 11,9 en valles y 11 en las vegas. Existe escasez de fósforo en la zona, valores inferiores a 100 g acen- tuándose esta pobreza en las laderas. El contenido en K_2O es aceptable, siendo los valores medios de 700 y 685 kg/ha para valles y laderas respectivamente.

2.1.2. Denominación de Origen Cigales

Situación

Tiene una superficie de viñedo inscrita de 3.631 ha (datos del Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, año 2000), 3.521 ha en la provincia de Valladolid y 110 ha en la de Palencia.

Con una longitud de 30 km de largo y 15 de ancho, la D.O. de Cigales se extiende por la parte Norte de la depresión del Duero, a ambos lados del río Pisuerga, limitada por los montes Cervatos y Torozos.

Los Términos Municipales que la integran son los siguientes:

- Provincia de Valladolid: Cabezón de Pisuerga, Cigales, Corcos del Valle, Cubillas de Santa Marta, Fuensaldaña, Mucientes, Quintanilla de Trigueros, San Martín de Valvení, Santovenia de Pisuerga, Trigueros del Valle, Valoria la Buena y el pago llamado "El Berrocal", delimitado por el arroyo Berrocal y la carretera de Fuensaldaña-Mucientes.
- Provincia de Palencia: Dueñas

Clima

El clima es continental con influencia atlántica, padeciendo grandes oscilaciones térmicas, que varían entre los 39 y los $-12^{\circ}C$, con una media anual de $12,2^{\circ}C$, tanto durante el día como a lo largo del año, con heladas de primavera peligrosas para el cultivo de la vid, grandes fluctuaciones en las lluvias anuales (de menos de 300 a más de 500 litros anuales) y fuerte sequía estival. Los inviernos son crudos y prolongados, con heladas y nieblas frecuentes.

La insolación media anual es de 2.616 horas, con una máxima de 371 horas en julio y un mínimo de 87 horas en diciembre. La precipitación media anual es de 407 mm que se reparten en 93 días al año.

Suelos

La orografía de la comarca vinícola de Cigales es poco accidentada y el suelo está formado por sedimentos terciarios y cuaternarios.

El viñedo se encuentra a unos 700 m de media sobre el nivel del mar, en una zona de suaves ondulaciones y con suelos profundos de ciertos valores arcillosos y proporción de caliza que oscila entre el 15 % de Trigueros y Mucientes y el 10 % del resto de la zona.

Desde el punto de vista geomorfológico, el suelo está formado por sedimentos terciarios y cuaternarios; arenas, calizas y gredas yesíferas, reposan sobre arcillas y margas.

El suelo tiene una estructura granular débil, de fina a media, con escasa pedregrosidad y muy pobre en materia orgánica (0,7 a 1,6 %). Su contenido en caliza es muy variable, oscilando entre el 1 % en Santovenia al 35 % en Valoria. En general contiene suficiente potasio pero es pobre en fósforo. Su pH se halla en torno al 8,1.

2.1.3. Denominación de Origen Ribera del Duero

Situación

La Denominación de Origen Ribera del Duero tiene una superficie inscrita de 13.795 ha de viña (datos del Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, año 2000), correspondientes 11.411 a la provincia de Burgos, 213 a la de Segovia, 615 a la de Soria y 1.556 a la de Valladolid. El río Duero es el eje que une, de Este a Oeste, más de 100 pueblos extendidos a lo largo de una franja vitícola de unos 115 km de longitud y 35 de anchura. Concretamente Burgos aporta 60 municipios (81,7% de la superficie de viñedo inscrito), Segovia 4 (0,8%), Soria 19 –con sus anejos y pedanías– (7,5%) y Valladolid 19 (10%).

Los Términos Municipales que la integran son los siguientes:

- Provincia de Burgos: Adrada de Haza, La Aguilera, Anguix, Aranda de Duero, Baños de Valdearados, Berlangas de Roa, Boada de Roa, Campillo de Aranda, Castrillo de la Vega, La Cueva de Roa, Fresnillo de las Dueñas, Fuentecén, Fuentelcásped, Fuentelisendo,

Fuentemolinos, Fuentenebro, Fuentespina, Gumiel de Izán, Gumiel de Mercado, Guzmán, Haza, Hontangas, Hontoria de Valdearados, La Horra, Hoyales de Roa, Mambrilla de Castrejón, Milagros, Moradillo de Roa, Nava de Roa, Olmedillo de Roa, Pardilla, Pedrosa de Duero, Peñaranda de Duero, Quemada, Quintana del Pidio, Quintanamanvirgo, Roa, San Juan del Monte, San Martín de Rubiales, Santa Cruz de la Salceda, La Sequera de Haza, Sotillo de la Ribera, Torregalindo, Vadocondes, Valcavado de Roa, Valdezate, La Vid, Villaescusa de Roa, Villalba de Duero, Villalvilla de Gumiel, Villanueva de Gumiel, Zazuar, Caleruega, Terradillos de Esgueva, Tórtoles de Esgueva, Tubilla del Lago, Valdeande, Villatuelda, Villovela de Esgueva y Zuzones.

- Provincia de Segovia: Aldehorno, Honrubia de la Cuesta, Montejo de la Vega de la Serrezuela y Villaverde de Montejo.
- Provincia de Soria: San Esteban de Gormaz (incluidos los anejos y pedanías siguientes: Aldea de San Esteban, Atauta, Ines, Matanza de Soria, Olmillos, Pedraja de San Esteban, Peñalba de San Esteban, Quintanilla de Tres Barrios, Rejas de San Esteban, Soto de San Esteban, Velilla de San Esteban y Villálvaro), Langa de Duero, Castillejo de Robledo, Miño de San Esteban y Alcubilla de Avellaneda (con el anejo de Alcoba de la Torre y el anejo Alcubilla del Marqués del municipio de El Burgo de Osma).

- Provincia de Valladolid: Bocos de Duero, Canalejas de Peñafiel, Castrillo de Duero, Curiel de Duero, Fompedraza, Manzanillo, Olivares de Duero, Olmos de Peñafiel, Peñafiel, Pesquera de Duero, Piñel de Abajo, Piñel de Arriba, Quintanilla de Arriba, Quintanilla de Onésimo, Rábano, Roturas, Torre de Peñafiel, Valbuena de Duero y Valdearcos de la Vega.

Clima

La Ribera del Duero se caracteriza, en líneas generales, por su pluviometría moderada-baja (400-600 mm) que, unida a veranos secos, inviernos rigurosos y muy largos, con oscilaciones térmicas acusadas, la definen dentro de un clima mediterráneo, cuyo carácter primordial es la continentalidad. Es una zona con heladas acusadas, durante un período de tiempo largo, y buena iluminación.

Suelos

La Ribera del Duero pertenece a la gran Meseta Septentrional española, formada por un gran zócalo antiguo arrastrado y, en parte, recubierto por sedimentos terciarios. El mayor volumen de estos sedimentos está constituido por capas más o menos lenticulares de arenas limosas o arcillosas. Destaca la alternancia de capas, tanto de calizas como de margas e, incluso, de concreciones calcáreas.

La cuenca Ribereña, formada durante el Mioceno, presenta niveles horizontales, suavemente ondulados, limitados por la erosión diferencial y convertidos hoy al estado de plenillanura. El relieve de la zona oscila entre lomas interfluviales, con cotas de 911 m y los valles, con una

altura topográfica situada entre los 750 y los 850 m.

2.1.4. Denominación de Origen Rueda

Situación

La zona está limitada al Norte por el río Duero y sus afluentes Eresma, Adaja, Zapardiel y Trabancos. Comprende 70 términos municipales, de los que 51 están en Valladolid, 17 en Segovia y 2 en Ávila. Están inscritas en la Denominación un total de 6.142 ha., la mayoría en la provincia de Valladolid (datos del Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, año 2000). Estos Términos Municipales son:

- Provincia de Valladolid: Aguasal, Alaejos, Alcazarén, Almenara de Adaja, Ataquines, Bocigas, Brahojos de Medina, Bobadilla del Campo, Carpio del Campo, Castrejón, Castronuño, Cervillejo de la Cruz, El Campillo, Fresno el Viejo, Fuente el Sol, Fuente Olmedo, Matapozuelos, Medina del Campo, Mojados, Moraleja de las Panaderas, Muriel, Nava del Rey, Nueva Villa de las Torres, Olmedo, Pollos, Pozal de Gallinas, Pozaldez, Puras, Ramiro, Rodilana, Rubí de Bracamonte, Rueda, Salvador de Zapardiel, San Pablo de la Moraleja, San Vicente del Palacio, Serrada, Sieteiglesias de Trabancos, Tordesillas, Torrecilla de la Abadesa, Torrecilla de la Orden, Torrecilla del Valle, Valdestillas, Velascálvaro, Ventosa de la Cuesta, Villafranca del Duero, Villanueva del Duero y Villaverde de Medina.

- Provincia de Ávila: Blasconuño de Matcabras y Madrigal de las Altas Torres.
- Provincia de Segovia: Aldeanueva del Codonal, Aldehuela del Codonal, Bermuy de Coca, Codorniz, Donhierro, Fuentes de Santa Cruz, Juarros de Voltoya, Montejo de Arévalo, Montuenga, Moraleja de Coca, Nava de la Asunción, Nieva, Repariegos, San Cristóbal de la Vega, Santiuste de San Juan Bautista, Tolocirio y Villagonzalo de Coca.

Clima

El clima es continental extremo, seco, frío y de escasa pluviometría, (media anual de 400 mm). La lluvia está muy concentrada en el otoño. El invierno es largo y muy frío, con mínimas por debajo de 0°C. La primavera también es fría con temperaturas medias que oscilan entre los 5° y 10°C, esta estación es determinante en la producción de uva de la zona, debido a las numerosas heladas (de irradiación), El verano es corto, seco y cálido, resultando de gran luminosidad e insolación.

Suelos

El territorio de la D.O. Rueda se sitúa en el sector central de la depresión que forma el río Duero, constituyendo con parte de la submeseta norte una altiplanicie de suaves relieves y vertientes que están sometidas a los vientos atlánticos. Los terrenos se encuentran a una considerable altitud con un ligero basculamiento de sur a norte. Todas las tierras de naturaleza terciaria surgen de la influencia del Duero, sobre todo el componente arenoso de algunos suelos con el inveterado suelo arcilloso de Castilla.

La geología mayoritaria de la zona está formada por amplias terrazas aluviales y diluviales en los márgenes del Duero y de sus afluentes Trabancos, Zapardiel y Adaja. Predominan las tierras pardas, pobres en materia orgánica y de fácil laboreo, pedregosas, lo que posibilita una buena aireación y drenaje, con afloraciones calizas en las cotas más altas de las ondulaciones. Permeables y sanas, su textura varía de arenolimosas a limosas. Son ricas en calcio, magnesio y otros microelementos esenciales para el correcto desarrollo de la vid.

El pH de sus tierras oscila entre el 7 y el 8. Este sustrato geológico ha evolucionado en superficie a suelos pardos sobre depósitos alóctonos pedregosos. A veces también se encuentran viñedos en suelos arenosos, típicos de pinar, con bajas producciones, pero de aceptable calidad. La altitud se sitúa entre los 500 y los 700 m sobre el nivel del mar.

2.1.5. Denominación de Origen Toro

Situación

Pertenecen a la Denominación un total de 4.610 ha, de las cuales 547 son de la provincia de Valladolid y 4.063 de la provincia de Zamora (datos del Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, año 2000).

Los Términos Municipales que integran la D.O. Toro son los siguientes:

- Provincia de Zamora: Argujillo, La Bóveda de Toro, Morales de Toro, El Pego,

Peleagonzalo, El Piñero, San Miguel de la Ribera, Sanzoles, Toro, Valdefinjas, Venialbo y Villabuena del Puente.

- Provincia de Valladolid: San Román de Hornija, Villafranca del Duero y los pagos de Villaester de Arriba y Villaester de Abajo del Término Municipal de Pedrosa del Rey.

Clima

El clima es continental y extremado, con influencias atlánticas, de carácter árido, con precipitaciones medias que oscilan alrededor de los 350-400 mm anuales. Las horas de sol efectivas son unas 2.600, pudiendo llegar a las 3.000. Las heladas invernales se extienden hasta las primeras semanas de mayo, iniciándose en la última de octubre. El número de días de heladas al año puede llegar a 85.

La temperatura media anual oscila entre los 12 y 13°C, con valores extremos de 37°C, a finales de Julio y mínimas de -11°C en los meses de diciembre a marzo. Las medias obtenidas para las temperaturas de verano, están en 23°C. La oscilación verano-invierno para las temperaturas medias es de 18°C.

Suelos

El suelo está formado por elementos provenientes de la descomposición y disgregación de areniscas, arcillas y pudingas calizas pliocénicas. Los terrenos donde se asientan la mayoría de los viñedos de la zona de producción, están localizados y pertenecen a la Era Terciaria, época Paleológica, del Eoceno-Oligoceno.

El relieve de la comarca de Toro es suave y ondulado, con pequeñas elevaciones y pendientes escasamente pronunciadas. Los suelos son de color pardo o pardo-amarillento y de textura arenosa. El terreno de los viñedos puede llegar a ser profundo, de tierra suelta y con frecuencia pedregoso y pobre en materia orgánica, excepto en el caso de las terrazas bajas próximas al Duero. Poseen una aceptable capacidad de retención hídrica y una fácil penetración del aire y la raíz de la planta.

2.1.6. Otras zonas vitícolas

2.1.6.1. Arribes del Duero

Situación

La zona vitícola de Arribes del Duero tiene una superficie inscrita de 1.726 ha (ALONSO *et al.*, 2003). El ámbito territorial dentro del cual tiene lugar la producción de uva, elaboración y crianza del vino queda delimitado por los siguientes Términos Municipales y sus pedanías:

- Provincia de Salamanca: Aldeadávila de la Ribera, La Fregeneda, Hinojosa de Duero, Masueco de la Ribera, Mieza, Pereña de la Ribera, Saucelle, Villarino de los Aires (excepto la pedanía de Cabeza de Framontanos) y Vilvestre.
- Provincia de Zamora: Argañín, Fariza (excepto las pedanías de Tudera, Záfara, Palazuelo de Sayago), Fermoselle, Gamones, Luelmo, Moral de Sayago (excepto su pedanía Albelón), Moralina, Torregamones, Villadepera, Villar-

diegua de la Ribera y las pedanías de Pinilla de Fermoselle, Fornillos de Fermoselle y Cibanal pertenecientes al Término Municipal de Villar del Buey.

Clima

La existencia en la comarca de dos unidades morfológicas, penillanura a 700-600 m. y arribes a 200-300 m., explica la existencia de dos zonas térmicamente diferentes.

La singular orografía de Los Arribes, con tierras a baja altitud y laderas orientadas al mediodía, es la causa de la aparición de un microclima de rasgos claramente mediterráneos: inviernos suaves, elevadas temperaturas y acusada aridez estival. En el valle hay unas características microclimáticas, con una temperatura media anual suave (13-14°), y en unas ciertas condiciones de humedad con un precipitación media en torno a los 700 mm / año.

En cuanto a la penillanura presenta unas características semejantes a las del centro de la cuenca, como es la crudeza del invierno, que se manifiesta en la baja temperatura media del mes de enero. Los veranos son calurosos y áridos, pero con una temperatura media en agosto 5°C inferior a la de Los Arribes. La precipitación media está en torno a 400 mm.

Suelos

Esta comarca vitivinícola, como ya se ha dicho, es de relieve fácilmente distinguible en dos grandes unidades morfológicas muy claras: el final de la penillanura y los valles de los ríos que la entallan. Se trata de tierras con una morfología

singular. La causa fundamental es el encajonamiento del Duero a lo largo de unos 140 km, que empieza algunos kilómetros río abajo, después de la ciudad de Zamora, entorno a los 630 m de altitud sobre el nivel del mar.

2.1.6.2. Tierra del Vino de León

Situación

Tiene una superficie inscrita de 2.000 ha (ALONSO *et al.*, 2003). Ocupa los siguientes Términos Municipales del sureste de León y noroeste de Valladolid:

- Provincia de León: Algadefe, La Antigua, Ardón, Bercianos del Páramo, Bercianos del Real Camino, El Burgo Ranero, Cabreros del Río, Calzada del Coto, Campazas, Campo de Villavidel, Castilfale, Castrotierra, Cebrones del Río, Chozas de Abajo, Cimanos de la Vega, Fuentes de Carvajal, Gordaliza del Pino, Gordoncillo, Granjal de Campos, Gusendo de los Oteros, Izagre, Jorilla de las Matas, Laguna de Negrillos, Matadeón de los Oteros, Matanza, Onzonilla, Pajares de los Oteros, Pobladura de Pelayo García, Pozuelo del Páramo, Roperuelos del Páramo, Sahún, San Adrián del Valle, San Millán de los Caballeros, Santa Cristina de Valmadrigal, Santas Martas, Santovenia de la Valduncina, Toral de los Guzmanes, Valdemora, Valderas, Valdevimbre, Valencia de Don Juan, Vallecillo, Valverde Enrique, Vega de Infanzones, Villabraz, Villademor de la Vega, Villamandos, Villamañán, Villamoratiel de las Matas, Villanueva de las Manzanas, Villaornate-Castro, Villaquegida, Villaturiel y la pedanía de la

Armunia perteneciente al Término Municipal de León.

- Provincia de Valladolid: Castrobol, Mayorga, Melgar de Abajo, Melgar de Arriba, Monasterio de Vega, Roales de Campos, Saelices de Mayorga, La Unión de Campos.

Clima

La precipitación anual oscila entre 400-550 mm, disminuyendo la pluviometría hacia el Sur y hacia el Oeste de la zona acogida a la Asociación. Igualmente la precipitación desciende según la cota de altitud, los municipios por debajo de los 800 m apenas supera los 450 mm anuales. En cuanto al reparto de las precipitaciones, existe una variación extrema entre los meses que pueden clasificarse como húmedos y los meses secos.

Las temperaturas mínimas absolutas en los meses más fríos no superan nunca los -15°C . En cuanto a las heladas primaverales es una zona de alto riesgo, como casi toda la Meseta ya que la incidencia de heladas de -2°C , cuando la viña ha iniciado el período vegetativo es relativamente frecuente. En general, la duración media del período frío es de 7-8 meses.

Suelos

Hacemos una distinción entre los distintos tipos de suelos que hay en la zona:

Páramos detríticos de rañas: Litológicamente están formados por depósitos groseros de cantos rodados, aluviones englobados en una matriz areno-limosa. Son de edad Pliocuaternalia y se apoyan sobre materiales terciarios. La morfología

es plana y va descendiendo hacia el sur. El desmantelamiento que han producido los ríos Órbigo, Esla y Cea ha dado lugar a pequeños montículos o cerros de raña.

Riberas: Litológicamente los materiales son los típicos de este tipo de depósitos: cantos rodados, gravas, arenas y en menor proporción limos y arcillas.

Suelos de vega: En ellos se pueden distinguir 3 niveles; el techo actual formado por conglomerados y limos arcillo-arenosos, la llanura de inundación compuesta por conglomerados, arenas y arcillas y la zona entre la primera terraza y la llanura de inundación compuesta por limos arcillosos con cantos.

Campaña: La campaña forma un relieve de suaves ondulaciones. Está formada por materiales terciarios que presentan una clara degradación de más groseros a más finos a medida que nos adentramos en la Cuenca Sedimentaria.

2.1.6.3. Tierra del Vino de Zamora

Situación

Tiene una superficie inscrita de 766 ha (ALONSO *et al.*, 2003). La zona de producción, elaboración y envejecimiento está delimitada por los siguientes Términos Municipales:

- Provincia de Zamora: Algodre, Arcenillas, Benegiles, Cabañas de Sayago, Cañizal, Casaseca de Campean, Casaseca de las Chanas, Castrillo de la Guarena, Cazorra, Coreses, Corrales, Cubillos, El Cubo de Tierra del Vino, Cuelgamures, Entrala, Fresno de la Ribera, Fuente el

Carnero, Fuentelapeña, Fuentesauco, Fuentespreadas, Gema, Guarrate, La Ingesta, Jambrina, El Maderal, Madridanos, Mayalde, Molacillos, Monfarra-cinos, Moraleja del Vino, Morales del Vino, Moreruela de los Infanzones, Pe-leas de Abajo, Peleas de Arriba, Peñau-sende, El Perdigón, Pontejos, Roales, San Marcial, Santa Clara de Avedillo, Tardobispo, Torres del Carrizal, Vadillo de la Guareña, Valcabado, Vallesa, Vi-llaescusa, Villalazán, Villamor de los Es-cuderos, Villanueva de Campean, Villa-ralbo, Zamora (únicamente los polígonos 15-16-17-18-19-20-21-30-27-28 y todos los demás polígonos si-tuados al Este de los mismos).

- Provincia de Salamanca: Aldeanueva de Figueroa, Aldearrodrigo, Forfoleda, Palacios del Arzobispo, Parada de Ru-biales, Santiz, Topas, Torresmenudas, Valdelosa, Zamayón.

Clima

El clima es continental, con temperaturas extremas y un amplio período de heladas, veranos calurosos y secos, presenta una escasa pluviometría que se concentra en el otoño. El régimen de precipitaciones en esta zona oscila entre los 300 y 500 mm anuales.

Suelos

El relieve es ondulado, con pequeñas elevaciones y suaves pendientes. En cuanto al suelo, pardo calizo sobre materiales blancos y textura arenosa, es apto para la viña por las óptimas condiciones de drenaje interno, la aceptable capacidad de retención hídrica, la pobreza en materia orgánica y en nutrientes y el bajo conte-

nido en sales minerales. Estos factores, conjugados con una pluviosidad muy baja, carencia de humedad y abundante luminosidad, facilitan la obtención de producciones de alta calidad.

2.2. Descripción general de la familia Cerambycidae

La familia Cerambycidae es una de las más extensas dentro del orden Coleoptera, con más de 25.000 especies repartidas por casi todas las regiones del mundo, a excepción de las zonas ártica y antártica, aunque aparecen de forma considerablemente más abundante en las regiones tropicales o subtropicales del globo. El género más numeroso de esta familia es *Glenea* con origen en África Tropical y más de 600 especies identificadas. En el otro extremo están los más de 1.000 géneros monotípicos que suponen un 44 % del total de géneros de la familia. La mayoría de los géneros son pequeños en número, con una media de 4 a 7 especies (LINSLEY, 1959).

La familia Cerambycidae está incluida dentro del suborden Polyphaga, junto con las familias Chrysomelidae, Megalopodidae y Orsodacnidae. A nivel mundial engloba trece subfamilias, de las que siete están representadas en la fauna ibero-balear: Prioninae, Cerambycinae, Spondylidinae, Necydalinae, Lepturinae, Vesperinae y Lamiinae.

En la Península Ibérica la composición de los cerambicidos es bastante heterogénea. Comprende 45 tribus, con 261 espe-

cies que pertenecen a 107 géneros, la mayoría de ellos representados tan solo por una especie (VIVES, 2001). Esto es consecuencia de que la familia Cerambycidae es esencialmente tropical y, por tanto, los representantes europeos son, mayoritariamente, especies relictas de etapas geológicas más calurosas.

En la Fauna Ibérica se distinguen 6 grupos de especies según su distribución (VIVES, 2000):

- a) *Especies boreal – árticas*; son especies generalmente dependientes de coníferas de montaña, ligados a los grandes sistemas montañosos.
- b) *Especies centroeuropeas o eurosiberianas*, que viven en hábitats de zonas húmedas peninsulares.
- c) *Especies mediterráneas*, distribuidas por casi toda la Península.
- d) *Especies bético – rifeñas*; del sur de la Península y de la región murciano – alicantina.
- e) *Especies cosmopolitas*; importadas o aclimatadas.
- f) *Endemismos ibéricos*; formados por 55 especies propias de la Península Ibérica e Islas Baleares.

En cuanto a la morfología de esta familia, se caracteriza por la gran variedad de sus formas, tamaños y coloraciones. Incluye desde especies como *Titanus giganteus* (Linnaeus, 1771), de 200 mm de longi-

tud, hasta pequeñas especies de Parmenini australianas que apenas alcanzan los 2 mm de longitud.

Todos sus representantes mantienen una unidad estructural característica (VIVES, 2001). Los adultos poseen antenas largas y finas, protórax grande, globuloso o aplanado; élitros alargados, planos o convexos y patas bien desarrolladas. La mayoría posee alas posteriores voladoras y suelen tener toda la superficie del cuerpo cubierta por algún tipo de pubescencia. Las larvas son del tipo cucujoidea, alargadas y casi cilíndricas con coloración amarillenta. La cabeza es muy robusta y fuertemente esclerotizada. Las pupas tienen un aspecto muy similar al de los imagos, excepto en que los apéndices se encuentran recogidos dentro del estuche pupal. Los huevos son generalmente de forma alargada, con superficie que puede ser lisa o rugosa y coloración variable, desde blancos a amarillentos hasta anaranjados.

En lo que respecta a la biología, todas las especies son fitófagas, mayoritariamente xilófagas. Las larvas se alimentan de madera muerta o enferma, algunas especies viven en el interior de los tallos de plantas herbáceas o incluso entre los rizomas y fascículos radicales de diversas plantas. Muy pocas especies ibéricas pueden vivir sobre madera viva; algunas excepciones son *Trichoferus fasciculatus* (Faldeman, 1837) según SORIA Y VIVES (1995) y la especie objeto de la presente tesis, *X. arvicola*, que puede alimentarse de madera viva de vid.

VIVES (2001) señala dos grandes grupos de especies xilófagas, las que pueden ata-

car plantas resinosas como las coníferas y cupresáceas, y las que pueden atacar la madera de los caducifolios no resinosos. Es muy raro que una misma especie pueda alimentarse de ambos fitohuéspedes.

Los adultos tienen una vida corta, la mayoría en función del tiempo necesario para el apareamiento y la puesta. Muy pocas especies pueden invernar y volver a reproducirse la temporada siguiente, como es el caso de *Pogonocherus* sp. y *Parmena* sp.

2.3. Revisión del género *Xylotrechus* en Europa

La posición taxonómica del género *Xylotrechus* es la siguiente:

ORDEN	Coleoptera
SUBORDEN	Polyphaga
SUPERFAMILIA	Chrysomeloidea
FAMILIA	Cerambycidae
SUBFAMILIA	Cerambycinae
TRIBU	Clytini
GÉNERO	<i>Xylotrechus</i> Chevrolat, 1860

Consultando las revisiones de escarabajos longicornios de Europa hechas por BENSE (1995), ALTHOFF y DANILEVSKY (1997) y SAMA (2002) existen seis especies que pertenecen al género *Xylotrechus*:

- *X. arvicola* (Olivier, 1795).
- *X. antilope* (Schönherr, 1817)
- *X. pantherinus* (Savenius, 1825)
- *X. ibex* (Gebler, 1825)
- *X. capricornis* (Gebler, 1830)
- *X. stebbingi* (Gahan, 1906)

Estos autores también citan a *X. rusticus* como perteneciente a este género, pero preferimos aceptar la clasificación hecha por VIVES (1984) en la que se incluye a esta especie en el género *Rusticoclytus* Vives, 1977, siendo por tanto el nombre de este insecto *Rusticoclytus rusticus* (Linnaeus, 1758).

El conocimiento de las especies del género *Xylotrechus* presentes en Europa se limita casi exclusivamente a la descripción de la morfología imaginal y, en algunos casos también larvaria, y a su distribución geográfica, siendo muy escasos los estudios acerca de su ciclo biológico, descripción del resto de estados inmaduros, aspectos etológicos, etc.

Según VILLIERS (1978) las características generales de los adultos de este género son: la cabeza es vertical o subvertical con la frente surcada por una cresta en forma de V. Las antenas son cortas, espaciándose ligeramente de la base a la punta, los artejos medios nunca aparecen dentados. El pronoto es globuloso, transverso, ligeramente redondo. Los élitros se muestran estrechados hacia atrás, con el ápice ampliamente truncado y el ángulo externo casi siempre espinoso. Las patas son largas, con los fémures comprimidos. Es un género típicamente holártico.

A continuación aparece una pequeña descripción de cada una de estas especies, salvo la que es objeto de la presente tesis, que se describirá ampliamente a lo largo de todo el documento.

2.3.1. *Xylotrechus antilope* (Schönherr, 1817)

El imago de *X. antilope* aparece en la Figura 2.2. Según ALTHOFF y DANILEVSKY (1997) existen dos subespecies:

- *ssp. antilope* (Schönherr, 1817), cuya distribución geográfica se muestra en la Figura 2.3 (los países pintados de lila son aquellos en los que está citado este insecto).
- *ssp. sekera* (Paulian, 1986), que únicamente aparece en Córcega (Francia).



Photo © M. Hoskovec

Figura 2.2. Imago de *X. antilope ssp. antilope*

Los adultos tienen una longitud de 6-12 mm. La coloración es pardo oscura, casi negra. El protórax, los élitros y la parte inferior del cuerpo están provistas de bandas de pubescencia amarilla. Las antenas y las patas son rojizas. Posee cuatro pequeñas manchas de tomento amarillo situadas en

cada uno de los cuatro ángulos del pronoto. Los élitros son cortos y estrechados en su parte posterior. La banda basal en esta especie es claramente oblicua. Su larva vive preferentemente sobre *Quercus*, pero se ha citado también sobre *Fagus*.



Figura 2.3. Distribución geográfica de *X. antilope ssp. antilope* (en color lila)

Posee numerosas variedades descritas según la distribución de las bandas elitales. Así, VILLIERS (1978), en su Fauna de Coleópteros de Francia, señala las siguientes variedades: *var. anticeconjunctus* Sekera, *var. bipunctellus* Sekera, *var. fasciatus* Sekera, *var. apiceniger* Sekera, *var. celerrimus* Slama, *var. trepidatus* Slama, *var. agilis* Slama, *var. obliquefasciatus* Pic y *var. hanzliki* Heyrovsky.

2.3.2. *Xylotrechus pantherinus* (Savenius, 1825)

La distribución geográfica europea de *X. pantherinus* aparece en la Figura 2.5, de color gris claro.

El adulto (Figura 2.4) tiene una longitud de 10 a 20 mm, el cuerpo es negro o ma-

rrón oscuro con manchas blanquecinas y franjas transversas aparte de una pubescencia irregular de fondo.

Se desarrolla sobre sauce (*Salix caprea*). Las larvas infestan troncos de árboles vivos o recién muertos.

2.3.3. *Xylotrechus ibex* (Gebler, 1825)

Los adultos (Figura 2.6) tienen una longitud de 8,5 a 17 mm. La cabeza, el pronoto, las patas y las antenas son negras. Élitros negros con un dibujo de bandas transversas blanco o amarillento. Su distribución geográfica aparece en la Figura 2.7.

Se desarrolla especialmente en *Betula*, pero también en *Ulmus*, *Carpinus* y *Alnus*. Las larvas se alimentan debajo de la corteza de brazos y troncos muertos.



Photo © M. Hoskovec

Figura 2.4. Imago de *X. pantherinus*



Photo © M. Hoskovec

Figura 2.6. Imago de *X. ibex*



Figura 2.5. Distribución geográfica de *X. pantherinus* (en color gris claro)



Figura 2.7. Distribución geográfica de *X. ibex* (en color negro)

2.3.4. *Xylotrechus capricornis* (Gebler, 1830)

Esta especie, que pasa su estado larvario sobre abedul (*Betula verrucosa*), se distribuye exclusivamente por los países del este, como se puede observar en la Figura 2.9. Los adultos (Figura 2.8) tienen una longitud de 9 a 14 mm. La cabeza, las patas y las antenas son negras. El pronoto también es negro y frecuentemente presenta dos manchas pálidas con forma de discos. Los élitros son negros con un dibujo de bandas transversas blanco o amarillento. Las antenas son muy cortas.



Photo © M. Hoskovec

Figura 2.8. Imago de *X. capricornis*



Figura 2.9. Distribución geográfica de *X. capricornis* (en color gris)

2.3.5. *Xylotrechus stebbingi* (Gahan, 1906)

Especie de reciente introducción en Europa, originaria de la India y del Tibet. Los adultos (Figura 2.10) tienen una longitud de 12-23 mm. Las larvas son polífagas de árboles caducifolios, entre ellos *Morus alba* L. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 2.11 (SAMA y COCQUEMPOT, 1995 y GOUJET y RAHOLA, 2004).

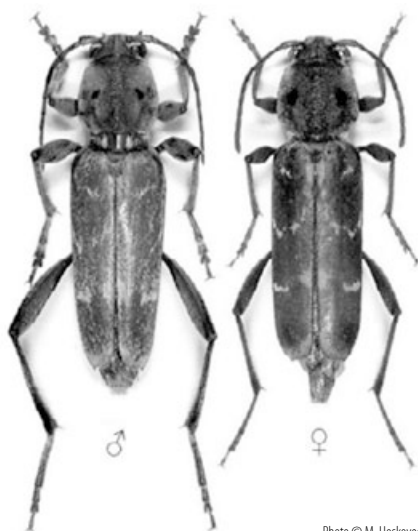


Photo © M. Hoskovec

Figura 2.10. Imagos de *X. stebbingi*



Figura 2.11. Distribución geográfica de *X. stebbingi* (en color lila)

2.4. Otras especies del género *Xylotrechus* de importancia en plantas cultivadas en el mundo

Haciendo una revisión mundial de las especies del género *Xylotrechus* que tienen importancia en plantas cultivadas se han encontrado las siguientes, que se ordenan por importancia como plaga, para después pasar a hacer una breve descripción de cada una de ellas.

Estas son:

- *X. quadripes* (Chevrolat, 1863)
- *X. pyrrhoderus* (Bates, 1873)
- *X. chinensis* (Chevrolat, 1852)
- *X. villioni* (Villard, 1892)

2.4.1. *Xylotrechus quadripes* (Chevrolat, 1863)

Es la plaga más importante de las plantaciones comerciales de café arábica en Asia (India, Sri Lanka, China, Vietnam y Tailandia) (DUFFY, 1968; VISITPANITCH, 1992; KUANG *et al.*, 1997) y el sur de África (Zimbabwe y Malawi), (CABI, 2005). En la India se conoce desde 1867 (VENKATESHA, 1999).

Los daños económicos que produce son importantes. En el sur de la India supone unas pérdidas anuales de 8-10 millones de dólares, al tener que arrancar una media de una planta de café por hectárea y año (CABI, 2005).

Las hembras de *X. quadripes* muestran una preferencia por realizar la puesta de

huevos en plantas expuestas a la luz del sol, depositando estos en las rendijas, hendiduras y debajo de la corteza tanto del tronco como de los brazos de la planta de café.

Los daños los causan las larvas, que se alimentan de la madera del café, haciendo galerías en todas las direcciones e incluso en las raíces. Las plantas infestadas tienen hojas amarillas y marchitas. Se pueden observar los desechos de serrín arrojados por las larvas y los orificios circulares de emergencia de los adultos. Estos se encuentran en los tallos principales en un 84 % y en las raíces en un 16 % (VISITPANICH, 1994a).

El ataque suele causar la muerte de cafetales jóvenes, de 1 ó 2 años. Las plantas de a partir de 3 ó 4 años no necesariamente mueren pero, en cualquier caso, el rendimiento siempre disminuye al tener las plantas menos vigor (THANOMTHIN, 1988; VISITPANICH, 1989).

Las estrategias de control actuales son generalmente poco efectivas o cuentan con aplicaciones químicas no deseables. Entre los métodos de control cultural se citan:

- Mantenimiento de un cinturón de refugio que dé sombra óptima a los arbustos de café.
- Localización de plantas infestadas, por medio de síntomas externos, para posteriormente arrancarlas y quemarlas.
- Descortezado del tronco principal y los brazos primarios de las plantas, evitando daños en el tronco que pue-

dan matar a la planta de café o facilitar la entrada de patógenos. De este modo se disminuye la puesta de huevos, al no encontrar las hembras grietas o hendiduras donde depositarlos.

En cuanto al control químico se suelen realizar tratamientos de los tallos y brazos primarios con los únicos insecticidas efectivos, el BHC (hexacloruro de benceno), que en la actualidad está prohibido en la India, o con Lindano, con los objetivos de repeler la puesta de huevos de los adultos y matar los huevos y las larvas neonatas.

En lo que respecta al control biológico, LE PELLEY (1968) citó que había muchos parasitoides de larvas de *X. quadripes* pertenecientes a las familias Bethyridae, Braconidae, Eurytomidae, Evaniidae e Ichneumonidae en Vietman. RAO *et al.* (1971) realizaron la cría y suelta en plantaciones de café de Vietman de *Doryctes strioliger* Kieffer, *Sclerodermus domesticus* Kieffer y *Pristaulacus nigripes* Kieffer, sin mucho éxito. VISITPANICH (1994b) citó tres especies de himenópteros parasitoides para los perforadores de los cafetales de Tailandia: *Pristaulacus sp.*, *Diastephanus sp.* y un ichneumonídeo perteneciente a la tribu Mesostenini subfamilia Phygadenontinae, encontrando que únicamente el primero de estos podía tener cierto interés en el control biológico de poblaciones de *X. quadripes*, al tener una tasa de parasitismo de 18 – 35 %.

En la actualidad se está investigando en el control utilizando feromonas para monitorización o trampeo masivo, que en el caso de esta especie es producida por el

macho para atraer a la hembra. La feromona de *X. quadripes* ha sido identificada por HALL *et al.* (1998) como una mezcla de (2S) – 2 hidroxí – 3 decanona, en mayor proporción, y 3 – hidroxí – 2 decanona, en menor.

2.4.2. *Xylotrechus pyrrhoderus* (Bates, 1873)

Constituye una plaga del viñedo en China. Aunque es muy difícil encontrar estudios biológicos sobre esta especie, dado que la bibliografía existente se encuentra casi exclusivamente en idioma chino, sí son muchos los trabajos que se han realizado en lo que respecta a las feromonas, producidas también en este caso por los machos para atraer a las hembras. SAKAI *et al.* (1984) identificaron los componentes mayoritarios de la feromona masculina como una mezcla de (2S, 3S) – octadienol (S, S-diol) y (2S) – hidroxí – 3 octanona (S-ketol). Posteriormente IWA-BUCHI (1982, 1985, 1986, 1987, 1988a y 1988b) realizó una gran cantidad de trabajos encaminados al estudio del comportamiento de cópula, la fecundidad, fertilidad, longevidad, etc, de los individuos de esta especie.

2.4.3. *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat, 1852)

Es una de las plagas más importantes de las moreras en Japón. Los adultos emergen de julio a agosto. Al igual que el resto de los individuos de este género citados hasta ahora, la feromona sexual la produce el macho para atraer a las hembras. Se ha estudiado mucho la feromona de esta especie, habiendo sido finalmente aisla-

da como una mezcla de 2,3 octadienol, 2 – hidroxi – 3 octanona y 3 hidroxi – 2 octanona (KUWAHARA *et al.*, 1987).

2.4.4. *Xylotrechus villioni*
(Villard, 1892)

Es un escarabajo endémico de Japón que ataca a coníferas vivas de los géneros *Abies* y *Picea*. El adulto tiene una longitud de 20 – 26 mm en machos y 25- 30 mm en hembras. Vuelan de julio a agosto (IWATA, 1991). Las larvas realizan unas galerías muy peculiares: primero son rectas o ligeramente sinuosas, realizadas por larvas inmaduras, y luego tienen forma de remolino, parece ser que como una protección contra las exudaciones de resina (IWATA, 1997). Estos remolinos los realizan las larvas ya maduras y pueden tener sentido de las agujas del reloj o contrario, indistintamente. Esta especie presenta una gran mortalidad larval y la población de larvas por árbol es muy pequeña.

No se han realizado estudios de control químico ni biológico ni se ha aislado la feromona de esta especie.

2.5. La vid

La vid es un arbusto, sarmentoso y trepador, que se fija a tutores naturales o artificiales mediante órganos de que va provista.

2.5.1. Ubicación sistemática

Su posición taxonómica es la siguiente:

AGRUPACIÓN	Cormofitas
TIPO	Fanerógamas
SUBTIPO	Angiospermas
CLASE	Dicotiledóneas
SUBCLASE	Dialipétalas
ORDEN	Ramnales
FAMILIA	Vitáceas
GÉNERO	Vitis

Dentro del género *Vitis* existen distintas ordenaciones en especies. La clasificación más moderna es la realizada por GALET en 1967 en la que divide al género en dos secciones:

- Sección Muscadinea, de 40 cromosomas, zarcillos simples, corteza adherente y nudos sin diafragma.
- Sección Vitis, de 38 cromosomas, zarcillos bifurcados, corteza exfoliable y nudos con diafragma. Dentro de esta Sección existen 11 series divididas según la morfología externa de las especies, velloso, tipo de hoja y origen, encontrándose la *Vitis vinifera* en la Sección 11, Viniferae.

Según GALET (1998) se cultivan en el mundo más de 5.000 variedades de *Vitis vinifera*. España es el país del mundo con mayor extensión de viñedo, 1.202.267 ha en el año 2001 según el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

A continuación aparecen las características de las variedades que hemos elegido para realizar el estudio, que son las más importantes o significativas de las zonas en las que hemos trabajado.

2.5.2. Características generales de las variedades estudiadas

Para realizar los muestreos de campo y los trabajos de laboratorio hemos utilizado las variedades más importantes de cada Denominación de Origen (Tabla 2.1). A continuación aparecen las características más importantes de cada una de estas variedades, acompañadas de una breve Ficha ampelográfica y agronómica, según estudios de GALET (1998), LEAL (2000) y CHOMÉ *et al.*, (2003).

Tabla 2.1. VARIEDADES ESTUDIADAS EN CADA DENOMINACIÓN DE ORIGEN

DD.OO.	VARIEDADES
BIERZO	Mencía
CIGALES	Garnacha y Tempranillo
RIBERA DEL DUERO	Tinta del País y Cabernet Sauvignon
RUEDA	Viura, Verdejo y Tinta de País
TORO	Tinta de Toro

2.5.2.1. Mencía

Mencía es la variedad principal de la Denominación de Origen Bierzo. En esta comarca recibe también el nombre de Negra, mientras que en otras regiones de España se la conoce como Negra Común y Tinto Común.

Es una variedad autóctona de esta zona vitícola, por lo que es frecuente encontrarla en las plantaciones tradicionales (formación en vaso, marcos de 1,6 x 1,6 m, etc), pero debido a que presenta buenas características también se sigue utilizando en los viñedos de nueva implantación.

Se caracteriza por dotar a los vinos jóvenes de un paladar aterciopelado y de

aromas afrutados, dando vinos armoniosos y bien estructurados. Aporta una alta graduación alcohólica a los vinos tintos, de hasta 14°C. Esta variedad también se utiliza para elaboración de vinos rosados, aunque de menor renombre.

Ficha ampelográfica

HOJA: Es de tamaño pequeño, cuneiforme, con el seno peciolar abierto y con cinco lóbulos. El envés es glabro con los nervios poco velludos. El peciolo es glabro.

RACIMOS: El tamaño es grande y es un racimo suelto.

BAYAS: Tienen forma elíptica corta. El color es azul negro. Tienen un tamaño medio.

OTROS DATOS DE INTERÉS: El color de los pámpanos es en su mayoría verde, aunque hay algunos que tienen rayas rojas.

Ficha agronómica

Variedad de porte erguido, poco productiva. Se realiza poda corta. Es sensible al viento, al mildiu, oídio, excoriosis y botrytis (CHOMÉ *et al.*, 2003). El rendimiento medio es de 2,5 kg/cepa.

2.5.2.2. Garnacha

La variedad típica de la D.O. Cigales es la Garnacha tinta, que ocupa casi el 30 % de la superficie vitícola de esta zona.

Se cree que esta variedad es originaria de España, posiblemente de Aragón, pero se ha extendido por todo el mundo. Recibe nombres como Aragonés, Tinta de Navalcarnero, Tinto de Valdepeñas, Toledana, Navarra, Garnatxa y Llenoder

en España. En Francia se la conoce como Grenache, Alicante, Rousillon, Carignan rouge, etc. Los sinónimos más empleados en Italia son Cannonno, Giró y Girone de Spagna (LEAL, 2000).

La variedad Garnacha tinta aporta al vino fresca, finura, suavidad, color, riqueza en extracto y un alto grado alcohólico. Cuando el vino es joven le otorga fructuosidad. Tiene la particularidad de envejecer muy rápidamente y al oxidarse su color se torna en ambarino, comunicando a los rosados el color típico de la zona.

Ficha ampelográfica

HOJA: Es casi totalmente entera, los senos son simples escotaduras. Tiene forma cuneiforme. El haz tiene un color verde claro y brillante y el envés es glabro.

RACIMOS: Son alados, de tamaño medio, no muy compactos y de forma troncocónica.

BAYAS: Son esféricas, de tamaño medio y de color negro con tonos rojizos. La longitud de la pepita es corta.

OTROS DATOS DE INTERÉS: Los pámpanos son verdes sin vello.

Ficha agronómica

Planta muy vigorosa, de porte erguido. Tiene una fertilidad elevada y es muy resistente a la sequía. Es sensible al mildiu, a la botrytis y al corrimiento de racimo (CHOMÉ *et al.*, 2003). Tiene un rendimiento medio de aproximadamente 4,5 kg/cepa.

2.5.2.3. Tempranillo, Tinta de Toro, Tinta del País

Según CHOMÉ *et al.* (2003), las variedades Tempranillo, Tinta de Toro y Tinta del País son sinonimias.

A pesar de ello, el cultivo de la variedad Tempranillo en distintas comarcas vitícolas (con diferentes condiciones climáticas y edáficas), con el paso de los siglos ha dado lugar a la aparición de diversas subvariedades. Las más importantes son: Tinta del País o Tinto Fino (Ribera del Duero, Cigales, Tierra del Vino de Zamora, Ribera del Arlanza, Sierra de Salamanca y Valtiendas), Ull de Llebre (Cataluña), Cencibel (Castilla La Mancha, Madrid y Extremadura) y Tinta de Toro (D.O. Toro). Los sinónimos más usados son: Aragonés, Argando, Coregón, Tencibez, Palomino bravío y Verdiell.

Esta variedad se encuentra tanto en viñedos tradicionales (formación en vaso) como en plantaciones actuales (formación en espaldera).

Se utiliza para la elaboración de vinos rosados y tintos. En estos últimos aporta un color guinda brillante, con importantes ribetes azulados o púrpuras y una amplia gama de aromas frutales silvestres.

Ficha ampelográfica

HOJA: es grande, pentagonal, con los lóbulos del seno peciolar superpuestos y el seno peciolar cerrado. El envés es muy arañoso y con nervios velludos.

RACIMOS: De tamaño medio y compactos.

BAYAS: Son ligeramente aplastadas, de difícil separación del peciolo, de tamaño medio y de color negro, algo azuladas.

OTROS DATOS DE INTERÉS: Los pámpanos son verdes con rayas rojas con una densidad pilosa muy baja.

Ficha agronómica

Es una variedad de ciclo corto y porte erguido. Es sensible al viento y a la sequía extrema, además de al oídio y medianamente sensible a la excoriosis (CHOMÉ *et al.*, 2003). Tiene un rendimiento medio de aproximadamente 1,5 a 2,7 kg/cepa.

2.5.2.4. Cabernet Sauvignon

De origen francés, zona bordelesa, esta variedad está difundida en las zonas templadas y calientes de todo el mundo, mejor en zonas secas o bien ventiladas, en el norte prefiere zonas bien expuestas al sol en colinas y suelos ligeros sobretodo en los valles. Los sinónimos más utilizados son: Petit Bouchet, Bouchet-Sauvignon, Bouchet, Carbouet y Marchoupet en Francia, Kaberne-sovinjon, Lafit y Lafet en Rusia y Bulgaria y Burdeos Tinto en España (GALET, 1998).

De color intenso y cubierto, desarrolla una gran gama de aromas florales, frutales y vegetales. Estos aromas pueden hacerse más complejos con la crianza. No acepta suelos excesivamente fértiles y húmedos que inducen a gran vigor y dificultades de lignificación.

Ficha ampelográfica

HOJA: es grande, pentagonal, con los lóbulos del seno peciolar superpuestos y el seno peciolar cerrado. El envés es muy arañoso y con nervios velludos.

RACIMOS: De tamaño medio y compactos.

BAYAS: Son ligeramente aplastadas, de difícil separación del peciolo, de tamaño medio y de color negro, algo azuladas.

OTROS DATOS DE INTERÉS: Los pámpanos son verdes con rayas rojas con una densidad pilosa muy baja.

Ficha agronómica

Es una variedad vigorosa, con numerosas ramificaciones. Muy sensible al oídio, eutipiosis y yesca y sensibilidad media a la botrytis (CHOMÉ *et al.*, 2003). Su rendimiento medio se sitúa en 1,5 a 2,7 kg/cepa.

2.5.2.5. Viura

Variedad de origen español, probablemente catalana o valenciana, también está presente en otros países, tales como Francia, Italia y EEUU (California). Sinónimos de esta variedad son Macabeu, Macabeo, Malvoisie, Perpignan, Lardot, Alcañón, Blanca de Daroca, Lloza, Subirats y Charas blanc (GALET, 1995).

Produce vinos de calidad, afrutados, ligeros, equilibrados y de aroma muy fino y elegante. De graduación alcohólica media (10-11°). Se utiliza para la elaboración de vinos blancos finos secos de mesa y es una de las variedades con que se produce el cava.

Ficha ampelográfica

HOJA: Tamaño grande, forma pentagonal, senos laterales marcados de forma media, haz arañoso de color verde pálido y envés muy algodonoso.

RACIMOS: Tamaño mediano, muy compacto, forma cónica larga.

BAYAS: Tamaño mediano, forma esférica y color amarillo y, en zonas soleadas, pardo.

OTROS DATOS DE INTERÉS: La sumidad es muy vellosa. En hojas adultas a veces poseen un diente en la base de los senos laterales.

Ficha agronómica

Variedad productiva, de porte erguido, cuyos sarmientos se desprenden fácilmente bajo la acción del viento. Fertilidad entre buena y media. Bastante sensible a ácaros y oídio y muy sensible a podredumbre gris y necrosis bacteriana. Poco sensible al mildiu (CHOMÉ *et al.*, 2003). Su rendimiento medio es de 3,7 a 4,2 kg/cepa.

2.5.2.6. Verdejo

La variedad Verdejo es autóctona de Castilla y León, y más concretamente de Valladolid, donde el 70 % de su superficie se haya ocupada por dicha variedad, aunque se halla presente en toda la geografía nacional. Entre los sinónimos que tiene citamos Verdejo blanco, Verdeja, Uva Verdeja y Cepa de Madrigal (LEAL, 2000).

Da lugar a vinos jóvenes de alta calidad, muy aromáticos, con cuerpo afrutado y suave, que con la crianza originan vinos

de tonalidad dorada intensa. La graduación alcohólica que aporta a los vinos jóvenes es de 11-12°C mientras que a los vinos de crianza es de 13 a 15°C. Con esta variedad también se elaboran vinos espumosos a los que dota de gran calidad y tipicidad.

Ficha ampelográfica

HOJA: En la joven, su pigmentación antocianica es fuerte. Sus hojas son orbiculares, de tamaño pequeño y con el seno peciolar abierto. El haz tiene un color verde oscuro, mientras que el envés es más claro y glabro o muy ligeramente algodonoso en algunos puntos. Los nervios presentan también algo de vellosidad. El peciolo es glabro con algún pelillo arañoso.

RACIMOS: Son pequeños y tienen tendencia a adherirse al sarmiento.

BAYAS: Son de color verde pistacho. Las uvas se separan fácilmente del pedicelo y su forma es elíptica corta. Son de tamaño medio.

Ficha agronómica

Planta poco vigorosa, de porte horizontal. Fertilidad baja. Producción media con racimos pequeños. Precisa podas largas para obtener producciones aceptables. Es muy sensible al oídio (CHOMÉ *et al.*, 2003). Su rendimiento medio es de aproximadamente 2 kg/cepa.



Capítulo 3: Descripción morfológica de los estados de desarrollo de *X. arvicola*



ita^{cyL}

Capítulo 3:

Descripción morfológica de los estados de desarrollo de *X. arvicola*

3.1. Introducción

La descripción morfológica de los estados de desarrollo de un insecto es fundamental para el estudio detallado de su ciclo biológico.

Los adultos de la familia Cerambycidae, ya sea por sus vistosos colores, por sus largas antenas o por su tamaño, han sido descritos por multitud de autores. En cuanto a las larvas, también han sido objeto de estudio por muchos autores, destacando las aportaciones hechas por DUFFY (1953, 1957, 1963 y 1968) y SVÁCHA y DANIELEVSKY (1987, 1988 y 1989) en sus trabajos sobre las larvas de cerambícidos de Europa y la Unión Soviética. Los huevos son, en general, poco conocidos. DUFFY (1949) señala que su morfología es variable incluso dentro de una misma especie. En la Península Ibérica, HERNÁNDEZ, (1990 y 1991) ha estudiado los caracteres del huevo de diversos Cerambycidae ibéricos y su interés taxonómico.

En cuanto a los sistemas genitales de machos y hembras, han sido estudiados por muy pocos autores, sobre todo los femeninos, resaltando entre ellos los trabajos preliminares de TANNER (1927); ZIA (1936); IUGA y ROSCA (1962); VI-

LLIERS (1978); HERNÁNDEZ (1992 y 1993); HERNÁNDEZ y ORTUÑO (1992 y 1997) y BAHILLO e ITURRONDOBEITIA, (1996a y 1996b).

Los análisis morfológicos y biométricos de adultos han sido casi siempre empleados para estudios taxonómicos de géneros de gran variabilidad fenotípica y un complejo sistema de descripciones y sinonimias. Tal es el caso de géneros como *Iberodorcadion* que ha sido estudiado por muchos autores como HERNÁNDEZ (1996), BAHILLO (1997 y 1999), GONZÁLEZ *et al.* (2001), o VERDUGO (2003) entre otros.

En lo que respecta al género *Xylotrechus*, abundan las descripciones generales de los estados adultos y de las larvas, habiendo encontrado muy poca bibliografía sobre estudios más detallados de morfometría o genitalias, destacando los estudios de MAKIHARA (1979) y DAUBER (1995 y 2003), en los que aportan algunos datos sobre el aparato reproductor masculino y los últimos segmentos abdominales de las hembras de algunas especies de este género en Okinawa, Laos y Sumatra y Borneo respectivamente.

De la descripción de los estados de desarrollo de *X. arvicola* son conocidos los

imagos (PLANET (1924); VILLIERS (1978); BENSE (1995); VIVES (1984, 2000 y 2001); CALVO (2004); VERDUGO (2004), etc), las larvas, que fueron estudiadas por SVÁCHA y DANIELEVSKY, 1987 y el huevo, en cuyo estudio preliminar hemos trabajado (PELÁEZ *et al.*, 2002). Sin embargo, el resto de estadíos no han sido descritos por ningún autor y algunos de los que ya han sido determinados requerirían un estudio más detallado. Por todo ello, abordamos los siguientes objetivos parciales:

1. Descripción completa del huevo de *X. arvicola*.
2. Caracterización de la larva neonata y la adulta, incluyendo estudio del sistema traqueal y del complejo maxilo facial.
3. Caracterización de la pupa.
4. Estudio biométrico y fenotípico de los adultos.
5. Descripción de las genitalias masculina y femenina.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Procedimientos generales

Para este estudio se emplearon los siguientes individuos:

- Los huevos fueron obtenidos a partir de puestas realizadas en el campo y en laboratorio. También se obtuvieron por disección de hembras grávidas, siguiendo la metodología propuesta por HERNÁNDEZ (1990).

- Las larvas y pupas se obtuvieron de trozos de madera de vid traída de campo y del desarrollo de los huevos puestos en laboratorio.
- Los adultos fueron obtenidos directamente en campo y en laboratorio a partir de las larvas y pupas que se desarrollaban en condiciones controladas.

3.2.2. Huevos

Una vez que la hembra hacía la puesta, ya fuese en campo o en laboratorio, los huevos eran recogidos mediante un pincel y colocados en pequeños recipientes con alcohol al 70% y unas gotas de glicerina hasta el momento de su estudio.

Fueron examinados un total de 100 huevos. Para realizar las mediciones se ha utilizado un microscopio estereoscópico provisto de cámara clara. Los huevos se montaban en portaobjetos excavados con glicerina al 50 %, siendo devueltos al líquido conservador después de las mediciones. Para todos los huevos se midió la longitud total y la anchura máxima, y se calculó el índice longitud / anchura, ya que algunos autores (HOWARD y KISTNER, 1978; LUFF, 1981, HERNÁNDEZ, 1991) consideran que puede ser significativo para la separación de especies.

El montaje para el estudio de las estructuras coriónicas y la región polar se realizó cortando el huevo en cuatro partes y montándolo posteriormente con DMHF (dimetil hidantoína formaldehído) (HERNÁNDEZ, 1990). Las fotografías se realizaron mediante una cámara PRESENTCO

CCD 3630V con adaptador para microscopio y conectada a una tarjeta digitalizadora ASUS AGP 3400 TNT para PC. También se realizaron fotografías en un microscopio electrónico de barrido JEOL JM-6400 provisto de microsonda electrónica de 40 Kv. Previamente, las muestras fueron sometidas a evaporación mediante proceso de punto crítico con CO₂ y metalizadas con oro. Todo el proceso se realizó en el Centro de Microscopia Electrónica "Luis Bru", de la Universidad Complutense de Madrid.

3.2.3. Larvas

Tras la eclosión de los huevos, las larvas neonatas se recogieron mediante un pincel humedecido en agua destilada y se colocaron en papel de filtro para su observación a la lupa. Se miraron un total de 30 larvas neonatas. Utilizando un microscopio provisto de micrómetro se midieron los siguientes parámetros: longitud total, anchura máxima del protórax y anchura máxima de la cápsula cefálica. Posteriormente, las larvas se guardaban en tubos con líquido de Scheerpeltz (60 % alcohol de 96°, 39 % agua destilada, 0,5 % ácido acético y 0,5 % de glicerina).

Las larvas maduras también fueron conservadas en líquido de Scheerpeltz hasta el momento de su estudio.

Para el montaje de las piezas bucales se procedió de la siguiente forma: se saca la larva del líquido conservador y se disecciona realizando un corte ventral y otro dorsal en el protórax con el objeto

de liberar la cabeza. A continuación, se secciona la gula longitudinalmente, para facilitar la extracción del aparato bucal. El clípeo y el labro quedarán unidos a la cápsula cefálica, mientras que todo el complejo maxilolabial se queda junto, en una pieza. Las mandíbulas suelen quedar también unidas a la cabeza, pero se separan fácilmente. Los montajes se han realizado en un porta excavado con DMHF (Dimetil hidantoína formaldehído).

Las antenas se montaron también en portaobjetos excavados.

Los dibujos fueron realizados con un microscopio LEYCA DMLB y una lupa LEYCA MZ6, provistos ambos de cámara clara. Las fotos se realizaron con una cámara OLYMPUS C-3030 adaptada a la lupa y con una cámara MOTIC 480 adaptada al microscopio.

3.2.4. Pupas

Las pupas también fueron guardadas en líquido de Scheerpeltz hasta el momento de su estudio. Se realizó un estudio descriptivo y biométrico. Para este último se utilizaron un total de 34 pupas, a las que se les midió la longitud total y se pesó en una báscula de precisión marca SARTORIUS modelo E2000D. Igualmente los dibujos y medidas fueron realizados con un microscopio LEYCA DMLB y una lupa LEYCA MZ6, provistos ambos de cámara clara. Las fotos se realizaron con una cámara OLYMPUS C-3030 adaptada a la lupa.

3.2.5. Adultos

Para el estudio biométrico se tomaron un total de 60 individuos procedentes de capturas en campo en viñedos del Término Municipal de Rueda: 30 machos y 30 hembras. Una vez sexados los individuos para comprobar y corroborar su sexo, se han medido las variables y realizado las relaciones entre las mismas definidas por BAHILLO (1997 y 1999). Estas variables estudiadas aparecen dibujadas en Figura 3.1. y han sido: longitud de pronoto en su línea media longitudinal (LP), anchura máxima del pronoto (AP), longitud máxima de élitros (LE), anchura máxima conjunta de los élitros (AE), longitud total (LT) y longitud de las antenas (LA).

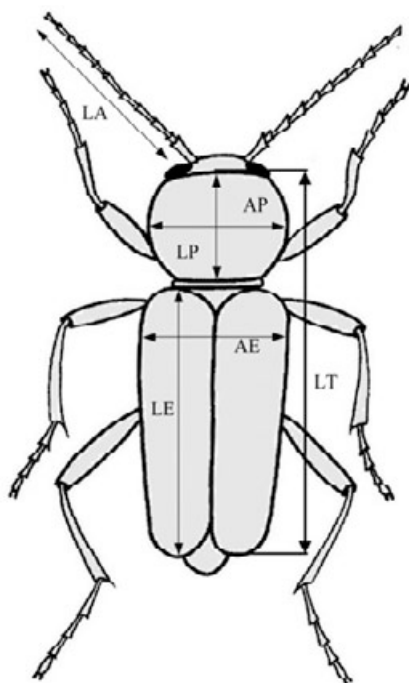


Figura 3.1. Esquema de un adulto de *X. arvicola* y parámetros medidos

Para el estudio fenotípico se estudiaron ejemplares típicos de la especie, así como aquellos ejemplares en los que se encontró alguna variabilidad, casi siempre referida a la coloración de las bandas del pronoto y de los élitros.

Las mediciones fueron realizadas con una lupa LEYCA MZ6, provista de cámara clara. Las fotos se realizaron con una cámara OLYMPUS C-3030, adaptada a la lupa.

3.2.5.1. Genitalias

La metodología de preparación del material para el estudio de las genitalias masculina y femenina es la siguiente: en primer lugar, si los ejemplares están secos se reblandecen durante 72 h en una cámara húmeda. A continuación se separan los abdómenes y se introducen en una disolución saturada de KOH durante 24-48 h. La disección del abdomen y extracción de genitalias se realizó en líquido de Scheerpeltz al que se añadieron unas gotas de glicerina. Para teñir las estructuras femeninas se utiliza Negro de Cloraceno-E en disolución acuosa, de 10 a 15 minutos, para después aclararse en líquido de Scheerpeltz durante 1 minuto. Las preparaciones se realizan en un portaobjetos utilizando DMHF.

Los dibujos fueron realizados con un microscopio LEYCA DMLB y una lupa LEYCA MZ6, provistos ambos de cámara clara. Las fotos se realizaron con una cámara OLYMPUS C-3030, adaptada a la lupa y con una cámara PRESENTCO CCD 3630V con adaptador para microscopio y conectado a una tarjeta digitalizadora ASUS AGP 3400 TNT para PC.

3.3. Resultados y discusión

3.3.1. Huevos

3.3.1.1. Color, tamaño y forma

Los huevos de *X. arvicola* tienen una coloración blanquecina crema bastante homogénea, tal y como se observa en la Figura 3.2. El factor color no suele ser un buen carácter de diagnóstico, ya que interespecíficamente pueden presentarse diferentes tonos en la coloración de diversos Cerambycidae, apareciendo huevos muy blancos junto con otros más oscuros, dependiendo del grado de desarrollo embrionario (HERNÁNDEZ, 1991). En todo caso, esta tonalidad coincide con la de otra especie del mismo género de la que tenemos datos, *X. quadripes*, según VISITPANICH (1994a).

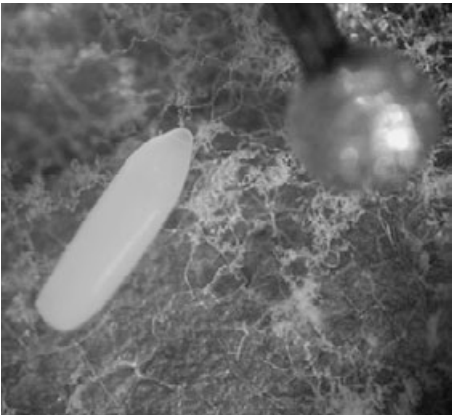


Figura 3.2. Huevo de *X. arvicola*

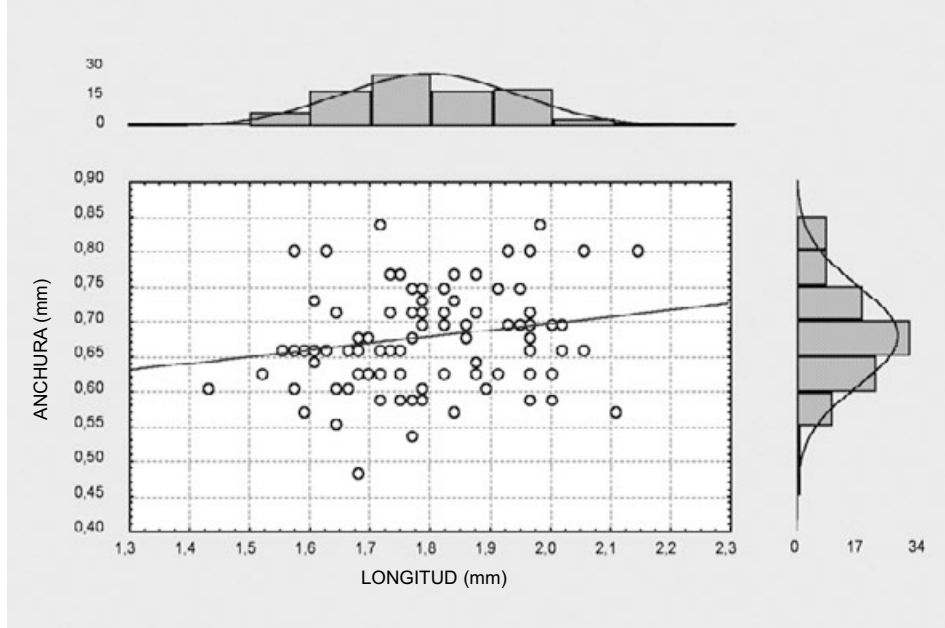
En cuanto al tamaño, las medidas morfométricas correspondientes a los 100 huevos medidos se presentan en la Tabla 3.1, siendo la longitud media 1,7890 mm y la anchura media 0,6743 mm. En la Figura 3.3 se muestran los histogramas de frecuencias y las distribuciones normales de las dimensiones de los huevos estudiados.

En relación a la forma, son alargados, alrededor de 2,65 veces más largos que anchos. Si lo expresamos como índice longitud/anchura, se obtienen unos valores comprendidos en el intervalo 1,96-3,69. Este índice suele tener cierto carácter discriminante desde el punto de vista taxonómico dentro de la familia Cerambycidae. El valor que obtenemos coincide con el intervalo dado para la subfamilia Cerambycinae por HERNÁNDEZ (1991), que lo sitúa entre 1,95 – 2,83, siendo unos huevos mucho más esféricos que los de otras subfamilias, como la Lamiinae, cuyo intervalo varía entre 2,97 – 4,69.

En general, no se observan diferencias en estos caracteres entre los huevos extraídos de hembras grávidas y los recién puestos.

Tabla 3.1. MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DEL HUEVO DE <i>X. ARVICOLA</i> (EN mm)					
	Valor mínimo	Valor máximo	Media	Varianza	Desviación estándar
Longitud (L)	1,4290	2,1429	1,7890	0,0212	0,1455
Anchura (A)	0,4821	0,8393	0,6743	0,0050	0,0710

Figura 3.3. HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS Y DISTRIBUCIONES NORMALES DE LAS DIMENSIONES DE LOS HUEVOS ESTUDIADOS.



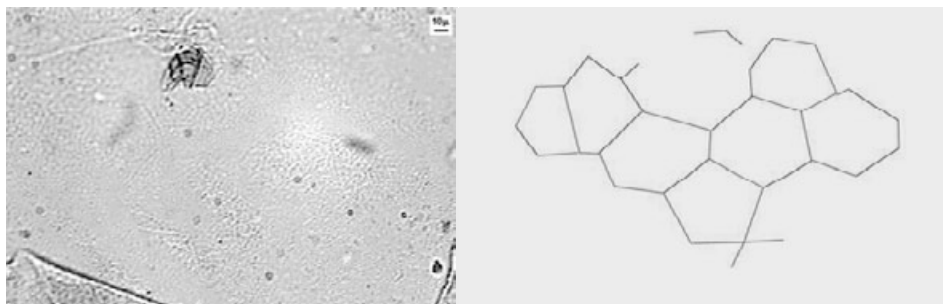
Este huevo es, en término medio, mayor que el de *X. quadripes*, que VISITPANICH (1994a) sitúa en 1,25 mm de longitud por 0,46 mm de anchura.

3.3.1.2. Corion y regiones polares

Los individuos de la familia Cerambycidae suelen presentar celdillas poligonales en el corion, con excepción de algunas especies que no tienen reticulación alguna. La forma y estructura de la región polar es muy variable en esta familia. Como ejemplos, las especies del género *Iberodorcadion* endémicas de la Sierra de Guadarrama presentan estructuras reticuladas en el corion, en forma de celdas hexagonales separadas por crestas (HERNÁNDEZ, 1990).

El corion de *X. arvicola* es muy fino, poco consistente y sin estructuras superficiales características. El estudio microscópico no revela relieves marcados en la superficie coriónica, tal y como se observa en la Figura 3.4. En algunas zonas puede observarse un esbozo de diseño hexagonal, similar al que se expone en Figura 3.5.

Las regiones polares tampoco presentan relieves característicos, no apreciándose ninguna estructura en el polo menor. En el mayor se encuentra el micropilo rodeado de tubérculos alargados en disposición radial, Figura 3.6.



Figuras 3.4 y 3.5. Superficie coriónica de *X. arvicola* y esbozo de diseño hexagonal

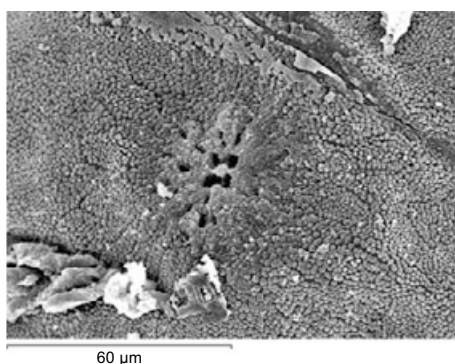


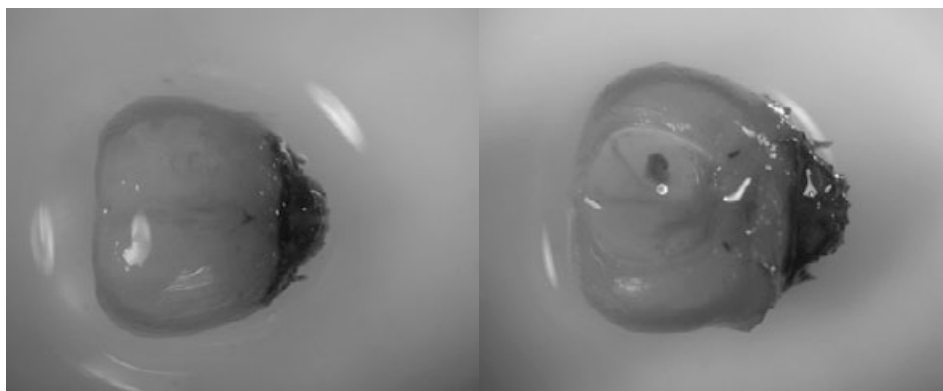
Figura 3.6. Micropilo con tubérculos en disposición radial

3.3.2. Larvas

Las larvas próximas al momento de pupación fueron descritas por SVÁCHA y DANIELEVSKY en 1987. Para completar estos estudios hacemos una descripción más detallada de la cápsula cefálica y del sistema traqueal.

3.3.2.1. Cápsula cefálica

De color blanquecino con la parte anterior marrón fuertemente esclerotizada (Figuras 3.7 y 3.8). Cráneo subcuadrado, muy embutido en el protórax, quedando solamente fuera del mismo la parte anterior de la cápsula cefálica en la que aparecen algunas setas cortas.



Figuras 3.7. y 3.8. Cápsula cefálica en visión dorsal y ventral

Margen epistomal casi recto, con una pequeña divergencia hacia la parte posterior en la zona central. Margen posterior recto. Línea frontal media en la parte posterior, acabada en la parte anterior en una zona quitinizada en forma de "Y", que es el área de anclaje del músculo retractor superior de la cabeza (PICARD, 1929).

Antenas triarticuladas, (Figura 3.9) con el primer y segundo segmento antenal alargado y aproximadamente de la misma longitud. El tercer segmento es mucho más pequeño y estrecho. Todos tienen algunas setas sensoriales muy cortas.



Figura 3.9. Antena

Clípeo trapezoidal, glabro. Labro subcircular, ligeramente transverso, poco esclerotizado y con setas robustas. Hipostoma ligeramente pigmentado. Gula marrón clara. Puente tentorial aproximadamente trapezoidal. Las mandíbulas son robustas, fuertemente esclerotiza-

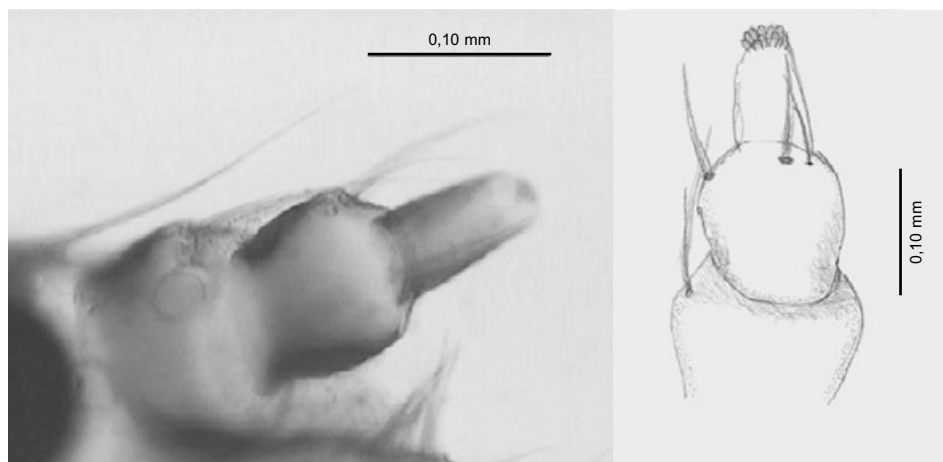
das, subtriangulares, color marrón rojizo – negro. La parte apical tiene los bordes redondeados.

Complejo maxilo labial (Figura 3.10) fuertemente adherido al esclerito ventral. Maxilas levemente esclerosadas. Palpígero maxilar desarrollado, redondeado y provisto de setas. Mala prominente, subcuadrada y también provista de setas. Palpo maxilar con tres artejos (Figuras 3.11 y 3.12), todos también provistos de setas. Primer artejo casi tan largo como ancho, el segundo algo más pequeño y el tercero más estrecho.

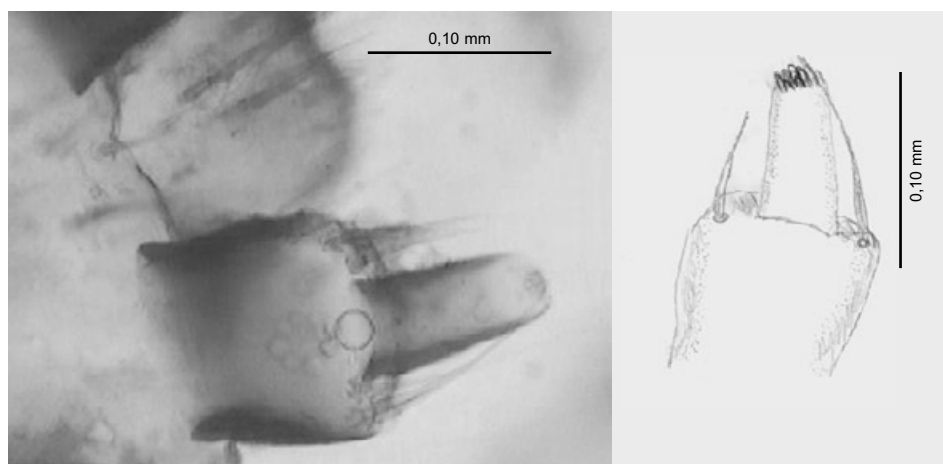


Figuras 3.10. Complejo maxilo labial

Submentón debilmente esclerotizado. Mentón trapezoidal y transverso. Palpígeros labiales marcados, con largas setas apicales. Palpos completamente separados, con dos artejos (Figuras 3.13 y 3.14), el primero mucho más grande que el segundo. Lígula ancha, subcuadrada, pubescente.



Figuras 3.11 y 3.12. Palpo maxilar



Figuras 3.13 y 3.14. Palpo labial



Figuras 3.15. Espiráculo mesotorácico

3.3.2.2. Sistema traqueal

Hemipneústico y peripneústico. Está compuesto por nueve pares de espiráculos elipsoidales: uno mesotorácico y ocho abdominales.

El mesotorácico (Figura 3.15) tiene la peritremea ampliamente oval, siendo su eje mayor más de 2,5 veces el eje menor y

sobre 1,5 veces más largo que los espiráculos abdominales. Estos están situados en los segmentos I a VIII, en posición más elevada que el mesotorácico.

3.3.2.3. Primer estadio larvario

A continuación pasamos a describir la larva de primer estadio (Figura 3.16). El interés de esta descripción radica en que algunas especies de la familia Cerambycidae presentan estructuras especiales en los estados neonatos cuya misión es romper el corion. Tal es el caso de *Opsilia malachitica* (Lucas, 1849), descrita por VERDUGO y HERNÁNDEZ (2001) o por algunas especies del género *Iberodorcadion* descritas por HERNÁNDEZ (1996), entre otras.

Una vez observadas a la lupa estereoscópica y al microscopio óptico varias larvas neonatas hemos llegado a la conclusión de que no presentan ninguna estructura especial para la apertura del huevo, siendo desde el punto de vista anatómico y

morfológico exactamente iguales a las larvas de estadios superiores, excepto en proporciones, ya que la cabeza es proporcionalmente más grande.

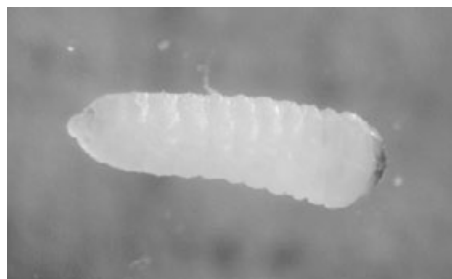


Figura 3.16. Larva neonata

3.3.3. Pupas

La pupa de *X. arvicola* es exarata. Con un tamaño de $17,46 \pm 2,816$ mm y un peso de $0,20 \pm 0,095$ g. Color crema, blanquecina y forma ligeramente ovalada. En la Figura 3.17 se representan las dimensiones longitud total y peso de las pupas estudiadas con diagramas de cajas de cada variable.

Figura 3.17. RELACIÓN LONGITUD Y PESO DE LAS PUPAS ESTUDIADAS

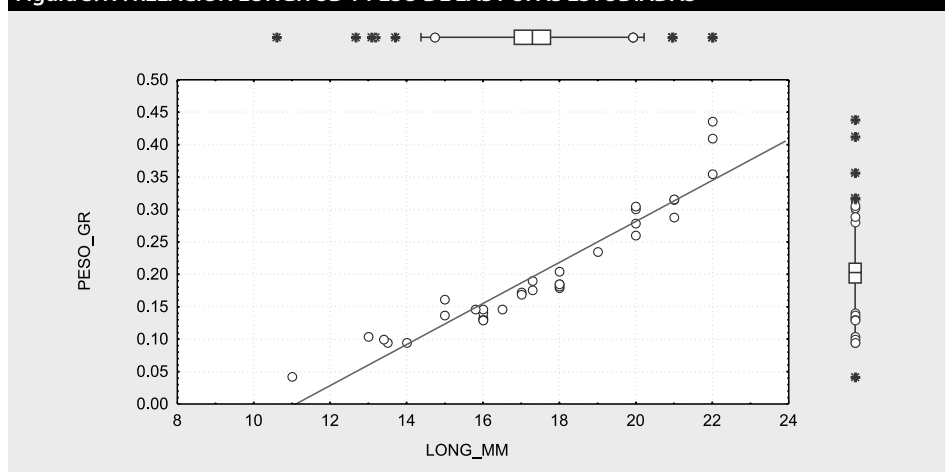




Figura 3.18. Detalle de la cabeza de la pupa de *X. arvicola*

Cabeza (Figura 3.18)

La cabeza es glabra. Perpendicular al eje longitudinal del cuerpo de la pupa. Clípeo separado de la frente. En las mandíbulas y el complejo maxilo labial se aprecian claramente todos los artejos. Se puede observar un surco poco marcado que divide longitudinalmente el vertex y la frente.

Los tubérculos antenales son poco salientes. Se distinguen claramente los artejos de las antenas, llegando los últimos hasta pasado el primer par de patas.

Tórax (Figura 3.19)

Pronoto globoso con microsetas en toda la superficie. Liso a excepción de un engrosamiento en el borde posterior. Podotecas anteriores bien diferenciadas, glabras y recogidas en la cara ventral. Se diferencian claramente los distintos artejos.

Mesotórax transverso y corto. Pterotecas lisas y glabras. Se repliegan hacia la cara ventral entre el segundo y el tercer par de patas, alcanzando hasta el cuarto esclerito abdominal. Podotecas bien diferenciadas y replegadas como las anteriores. Escutelo rectangular.

Metatórax sobre 1,5 veces más largo que el mesotórax, glabro, portando las pterotecas posteriores, lisas y glabras, curvadas hacia la región ventral, quedando semiocultas por las pterotecas anteriores. En la zona media del metatórax se observa una línea que divide longitudinalmente toda la extensión de este segmento. Podotecas posteriores perfectamente diferenciadas al igual que la anterior y la media y recogidas en la parte ventral abdominal.



Figura 3.19. Detalle de la cara dorsal de tórax y abdomen en una pupa de *X. arvicola*

Abdomen (Figura 3.20)

Compuesto por nueve segmentos visibles. La región tergal está provista de setas espiniformes, irregularmente repartidas, escasas en el segmento I haciéndose más abundantes en los siguientes segmentos, tal y como se observa en la Figura 3.20.

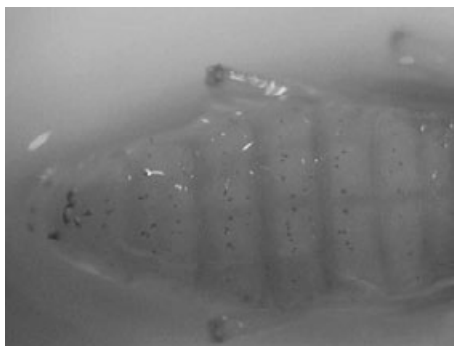


Figura 3.20. Cara dorsal del abdomen de la pupa de *X. arvicola* mostrando setas espiniformes

Los seis primeros segmentos son transversos, aumentando de tamaño hasta el IV, para volver luego a disminuir. Cada uno de estos segmentos está provisto de 2 espiráculos de forma elipsoidal en posición laterodorsal.

El segmento VII es más largo que el resto. Tiene el borde posterior redondeado y cuatro setas espiniformes muy fuertes, más que todo el resto de setas del abdomen, situadas hacia la mitad posterior del segmento.

El segmento VIII es pequeño, con setas dispersas de tamaño similar a las de los segmentos anteriores.

El segmento IX es muy pequeño y globoso, oculto casi totalmente por el segmento VIII.

La pupa de *X. arvicola* resulta típica de cerambícidos. Como dato diferenciador podemos señalar las fuertes espinas presentes en el VII segmento abdominal, que aparecen dibujadas en la Figura 3.21.

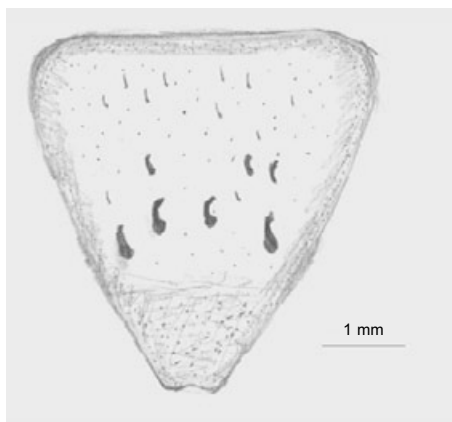


Figura 3.21. VII Segmento abdominal de la pupa de *X. arvicola*

3.3.4. Adultos

3.3.4.1. Variabilidad interespecífica

A pesar de que son muchos los autores que citan distintos dibujos elitrales para el coleóptero *X. arvicola*, como VILLIERS (1978) y VIVES (2001), en las poblaciones estudiadas no hemos encontrado prácticamente diferencias, en cuanto a coloración de las bandas o coloración del tegumento, respondiendo en la mayoría de los casos al patrón típico, que se presenta en la Figura 3.22. Únicamente ha aparecido la diferencia que se muestra en la Figura 3.23.



Figuras 3.22 y 3.23. Élitros de adultos de *X. arvicola*. Dcha. atípico, izqda. normal.

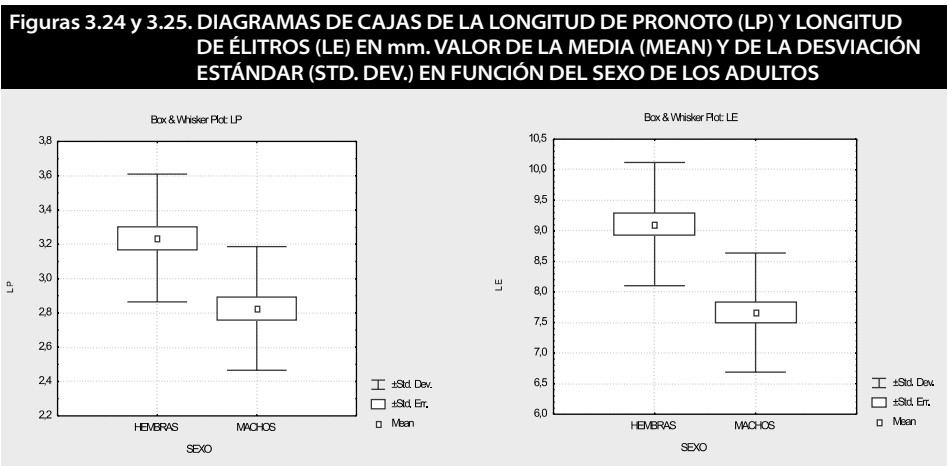
Un factor que ha presentado una gran variabilidad ha sido el tamaño del insecto, tal y como se explica en el siguiente apartado.

3.3.4.2. Estudio biométrico

De las medidas realizadas, extraemos que las hembras presentan un tamaño superior a los machos. Las hembras tienen una longitud total media de 13,44 mm, con un valor máximo de 17,2 mm y un mínimo de 10,3 mm, y por su parte en los machos el valor medio es de 11,52 mm, con un máximo y un mínimo de 14,2 mm y 8,8 mm respectivamente. En las Figuras 3.24 y 3.25 se representan los diagramas de cajas de longitud de pronoto y longitud de élitros, que por análisis discriminante son los parámetros que más nos diferencian los dos sexos, dónde se aprecia el mayor tamaño de las hembras respecto a los machos. Este mayor tamaño de la hembra respecto al macho ha sido observada en muchos cerambicidos, como *Iberodorcadion mosqueruelense* var. *pseudomolitor* (GONZÁLEZ *et al.*, 2001).

De las relaciones realizadas con los parámetros medidos, anchura de pronoto/ longitud de pronoto (AP/LP), anchura de élitros/longitud de élitros (AE/LE) y longitud de pronoto más longitud de élitros partido por anchura de élitros ((LP+LE)/AE), se obtiene que las hembras presentan un pronoto ligeramente más trasverso que los machos, la relación AP/LP es mayor en las hembras, 1,2, que en los machos, 1,1. En cuanto a las otras dos relaciones nos confirman una apariencia mas estilizada de los machos respecto a las hembras, destacando el valor de (LP+LE)/AE que es de 3,02 para los machos y de 2,91 para la hembras.

Las hembras presentan un color en los fémures de sus patas claro en relación con los machos que es más oscuro. Esta diferenciación en el color de los fémures en función del sexo ha sido observada con distinta intensidad pero con total regularidad en todos los ejemplares usados en este trabajo.



3.3.4.3. Genitalias

Siguiendo a IUGA y ROSCA (1962), consideraremos que el abdomen de los cerambícidos está formado por 11 segmentos. En reposo funcional, el ápice abdominal de los cerambícidos muestra solo 7 terguitos y 5 esternitos aparentes, siendo el primero de estos el resultado de la fusión de los tres primeros. En situación de reposo los últimos segmentos se hallan invaginados en el interior del abdomen y se considera que los segmentos VIII, IX, X y XI se hallan ampliamente modificados por la adaptación de las hembras de invaginar en el interior del abdomen su ovopositor, lo que provoca cambios correlativos en los machos.

3.3.4.3.1. Descripción de la genitalia femenina

La estructura genital femenina (Figura 3.26) está formada por dos partes, la armadura genital y el complejo espermatecal.

En lo que respecta a la armadura genital, no existe acuerdo entre distintos autores en el número de segmentos abdominales que están implicados en ella. Siguiendo a VILLIERS (1978), está constituida por los segmentos VIII, IX y X, estando el segmento XI representado por una membrana que rodea el ano.

El complejo espermatecal está constituido por un conjunto de estructuras membranosas poco o nada esclerotizadas, formado por la vagina, la bursa copulatrix, espermateca y su conducto, glándula espermatecal y tramo basal del oviducto impar.

La estructura genital de *X. arvicola* es la típica de Cerambycidae, tanto a nivel de armadura genital como de complejo espermatecal. A continuación se describen las características más importantes.

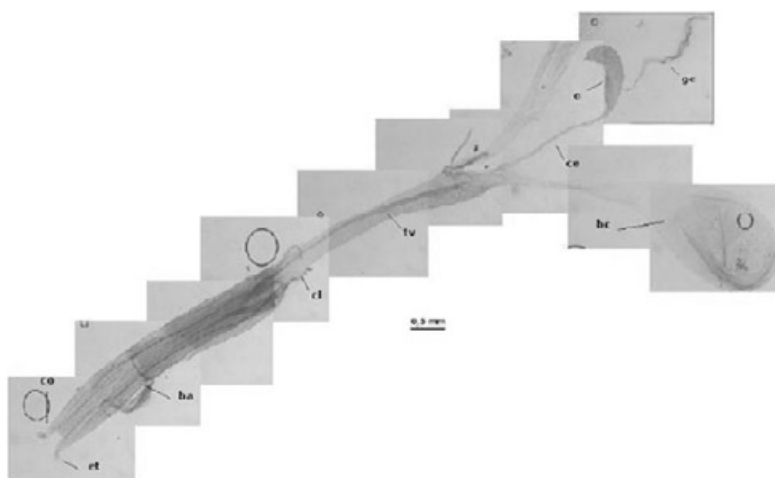


Figura 3.26. Genitalia femenina de *X. arvicola*; et: estilos; co: coxitos; ba: báculo; cl: ciego lateral; tv: tramo final de la vagina; ce: conducto espermatecal; e: espermateca; ge: glándula espermatecal; bc: bolsa copulatrix

Armadura genital

Los coxitos (Figura 3.27) son cortos, de forma cilíndrica y con alguna seta espiniforme. En la región apical se insertan los estilos, de forma lateral. Estos están muy esclerotizados y tienen en el ápice setas espiniformes de carácter sensorial. VILLIERS (1978) sugiere que esta forma de inserción de los estilos es propia de grupos primitivos, como los Prioninae.

Entre los dos coxitos se encuentra el orificio genital. Los valvíferos son alargados y tienen en su interior un cordón esclerotizado, el baculum.

Al igual que en otros cerambríidos, como en las especies ibéricas del género *Rhagium* (HERNÁNDEZ y ORTUÑO, 1997) o del antiguo género *Corymbia* (HERNÁNDEZ, 1993), actual *Aredolpona* (VIVES, 2000) en la zona apical de inserción de la vagina aparecen dos ciegos tubulares de forma lateral

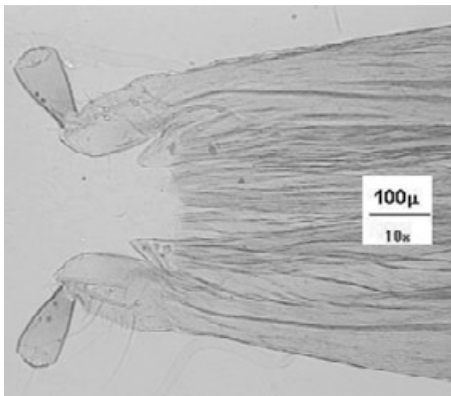


Figura 3.27. Coxitos

Complejo espermatecal

De la armadura genital parte la vagina, tubular y membranosa, al final de la cual se insertan dos ciegos laterales, esclerotizados. En esta zona se abre el oviducto impar y la bursa copulatrix. Esta última tiene forma de saco, con una zona basal estrecha y otra apical generalmente mucho más grande. Cerca de la parte basal de la bursa se inserta el conducto espermatecal, que es muy estrecho y desemboca en la espermateca. Esta es curva y esclerosada, con el extremo ligeramente acuminado (Figura 3.28). En el tercio basal de la espermateca aparece una corta glándula espermatecal.

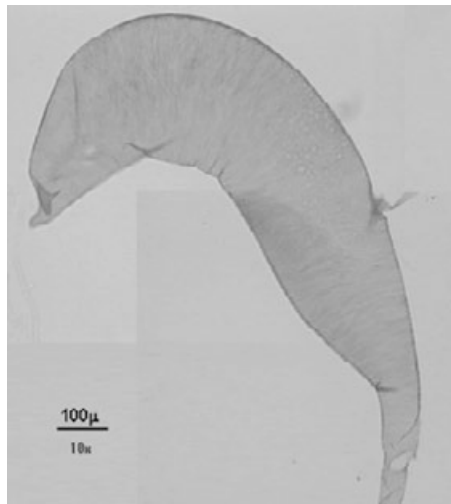


Figura 3.28. Espermateca

3.3.4.3.2. Descripción de la genitalia masculina

La armadura genital masculina está constituida por el segmento genital, el tegmen, el pene y su saco interno (Figura 3.29).

Los elementos de la genitalia que tienen importancia a nivel taxonómico y que han sido empleados en estudios en el Orden Coleóptera han sido: la forma del último segmento abdominal (BAHILLO, 1991, 1992 y 1993), el tamaño y la forma de los lóbulos parameroides, la disposición y ta-

maño de quetas y sensilos (BAHILLO, 1991, 1992 y 1993; DEVESA y BAHILLO, 2003) y la curvatura del pene y la forma y disposición de las valvas (VILLIERS, 1978).

A continuación se describen las características más importantes.

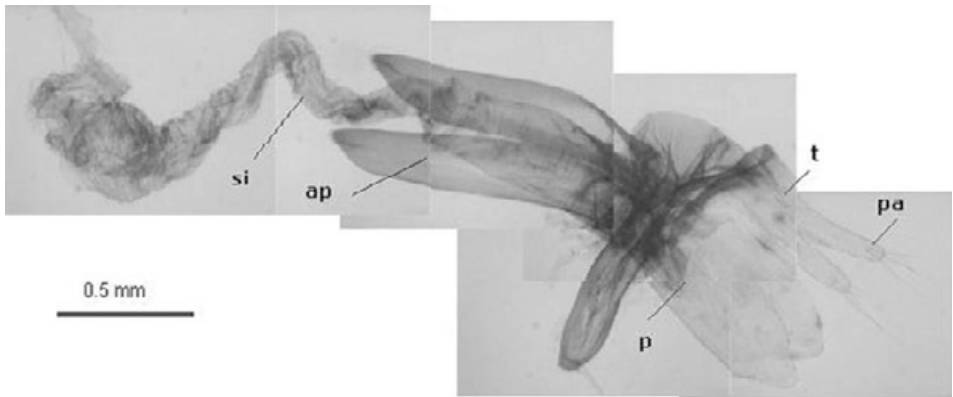


Figura 3.29. Genitalia masculina de *X. arvicola*; p: pene; t: tegmen; pa: parameros; si: saco interno; ap: apófisis basales

Tegmen

Los lóbulos parameroides del tegmen (Figura 3.30) son 3,5 veces más largos que anchos en su zona media, estrechándose ligeramente hacia el ápice. Se encuentran fuertemente esclerotizados. Presentan microquetas a lo largo de toda su sección y unas fuertes setas, aproximadamente 4-5 en el ápice. En la zona ventral hay dos apófisis esclerotizadas que se unen en su extremo formando un anillo.

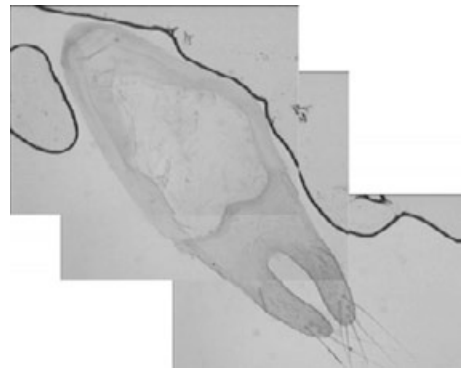


Figura 3.30. Tegmen

Pene

También está fuertemente esclerotizado. El ápice de la valva ventral es acuminado, tal y como aparece en la Figura 3.31. La

valva dorsal tiene el ápice ligeramente redondeado. En la porción basal hay dos largas apófisis ventrales con el extremo redondeado.

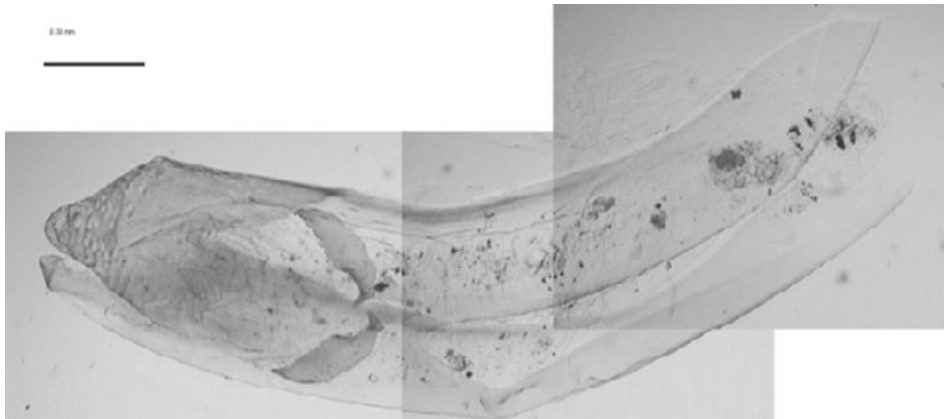


Figura 3.31. Pene (f: faneras)

Saco interno

Es bastante largo y ensanchado hacia la región basal, donde presenta una zona ligeramente esclerotizada. Tiene unas prolongaciones denominadas faneras, flagelos, virgas o simplemente placas quitinosas, justo en la zona en la que se une al edeago y donde se abre el canal

eyaculador (Figura 3.31). Se cree que tiene una función de fijación o guía del edeago durante la cópula, aunque también podrían presentar un papel sensorial (ZIA, 1936; LINDROTH, 1957; VILLIERS, 1978).



Capítulo 4: Ciclo biológico y aspectos etológicos de *X. arvicola* en el cultivo de la vid



itaCyl

CAPÍTULO 4: Ciclo biológico y aspectos etológicos de *X. arvicola* en el cultivo de la vid

4.1. Introducción

El conocimiento detallado del ciclo biológico de una especie que puede ocasionar daños en un cultivo tiene como fin averiguar el / los estados de desarrollo más vulnerable, con objeto de dirigir hacia ellos las estrategias de control en los momentos más adecuados. Además, nos da herramientas importantes para el estudio de la etología de la especie.

La duración del ciclo de los insectos es variable y está influenciada por multitud de factores, como la calidad nutritiva del sustrato alimenticio, la temperatura, la humedad, los vientos, etc, siendo muchos de ellos reproducibles para su estudio a nivel de laboratorio, en condiciones y ambientes controlados.

Para completar el estudio del ciclo, es conveniente hacer observaciones de los insectos en condiciones de laboratorio, que serán mucho más sencillas al poder controlar los factores externos, y comprobar posteriormente en campo los resultados obtenidos.

Para ello, será necesaria la cría de los insectos mediante dieta artificial, que en el caso de cerambícidos ha sido ampliamente probada con éxito en algunas especies. Estas dietas, en general, se utilizan

para conseguir un gran número de ejemplares con diversos fines, tanto científicos como técnicos o comerciales, para estudios bionómicos, etológicos, de bioensayos con plaguicidas, de control biológico, de producción de seda, de mieles, de ceras, etc, (VIEDMA *et al.*, 1983). Entre los diversos autores que han probado con éxito estas dietas citamos a HARLEY y WILLSON (1968), WOLLERMAN *et al.* (1969), GARDINER (1970), HATCHETT *et al.* (1973), GALDFORD (1974), PAYNE *et al.* (1975), NOTARIO (1978), CAMPADELLI (1982), BARAGAÑO *et al.* (1981); VIEDMA *et al.* (1983), IGLESIAS (1988), IGLESIAS *et al.* (1989) y ROGERS *et al.* (2002).

Existen muchos trabajos sobre biología y ciclo de vida de especies de cerambícidos, algunos que causan daños económicos y otros que no, entre los que destacamos los realizados por AKUTSU (1985); SING y PRASAD (1985); WALSH y LINIT (1985); PERSHING y LINIT (1986); ADACHI (1994); GOODWIN y PETTIT (1994); JIKUMARU *et al.* (1994); HERNÁNDEZ (1996); FABBRI y HERNÁNDEZ (1996); DIODATO *et al.* (1997); FIORENTINO *et al.* (1997); CAVEY *et al.* (1998); DE LA ROSA (1999); VENKATESHA y SEETHARAMA (1999); VERDUGO y HERNÁNDEZ (2001); SMITH *et al.* (2002); CARABAJAL (2003); DEL SAZ (2003); etc.

Sin embargo, hasta el momento existen muy pocos datos sobre la biología de las especies europeas del género *Xylotrechus*, limitándose casi exclusivamente a la definición del momento de máximo vuelo de los adultos y a las especies hospedantes de las larvas.

Sí que encontramos trabajos completos sobre la biología de otras especies de *Xylotrechus* presentes en otras latitudes, como *X. quadripes* (Chevrolat, 1852) en Thailandia (BHASKARA y KRISHNAMORTHY, 1987; VISITPANICH, 1994a), *X. schaefferi* (Schott, 1925) y *X. colonus* (Fabricius, 1775) en América (HOEBEKE y HUETHER, 1990 y GINZEL *et al.*, 2003) o *X. villioni* (Villard, 1892) en Japón (IWATA, 1991; IWATA *et al.*, 1997).

Por todo ello, en este capítulo abarcamos los siguientes objetivos parciales:

- Estudiar la fenología de esta especie.
- Hacer un seguimiento del ciclo en el interior de la madera.
- Comprobar la longevidad de los distintos estados de desarrollo.
- Describir de forma general el ciclo biológico de *X. arvicola*.
- Realizar un estudio sobre aspectos etológicos derivados de las observaciones anteriores.

4.2. Material y métodos

4.2.1. Procedimientos generales

Para el estudio del ciclo biológico se empleó el siguiente material, de forma general:

- Cepas procedentes de las Denominaciones de Origen Cigales y Rueda de las que se extrajeron las larvas necesarias para los distintos ensayos.
- Adultos obtenidos en campo directamente o en laboratorio a partir de las larvas que se desarrollaron en condiciones controladas (en dieta artificial o en evolucionarios al aire libre).

4.2.2. Fenología

El muestreo para el estudio fenológico se realizó durante los años 2002, 2003 y 2004 en una parcela del Término Municipal de Rueda, de la Denominación de Origen del mismo nombre, cuya situación es 333925 m longitud este, 4588704 m latitud norte y 716,5 m de altitud. Durante estos años se realizó un muestreo semanal desde marzo hasta octubre, recorriendo al menos 150 metros a lo largo de dos filas de cepas y capturando los imagos que se encontraban en las plantas.

Además, estos muestreos se completaron con la colocación de distintos tipos de trampas, en la misma parcela de la D.O. Rueda y en otra de la D.O. Cigales (situación: 4620815 m longitud este,

356860 latitud norte y 729,9 m de altitud), que también se visitaron semanalmente. Las trampas que probamos fueron las siguientes:

- **Trampas con cebo.**- consistentes en recipientes de plástico, colgados de las plantas, en cuyo interior se coloca el cebo atrayente. Se colocaron trampas cuya composición fue la que aparece en las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3 Se pusieron dos recipientes para cada mezcla y la fecha de colocación fue el 6 de mayo de 2002, mirándose las trampas para recoger los individuos capturados y cambiándose el líquido de forma semanal.

Tabla 4.1. MEZCLA 1 UTILIZADA COMO CEBO.

MEZCLA 1 (según BAHILLO, 1996)	
Azúcar	500 g
Sal	500 g
Cerveza	1 l
Agua	4 l

Tabla 4.2. MEZCLA 2 UTILIZADA COMO CEBO.

MEZCLA 2 (según BAHILLO, 1996)	
Azúcar	500 g
Sal	500 g
Zumo de melocotón	4 l
Agua	1 l

Tabla 4.3. MEZCLA 3 UTILIZADA COMO CEBO.

MEZCLA 3 (según RECALDE, com. pers.)	
Azúcar	500 g
Sal	500 g
Cerveza	5 l
Vino tinto	5 l
Zumo de melocotón	5 l

- **Árboles cebo.**- Ya que se ha demostrado su eficacia para otros cerambícidos, como *Phoracantha semipunctata* (Fabricius 1775), *Monochamus alternatus* (Hope 1842), etc, por diversos autores (CHARARAS, 1969, IKEDA, 1981, GONZÁLEZ, 1990; MICHIELS *et al.*, 1992) procedimos a la colocación de árboles cebo. Estos consistieron en 3 trozos de encina, 3 de vid y 1 de chopo recién cortado, cubierto con una malla metálica sobre la que se había extendido una sustancia pegajosa. Dichos trozos fueron distribuidos por las filas del viñedo y revisados semanalmente para eliminar los insectos adheridos. La fecha de colocación de estas trampas fue el 6 de mayo de 2002.

- **Trampas de intercepción.**- Utilizamos el modelo de trampa de ventana (Figura 4.1). Los insectos chocarán contra el cristal y caerán a unos canales colectores con etilenglicol, situados en la base de este cristal por ambos lados. Estas trampas se colocaron los años 2002, 2003 y 2004 en las dos parcelas de la D.O. Rueda y de la D.O. Cigales.



Figura 4.1. Trampa de ventana (D.O. Cigales)

También se arrancaron cepas enteras que presentaban síntomas externos de presencia de cerambícidos y se colocaron en evolucionarios al aire libre (Figura.4.2). Estos evolucionarios eran observados semanalmente de marzo a octubre, capturando los imagos encontrados en cada uno de ellos.



Figura 4.2. Evolucionarios al aire libre (ITACyL, Finca Zamadueñas)

Con los datos obtenidos en estos muestreos se elaboraron los gráficos fenológicos.

4.2.3. Seguimiento del ciclo biológico en el interior de la cepa

Este trabajo se realizó desde febrero a noviembre del año 2002, repitiendo el muestreo en el mes de febrero del 2003, y consistió en la apertura mensual, por procedimientos mecánicos, de un número variable de cepas (Tabla 4.4), llegando a un total de 66 cepas examinadas.

Se examinaron las cepas de marzo a agosto, época en que se pueden encontrar los estadios de huevo, ninfa y adulto recién formado, además del de larva, que se encuentra durante todo el año. En el

año 2003 se hizo un único muestreo en febrero con objeto de comprobar la existencia en esas cepas que estuvieron almacenadas en el evolucionario durante todo el año 2002 de dos grupos bien diferenciados de larvas de distinta edad, correspondientes a las larvas de primero y segundo año.

Tabla 4.4. CEPAS EXAMINADAS CADA MES DURANTE LOS AÑOS 2002 Y 2003.	
MES DE MUESTREO	Nº DE MUESTRAS
Febrero de 2002	4
Marzo de 2002	7
Abril de 2002	7
Mayo de 2002	7
Junio de 2002	7
Julio de 2002	7
Agosto de 2002	7
Septiembre de 2002	7
Octubre de 2002	5
Noviembre de 2002	3
Febrero de 2003	5
TOTAL	66

De todas estas cepas, 58 eran de Rueda (situación: 333925 longitud este, 4588704 latitud norte y 716,5 m de altitud), de la D.O. del mismo nombre y el resto de la D.O. Cigales: 2 de Fuensaldaña (situación: 4620001 m longitud este, 355093 m latitud norte y 776,1 m de altitud), 3 de Mucientes (situación: 4620815 m longitud este, 356860 m latitud norte y 729,9 m de altitud) y 3 de Trigueros del Valle (situación: 4628263 m longitud este, 364796 m latitud norte y 706,1 m de altitud).

Lo primero que se hizo fue dividir la cepa en tronco y brazos. Posteriormente se iban cortando pequeñas rodajas transversales de unos 2,5 cm de anchura (Fi-

gura 4.3), con el objeto de localizar las larvas y dañarlas lo menos posible.



Figura 4.3. Cortando las cepas

Los datos se recogían en un estadillo en el que constaba lo siguiente:

- **Datos relativos al propietario y la parcela** de la que habíamos arrancado la cepa a muestrear: localización, variedad, edad, sistema de conducción, síntomas externos de enfermedades de madera, etc.
- **Datos de la cepa** a muestrear: dibujo, longitud total del tronco y de los brazos, diámetros del tronco y de los brazos en sus zonas basal, media y distal; número, situación y diámetro de los orificios de emergencia y cuantas observaciones se consideraban oportunas.
- **Superficie de corte en la que aparecían la o las larvas:** situación, código de control, dibujo o foto de la zona, presencia de la o las larvas en zona sana o enferma de afecciones de hongos de madera (con punteaduras negruzcas, coloraciones rosadas o marrones, madera blanda, etc.), longitud

a la que se encontraba la larva desde la base del tronco o del brazo, etc.

- **Superficie de corte en la que aparecían la o las pupas:** situación, código de control, dibujo o foto de la zona y si la pupa era encontrada desde el interior de la madera o desde el exterior, al hacer una primera inspección visual, mediante la aparición de un pre orificio de emergencia.

Con todos estos datos determinamos en cada uno de los meses del año el número y situación de larvas o pupas con respecto al total de la cepa.

Una vez obtenidas las larvas, se procedía de manera distinta según estuvieran completamente sanas o hubieran sido dañadas durante la manipulación:

- Si estaban sanas, se metían en botes de plástico con dietas artificiales (Figura 4.4).



Figura 4.4. Botes de plástico con larvas en dieta artificial

- Si habían sido dañadas se colocaban en pequeños botes con líquido de Scheerpeltz (Figura 4.5) y se utilizaban en la descripción morfológica de cápsulas cefálicas, espiráculos, etc.



Figura 4.5. Larvas en líquido de Scheerpeltz

Para situar las larvas en el corte transversal de la madera, dividimos este en tres zonas: central, media y periférica, correspondiendo un total de la superficie a cada una de ella, cuyos porcentajes se muestran en la Figura 4.6.

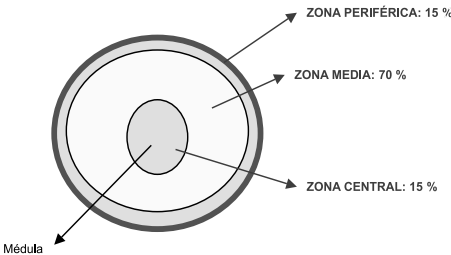


Figura 4.6. Corte transversal con el % de la madera que hemos incluido en cada zona

4.2.4. Longevidad de los distintos estados de desarrollo, ciclo biológico y aspectos etológicos

Para desarrollar estos apartados se utilizaron las larvas vivas obtenidas por la apertura de las cepas explicada en el punto anterior. Estas se mantuvieron en dieta semisintética (según Tabla 4.5, adaptada de VIEDMA *et al.*, 1983), sintética, (Tablas 4.6 y 4.7) (GARDINER, 1970 y NOTARIO, 1978), o natural (entendido por tal larvas que se mantenían en serrín de vid y encina sin más). Tuvimos, por tanto, un total de cinco tratamientos distintos.

Tabla 4.5. DIETA SEMISINTÉTICA EMPLEADA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO (ADAPTADA DE VIEDMA ET AL., 1983).

COMPONENTE	PESO / VOLUMEN
Agua destilada	200 cm ³
Agar	10 g
Serrín de vid o encina triturado y esterilizado	44 g
Levadura de cerveza	11 g
Solución de Nipagina	20 cm ³
Ácido benzoico	1 g
Sémola de maíz	22 g
Germen de trigo	44 g
Ácido ascórbico	0,4 g

La solución de Nipagina se hace añadiendo a 10 cm³ de alcohol de 70 grados 1 gramo de metil- p- hidroxibenzoato.

Tabla 4.6. DIETA SINTÉTICA EMPLEADA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO (SEGÚN GARDINER, 1970).

COMPONENTE	PESO / VOLUMEN
Agua destilada	220 cm ³
Caseína libre de vitaminas	3,5 g
Hidróxido potásico 4 M	0,5 ml
Celulosa	0,5 g
Sacarosa	3,5 g
Germen de trigo	3,0 g
Cloruro de colina	0,1 g
Ácido ascórbico	0,4 g
Agar 4 %	62 ml
Aureomicina	0,03 g
Formaldehído 37 %	0,05 ml
Metil – p – hidroxibenzoato	0,15 g
Mezcla de sales de Wesson	1,0 g
Solución de vitaminas	1,0 ml

Tabla 4.7. DIETA SINTÉTICA EMPLEADA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LAS LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO (SEGÚN NOTARIO, 1978).

COMPONENTE	PESO / VOLUMEN
Agua destilada	80 cm ³
Caseína libre de vitaminas	1,2 g
Celulosa	2 g
Sacarosa	2,5 g
Glucosa	1,5 g
Levadura de cerveza	3 g
Ácido ascórbico	0,4 g
Agar	4 g
Ácido benzoico	0,1 g
Ácido sórbico	0,05 g
Mezcla de sales de Wesson	1,0 g
Solución de vitaminas	2,0 ml

La mezcla de sales formulada por Wesson incluye los elementos que se relacionan en la Tabla 4.8 y la solución vitamínica corresponde a la composición de la Tabla 4.9.

Tabla 4.8. MEZCLA DE SALES DE WESSON.

COMPONENTE	PESO (g)
Carbonato de calcio	21
Sulfato cúprico pentahidratado	0,0039
Fosfato férrico	1,470
Sulfato manganoso anhidro	0,020
Sulfato de magnesio anhidro	9
Sulfato aluminico potásico	0,009
Cloruro de potasio	12
Bifosfato monopotásico	31
Ioduro de potasio	0,005
Cloruro de sodio	10,50
Fluoruro de sodio	0,057
Fosfato tricálcico	14,9

Tabla 4.9. COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN VITAMÍNICA.

COMPONENTE	PESO / VOLUMEN
Agua destilada	100 cm ³
Niacinamida	100 mg
Pantotenato de calcio	100 mg
Riboflavina	50 mg
Tiamina, ácido clorhídrico	25 mg
Piridoxina, ácido clorhídrico	25 mg
Ácido fólico	25 mg
Biotina	2 mg
Vitamina B12 triturada con manita 0,1 %	0,2 mg

En los casos de dietas semisintéticas o sintéticas, estas larvas se colocaban de forma individual en pequeños botes de plástico, de la siguiente manera: primero se ponía una pequeña porción de la dieta, a continuación se practicaba un pequeño hueco en el que se colocaba la larva y posteriormente se cubría todo con plástico Icolén de 1 cm de anchura (Figura 4.7). La dieta se cambiaba de forma regular cada 8 días, observando el crecimiento y desarrollo de las larvas y la posible aparición de hongos en la dieta cada dos días. En el caso de la dieta natural, simplemente se colocaban las larvas en botes iguales que los anteriores, con serrín hasta unos 2 cm de altura. En to-

dos los casos, se mantenían en condiciones de oscuridad y a una temperatura aproximada de 20°C (que es la temperatura ambiente del laboratorio de entomología) hasta su pupación.

Una vez formada la pupa, esta se quedaba en la misma papilla (Figura 4.8), ya sin proceder a su cambio, hasta la salida del adulto. Cuando este adquiría la coloración final, amarillo y negro intenso (Figura 4.9), se pasaban a las cajas de cría.

Para reproducir el ciclo biológico, utilizamos tres tipos de cajas o terrarios:

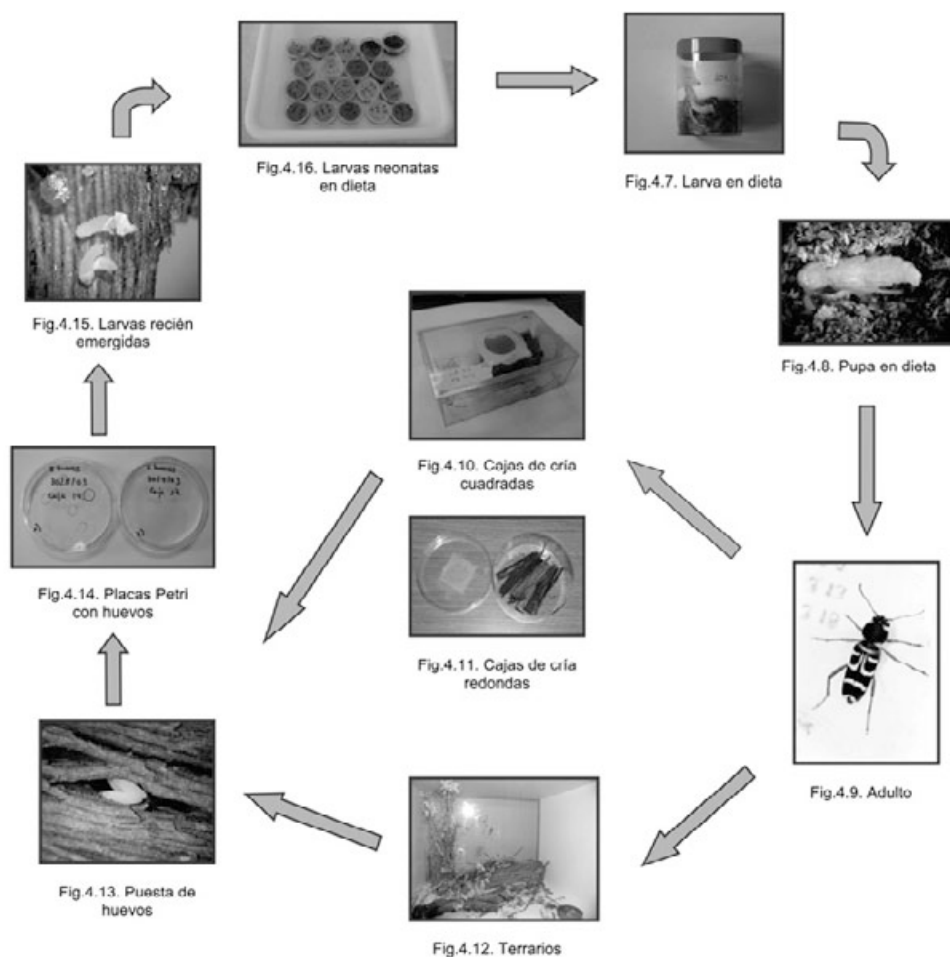
- Cajas de plástico, unas de dimensiones 17,5 x 10,5 x 4 cm de alto, con 3 orificios circulares, 2 laterales y uno superior central, de 4 cm de diámetro (Figura 4.10) y otras circulares, de 11,5 cm de diámetro y 4 cm de altura, con un orificio central superior de 4 cm de diámetro (Figura 4.11). Todos estos orificios estaban tapados con malla de 1 x 1 mm de luz.
- Terrarios de madera (Figura 4.12), con una malla de 2 x 1,5 mm de luz en la parte posterior y un cristal en la anterior, y dimensiones de 38 x 29 x 29 cm.

En estas cajas se introducían los adultos recién emergidos, bien procedentes de las dietas anteriores o bien de las capturas de campo o de los evolucionarios al

aire libre. Junto a ellos se colocaban restos de madera, flores, agua, sustancias azucaradas, etc, en distintas proporciones para poder observar el comportamiento de los adultos en situaciones distintas y poder sacar conclusiones sobre la alimentación, el vuelo, la cópula, etc.

Diariamente se buscaban en cada una de las cajas los huevos que habían puesto las hembras (Figura 4.13). En el caso de que estuvieran en lugares accesibles, se cogían con un pincel y se colocaban en placas Petri (Figura 4.14), en condiciones de oscuridad. Estas cajas eran revisadas diariamente y una vez emergidas las larvas neonatas (Figura 4.15) eran colocadas en botes de 2,5 cm de diámetro por 1,5 cm de altura (Figura 4.16) con las mismas dietas sintéticas o semisintéticas que para larvas de estadios más avanzados. Cuando las larvas alcanzaban los 5 mm de longitud aproximadamente eran traspasadas a los botes de plástico con dieta e Icolén, tal y como hemos explicado anteriormente.

Para observar el comportamiento se colocó una cámara de video marca HITACHI E-15, con una cinta de 8 mm SONY, sobre un trípode y se grabaron los movimientos de los adultos en distintas situaciones en los terrarios. Además, las pequeñas cajas eran observadas de forma esporádica a lo largo de la jornada de trabajo.



4.3. Resultados y discusión

4.3.1. Fenología

Como ya se ha especificado en Material y Métodos, se colocaron para la captura de adultos trampas con mezclas variadas, árboles cebo y trampas de intercepción. Como primer resultado podemos decir que ningún tipo de trampa fue vá-

lida para la captura masiva de imagos de *X. arvicola*, únicamente funcionó en contadas ocasiones la de ventana, ya que los adultos, en sus vuelos, chocaban contra el cristal y caían en el líquido colector.

Por esto, las trampas con cebo alimenticio y los árboles cebo solamente se colocaron en el año 2002. Aunque los resulta-

dos con las trampas de ventana tampoco fueron muy halagüeños, sí que se continuaron instalando durante los años 2002, 2003 y 2004.

El método más eficaz para el seguimiento del ciclo fue colocar trozos de madera en evolucionarios al aire libre, que eran revisados semanalmente desde marzo hasta agosto. También capturamos algunos insectos en las salidas a campo, aunque normalmente suelen esconderse en-

tre las hojas y es bastante difícil verlos, salvo en momentos de máximo vuelo cuando las poblaciones en la parcela muestreada son altas.

Con los datos obtenidos por el conjunto de todos estos procedimientos de captura hemos realizado la fenología de *X. arvicola* durante los muestreos de los años 2002, 2003 y 2004, como podemos observar en las Figuras 4.17, 4.18 y 4.19.

Figura 4.17. FENOLOGÍA DE *X. ARVICOLA*. AÑO 2002.

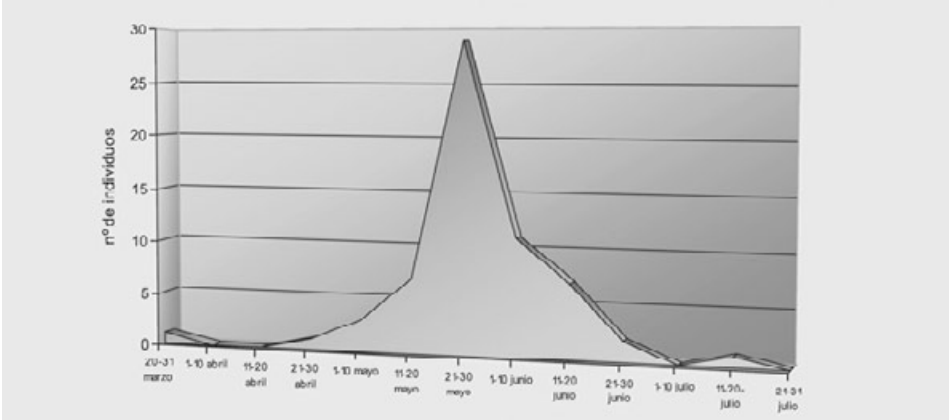


Figura 4.18. FENOLOGÍA DE *X. ARVICOLA*. AÑO 2003.

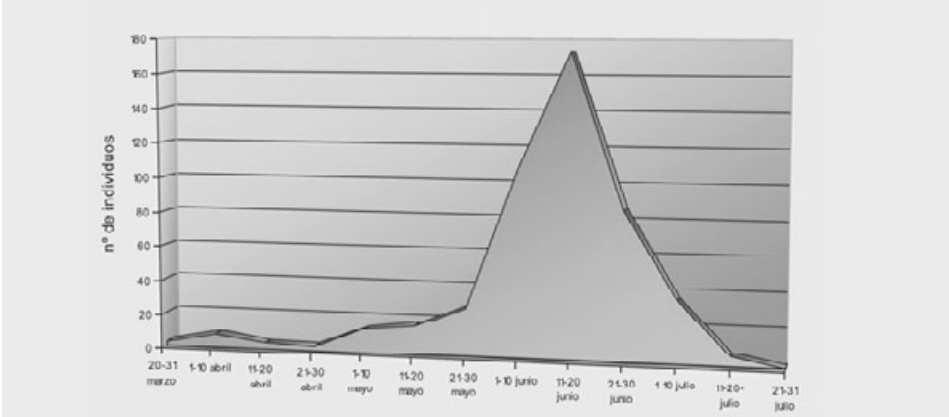
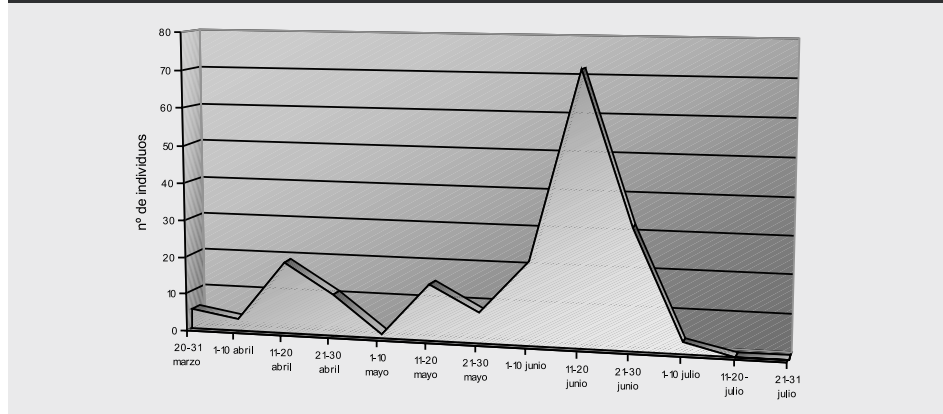


Figura 4.19. FENOLOGÍA DE *X. ARVICOLA*. AÑO 2004.



En primer lugar podemos observar que la emergencia se produce principalmente entre finales de marzo y finales de julio. El período de actividad se inicia con las subidas de la temperatura en primavera. Hay un pico de máximo vuelo en los meses de mayo - junio. Esto nos induce a pensar que existe una sola generación al año, ya que de otra forma aparecerían más picos durante otros meses del año. De todas formas, esto será evaluado en el apartado de duración de los estadíos larvarios.

Aunque no se ha reflejado en las Figuras, en el año 2002 el día 24 de octubre capturamos un adulto de *X. arvicola* en uno de los evolucionarios al aire libre, y en el año 2003 el día 15 de octubre capturamos otro en campo. Por tanto, la emergencia es escalonada, pudiendo haber adultos activos desde al menos el mes de marzo hasta octubre.

El año en el que capturamos un mayor número de adultos fue en el 2003 y en el

que el número fue más bajo el 2002. Pasamos a comentar las curvas año por año:

En el año 2002 se obtuvo la primera captura el día 20 de marzo. Las poblaciones fueron aumentando paulatinamente hasta obtener un máximo de individuos en la última decena del mes de mayo. Después fueron disminuyendo las capturas poco a poco, hasta terminar a finales de julio.

En el año 2003, el día 28 de marzo se encontraron dos hembras y un macho en los evolucionarios. Estas bajas capturas se mantuvieron durante todo el mes de abril, iniciándose el aumento de imagos a mediados de mayo, para tener un pico en la curva de vuelo a mediados de junio. A partir de esta fecha las poblaciones fueron disminuyendo hasta tener un cero de capturas a finales del mes de julio.

En el año 2004 el primer adulto se encontró antes que los años anteriores: el día 16 de marzo. A partir de este día se mantienen las capturas hasta tener un

pequeño pico de vuelo a mediados del mes de abril (coincidiendo con unos días de temperaturas superiores a 20°C, según datos del Instituto Nacional de Meteorología). Una vez que las temperaturas descienden, bajan las poblaciones, hasta empezar de nuevo a aumentar durante el mes de mayo. El pico de vuelo fue a mediados de junio. A partir de esta fecha, disminuyeron progresivamente el número de capturas hasta que la población desaparece a mediados de julio.

Este pequeño pico que se produce en el año 2004 seguido de un descenso de la población antes de la aparición masiva normal en primavera - verano también se produce en otras especies de cerambícidos como *Iberodorcadion hispanicum*, *I. ghilianii* e *I. graellsii*, según HERNÁNDEZ (1996), y puede deberse a las características climatológicas del año de muestreo, que origina la salida prematura de algunos individuos, que posteriormente no sobreviven al recrudecerse el clima y agotan su período vital antes de la aparición del resto.

En resumen, el modelo fenológico seguido es similar en los tres años estudiados: la actividad de los imagos se inicia a finales de marzo, manteniéndose las poblaciones en valores bajos durante todo el mes de abril. Ya en el mes de mayo el número de emergencias empieza a aumentar hasta darse un máximo de vuelo, que será desde finales de mayo a mediados de junio. A partir de este momento los adultos empiezan a disminuir hasta alcanzar valores muy bajos a partir del mes de julio.

No hay que olvidar los adultos encontrados en el mes de octubre de los años 2002 y 2003, lo que nos hace pensar que los imagos podrían seguir emergiendo durante los meses de verano, aunque sea en muy pequeño número, hasta que las temperaturas sean muy bajas.

4.3.2. Seguimiento del ciclo biológico en el interior de la cepa

Mediante la apertura mensual de cepas hemos extraído datos relativos a los orificios de emergencia de adultos, las larvas y las pupas.

4.3.2.1. Orificios

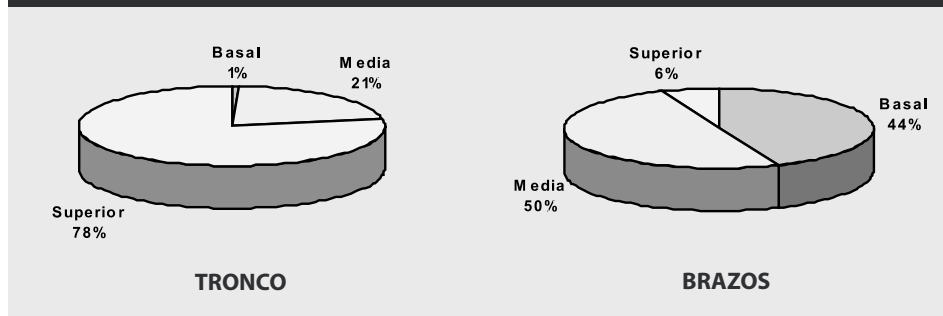
Los orificios de emergencia de los adultos de *X. arvicola* son circulares y no presentan restos de serrín ni de otros productos de deshecho que obstruyan la salida. Tienen un diámetro medio de 4 mm, con un máximo de 6 mm y un mínimo de 2,5 mm.

De las 66 cepas analizadas, 61 presentaron algún orificio de emergencia de adultos. El número medio fue de 4 orificios por cepa, encontrando en 2 cepas de la D.O. Rueda un número máximo de 16.

En total hubo 273 orificios en todas las cepas analizadas. De ellos, el 60,4 % estaban situados en los brazos y el 39,6 % en el tronco.

En la siguiente Figura se presenta el porcentaje de orificios encontrados en cada parte de la planta, separando tronco y brazos en tres zonas: basal, media y superior.

Figuras 4.20. SITUACIÓN DE LOS ORIFICIOS DE EMERGENCIA DE ADULTOS (EN %) EN EL TRONCO Y LOS BRAZOS.



Como podemos ver, el mayor porcentaje de orificios se sitúa en la parte superior del tronco y la parte media de los brazos. En la Figura 4.21 representamos la situación de estos respecto al total de la cepa.

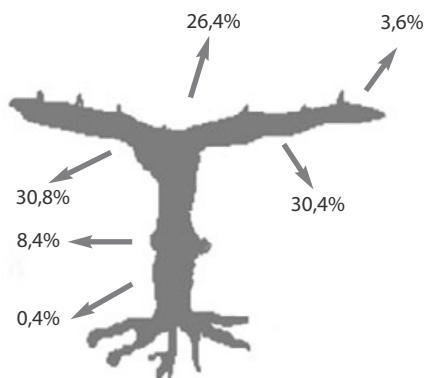


Figura 4.21. Situación (en %) de los orificios de emergencia en la cepa

Si consideramos la zona superior del tronco y la zona basal del brazo juntas, ya que esto constituiría lo que se conoce como la cruz de la cepa, es en esta zona donde se sitúa el mayor número de orificios de emergencia de adultos de *X. arvicola*, un 57,2 % exactamente.

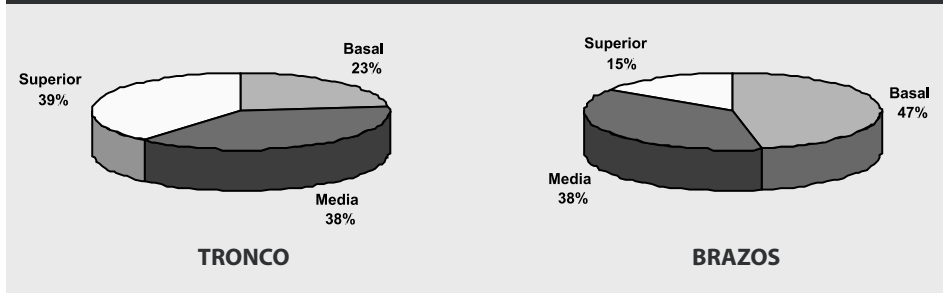
A medida que avanzamos hacia los sarmientos o bajamos hacia las raíces, disminuye el número de orificios, siendo muy bajo el porcentaje que hay en estas zonas. Normalmente en la zona basal del tronco solo hemos encontrado orificios cuando el número de estos y, por tanto, el número de larvas hospedantes de esas cepas ha sido muy alto.

4.3.2.2. Larvas

De todas las cepas evaluadas, solamente en 7 de ellas no hemos encontrado ninguna larva, aunque todas estas que no tenían larvas en su interior presentaron algún orificio de emergencia, incluso en una había un total de 9. El número máximo obtenido ha sido de 97 larvas en una sola cepa, de la D.O. Rueda. En total se han encontrado 868 larvas, de las cuales el 71,3 % estaba en el tronco y el 28,2 % en los brazos.

En las Figuras 4.22 se presenta el porcentaje de larvas encontradas en cada zona de la planta, separando tronco y brazos en tres zonas, igual que los orificios. Tal y como podemos ver, el mayor número

Figuras 4.22. SITUACIÓN DE LAS LARVAS (EN %) EN EL TRONCO Y LOS BRAZOS.



ro de larvas se encuentran en la zona superior del tronco y la zona basal del brazo. Si representamos la cepa en conjunto podremos observar que el mayor número de larvas se van a encontrar en la zona de la cruz, tal y como pasaba con los orificios de emergencia, situándose en esta zona un 40,7 % del total de larvas que hemos extraído de la madera. En la Figura 4.23 se representa la disposición espacial de las larvas en el interior de la cepa.

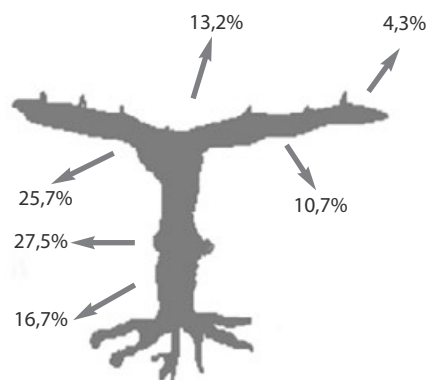


Figura 4.23. Situación (en %) de las larvas en la cepa

Un estudio similar a este se hizo con *Aca-
lolepta vastator* (Newman, 1847) en vid,
donde el 75 % de las larvas se encontra-
ron en el tronco y el 25 % en los brazos,
situándose en la zona de la horquilla o
cruz un 60 % de todas las larvas extraídas
(GOODWIN y PETTIT, 1994).

Se encontraron 21 larvas por debajo de
la zona de patrón, siempre coincidiendo
con niveles poblacionales muy altos. Es-
tas se han incluido en la zona basal del
tronco al hacer las Figuras 4.22 y 4.23.
Igual que pasaba con los orificios, au-
mentó el número de larvas en la zona
basal del tronco cuando el número de
estas encontradas por cepa es alto, ya
que en estas circunstancias tienen que
colonizar toda la madera disponible y
progresan hacia las zonas en las que hay
un número menor de larvas.

Otro dato que también hemos obtenido
con la apertura mensual de cepas es la
orientación de las larvas, al anotar si en el
corte transversal de la cepa se encontraban
cabeza arriba, abajo o de forma horizontal.
Los resultados han sido los siguientes: 49,8
% de las larvas se encontraron moviéndose

hacia arriba en la cepa, un 33,0 % hacia abajo y un 17,2 % en horizontal. Esto nos demuestra que las larvas discurren por la cepa describiendo galerías en vertical, horizontal, hacia arriba o hacia abajo.

En cuanto a la situación de las larvas respecto al corte transversal de la madera, los resultados se muestran en la Figura 4.24. Hemos dividido el corte en 3 zonas: periférica, media y central, encontrándose la mayor cantidad de larvas en la zona próxima al ritidoma.

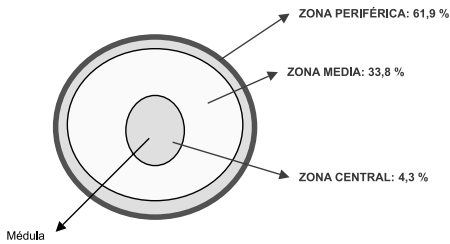


Figura 4.24. Situación de las larvas (en %) en el corte transversal de la cepa

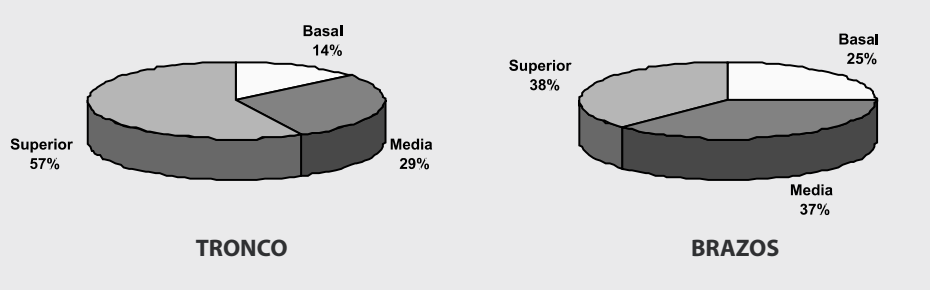
La mayor parte de las larvas encontradas en la zona periférica han sido sobre todo de primeros y últimos estadios, esto es, casi recién emergidas y próximas a crisalidar (de 0,3 – 0,8 cm y 2 – 2,2 cm) mientras que las encontradas en las zonas media y central han estado en un estadio medio de desarrollo, en torno a 1,2 – 1,7 cm.

4.3.2.3. Pupas

En los meses de marzo a junio, además de encontrar larvas también se encontraron pupas al realizar los cortes transversales en las cepas. Se contaron un total de 40 pupas, correspondiendo a un valor medio de 10 pupas / mes.

En la Figura 4.25 se muestra la situación de estas en el tronco y en los brazos y en la Figura 4.26 la situación con respecto al total de la cepa.

Figuras 4.25. SITUACIÓN DE LAS NINFAS (EN %) EN EL TRONCO Y LOS BRAZOS.



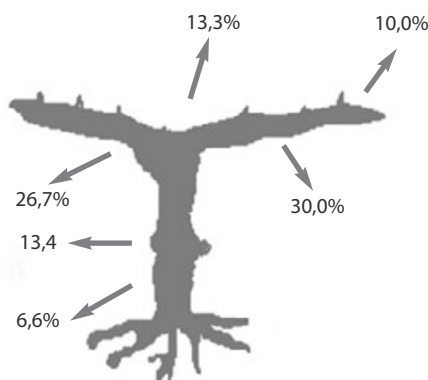


Figura 4.26. Situación (en %) de las pupas en la cepa

Igual que ocurría en el caso de larvas y de orificios de emergencia, y como es lógico, el mayor número de pupas se encuentran en la zona de la cruz, exactamente un 40 % de las halladas. Esto también ocurría en el estudio similar a este que se realizó para *A. vastator* en viñedos de Australia (GOODWIN y PETTIT,

1994). También el número de pupas encontrado en la zona basal del tronco es muy bajo y siempre coincidente con niveles poblacionales muy altos.

4.3.2.4. Huevos

Aunque el objeto de estas aperturas mensuales no era contar el número de huevos por cepa, sí que se hicieron observaciones de estos en los cortes de poda y en el ritidoma, entre los meses de abril a julio.

Además de todo lo anterior, estas aperturas mensuales nos han servido también para poder ver cuáles son los estadios de desarrollo que aparecen cada mes del año, tal y como se muestra en la Tabla 4.10. De esta forma también podemos observar que la emergencia de los adultos es escalonada durante varios meses en primavera e inicio de verano.

Tabla 4.10. CICLO VITAL DE *X. ARVICOLA* (EXTRAÍDO DE LAS APERTURAS MENSUALES DE CEPAS, AÑO 2002).

MES	LARVAS	PUPAS	ADULTOS	HUEVOS
FEBRERO	◆			
MARZO	◆	◆		
ABRIL	◆	◆	◆	◆
MAYO	◆	◆	◆	◆
JUNIO	◆	◆	◆	◆
JULIO	◆		◆	◆
AGOSTO	◆			
SEPTIEMBRE	◆			
OCTUBRE	◆			
NOVIEMBRE	◆			

4.3.3. Longevidad de los distintos estados de desarrollo

La cría artificial de insectos nos aporta una aproximación de la duración de los distintos estados de desarrollo, aunque las condiciones serán siempre mucho más controladas que en campo y por tanto los resultados habrá que tomarlos como orientativos.

Mediante la utilización de dietas sintéticas hemos conseguido reproducir al completo el ciclo, siendo la duración del estado larval de un año. Por las observaciones de las aperturas de las cepas que se encontraban al aire libre en el evolucionario, creemos que en condiciones naturales las larvas permanecen en la madera durante dos años. Esta disminución en el tiempo del ciclo de vida utilizando dietas ha sido demostrado por otros autores, como GARDINER

(1970), que redujo el tiempo de vida a la mitad e incluso en un tercio, en varias especies de cerambícidos, entre las que se encuentran algunos *Xylotrechus*, como *X. undulatus* (Say, 1824), *X. sagittatus* (Germar, 1821) o *X. colonus* (Fabricius, 1775).

En la Tabla 4.11 se presenta la duración de los diferentes estados en condiciones de laboratorio. Se ha representado el número de individuos estudiados en cada estado, el porcentaje de mortalidad y la duración mínima y máxima antes de pasar al estado siguiente. No incluimos el factor de mortalidad de las larvas porque las neonatas se adaptan bastante mal a las dietas, por lo que si consideráramos con respecto al total de las larvas las muertes en este estadio los resultados resultarían incorrectos. La duración de los imagos se refiere exclusivamente al tiempo en que están activos.

Tabla 4.11. MORTALIDAD Y DURACIÓN DE CADA ESTADO DE DESARROLLO, EN CONDICIONES DE LABORATORIO (A 20° C).				
ESTADO	Nº TOTAL	MORTALIDAD (%)	DURACIÓN MÍNIMA (días)	DURACIÓN MÁXIMA (días)
Huevo	153	22,2	8	14
Larva	40	—	243	502
Pupa	43	4,6	14	34
Imago	196	—	11	30

De forma general, si comparamos los valores obtenidos con los de la especie *X. quadripes*, veremos que salvo el adulto, que tiene una longevidad mayor, de 24 a 29 días, el resto de los estados tienen una duración menor, siendo de 3-9 días para huevos, 50-90 días para larvas y 9-15 días para pupas (VISITPANICH, 1994a).

4.3.3.1. Huevo
El estado de huevo dura entre 8 y 14 días, siendo la media de 11 días. Los primeros huevos fueron puestos por las hembras en laboratorio el día 20 de abril (del año 2003) y los últimos el 6 de julio (también en el año 2003).

Este es el estado que ha resultado más sensible en condiciones de laboratorio, con una tasa de mortalidad del 22,2 %, por lo que pensamos que es una de las fases más críticas del desarrollo. Además, al hacer la hembra la puesta en el ritidoma o en las hendiduras de la madera; es decir, en el exterior, es junto con las larvas recién emergidas, los estados que consideramos más susceptibles para los tratamientos fitosanitarios.

Este porcentaje de mortalidad de huevos coincide con los valores generales dados para ceraméricos por otros autores. *X. quadripes* presenta un valor de 22 % (VISITPANICH, 1994a); *Monochamus alternatus* (Hope, 1842) un 21-13 % (KOBAYASHI *et al.*, 1984); *Oberea schaumii* (LeConte, 1852) un 21 % (GRIMBLE *et al.*, 1969); *Ischnorox antiqua* (Aurivillius, 1922) el 30 % (CARABAJAL, 2003).

4.3.3.2. Larva

El desarrollo larvario en laboratorio se llevó a cabo en un solo año, utilizando dietas sintéticas. La duración máxima fue de marzo del 2003 a julio del 2004, con un total de 502 días y la mínima de julio de 2003 a marzo de 2004, que se corresponde con 243 días. La utilización de dietas semisintéticas y naturales se redujo exclusivamente a larvas extraídas de la madera en estados avanzados, ya que las larvas neonatas morían en pocos días en estas dos formulaciones. Las semisintéticas funcionaron muy bien cuando las larvas tenían un tamaño aproximado de 8 mm en adelante, hasta pasar al estado de pupa. En las naturales se observó que, si bien las larvas no morían, sí que se ralentizaba mucho su

desarrollo con respecto a otras de edad similar alimentadas con otro tipo de dieta.

Establecemos por tanto una duración media de un año en laboratorio, que sería aproximadamente desde el mes de abril – julio de un año hasta esos meses del año siguiente.

Aunque no tenemos datos muy exactos, ya que como hemos mencionado las dietas no funcionaron muy bien con larvas neonatas, pensamos que este es un estado también crítico, y además susceptible, ya que la larva tarda un tiempo en introducirse en el interior de la madera, permaneciendo al alcance de los tratamientos fitosanitarios. VISITPANICH (1994a) hizo la misma observación para *X. quadripes*.

4.3.3.3. Pupa

El período de pupación osciló entre los 14 y los 34 días, siendo la media de 20 días. Las primeras pupas aparecieron el día 3 de marzo (en el año 2002) y las últimas el 30 de junio (en el año 2003). No hubo diferencias significativas entre la duración de las pupas que dieron lugar a machos y las que dieron lugar a hembras.

Pensamos que este es el estado menos sensible de todo el ciclo, ya que de todas las pupas que tuvimos en laboratorio solamente 2 no llegaron a término. Otras 2 dieron lugar a adultos con malformaciones, pero es bastante posible que se deba a alteraciones debidas al manejo.

4.3.3.4. Imago

La longevidad de los imagos se divide en dos etapas: una primera en la que la pupa se ha deshecho de la cubierta y el

adulto está ya formado pero aún permanece en la cámara pupal y una segunda etapa que se refiere al período activo.

En cuanto a la primera etapa, en condiciones de laboratorio, ha tenido una duración máxima de 11 días y una duración mínima de 3, siendo la media de 6 días.

Con respecto a la etapa en la que se muestran activos, ha oscilado entre 11 y 30 días, teniendo una media de 16 días.

No se han observado diferencias en cuanto a la longevidad entre machos y hembras.

4.3.4. Crecimiento y desarrollo

El desarrollo de *Xylotrechus* es el típico de los insectos con ciclos holometábolos, no existiendo diferencias notables dentro de cada estadio.

Durante el estado de huevo no se producen cambios en el aspecto exterior del mismo, la forma y el tamaño permanecen invariables durante la maduración, únicamente se observa un ligero cambio en el color, que torna a más crema, en el momento próximo a la eclosión.

Del huevo emerge la larva de primer estadio que, como ya comentamos con anterioridad, no presenta ninguna estructura especial para romper el corion. La única diferencia que detectamos fue un mayor tamaño de la cabeza. El número de estadios larvarios es difícil de determinar ya que las larvas de pequeño tamaño alimentadas con dietas artificiales mezclan los restos de la muda con los productos que componen la dieta, siendo muy difíciles de diferenciar.

No obstante, fruto de las observaciones minuciosas hechas sobre algunas larvas, creemos que los estadios oscilan de 6 a 8. Estos datos hay que tomarlos como orientativos ya que el número de estadios larvarios puede ser variable en algunos Cerambycidae, como ya demostró ADACHI (1994) para el caso de *Anoplophora malasiaca* (Thomson, 1864), que puede tener de 7 a 15 estadios antes de llegar a pupar.

A lo largo de todo el desarrollo la larva va aumentando de tamaño hasta llegar al estado de pupa. Este estado transcurre en el interior de la cámara pupal, y la pupa ni se alimenta ni se desplaza, aunque sí que presenta unos ligeros movimientos abdominales. Se produce un progresivo cambio en la coloración, que pasa de más blanquecina a más amarillenta, a la vez que los ojos y las mandíbulas cambian de color crema en pupas recién formadas a totalmente negros cuando está próximo a salir el adulto (Figuras 4.27 y 4.28).



Figura 4.27. Pupa recién formada



Figura 4.28. Pupa en avanzado estado de desarrollo



Figura 4.30. Imago emergiendo por el orificio de salida

El imago recién emergido permanece en el interior de la cámara pupal. Al principio el abdomen tiene un tamaño desproporcionado y los élitros no lo cubren en su totalidad, además la coloración es muy apagada, casi crema (Figura 4.29). Transcurridos unos días, va adquiriendo los colores típicos de la especie, amarillo y negro intenso, el abdomen va disminuyendo de tamaño hasta que toma su forma normal y el tegumento toma una consistencia dura. En este momento el adulto sale del orificio (Figura 4.30). En su vida activa no se produce ningún cambio fisiológico apreciable en su coloración, tamaño y forma.



Figura 4.29. Imago despojándose de la exuvia pupal

En cuatro adultos de laboratorio se registraron malformaciones teratológicas en las alas, que tenían un tamaño muy pequeño y no llegaba a cubrir ni la mitad del abdomen.

4.3.5. Descripción general del ciclo

A continuación describiremos el ciclo biológico de forma general.

Los adultos comienzan a aparecer en los viñedos en el mes de marzo, al principio en pequeño número, que se va incrementando hasta alcanzar unos máximos de población en mayo – junio. A los pocos días comienzan las cópulas y posteriormente las puestas. La hembra oviposita en las hendiduras de los cortes de poda o en el ritidoma de las cepas, en número variable de huevos que van de 3 a 7 (PELÁEZ *et al.*, 2002). Una vez eclosionan, las pequeñas larvas neonatas se introducen en la madera. Allí van describiendo galerías verticales,

horizontales, descendentes o ascendentes, hasta que, transcurridos aproximadamente dos años, hacen la cámara pupal. Esta consiste en una galería de una anchura mayor que el resto sin nada de serrín, directamente conectada con el exterior, estando esta abertura taponada con serrín (Figura 4.31). En ella la larva se transforma en pupa y ahí permanece hasta dar lugar al adulto, en principio con tonalidades beige y luego perfectamente formado y con la coloración típica de la especie. Este adulto sale al exterior a través del orificio de emergencia, iniciándose de nuevo el ciclo.

En la Figura 4.32 se puede observar el ciclo completo.

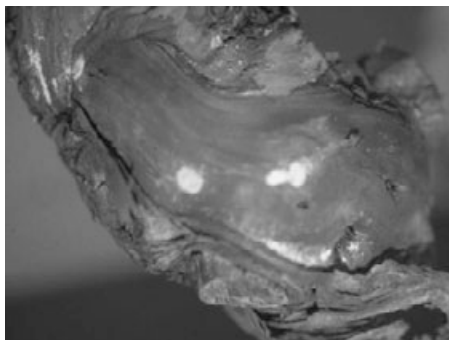


Figura 4.31. Futuros orificios de emergencia de adultos taponados de serrín. Detrás de este serrín se encuentra el hueco de la cámara pupal.

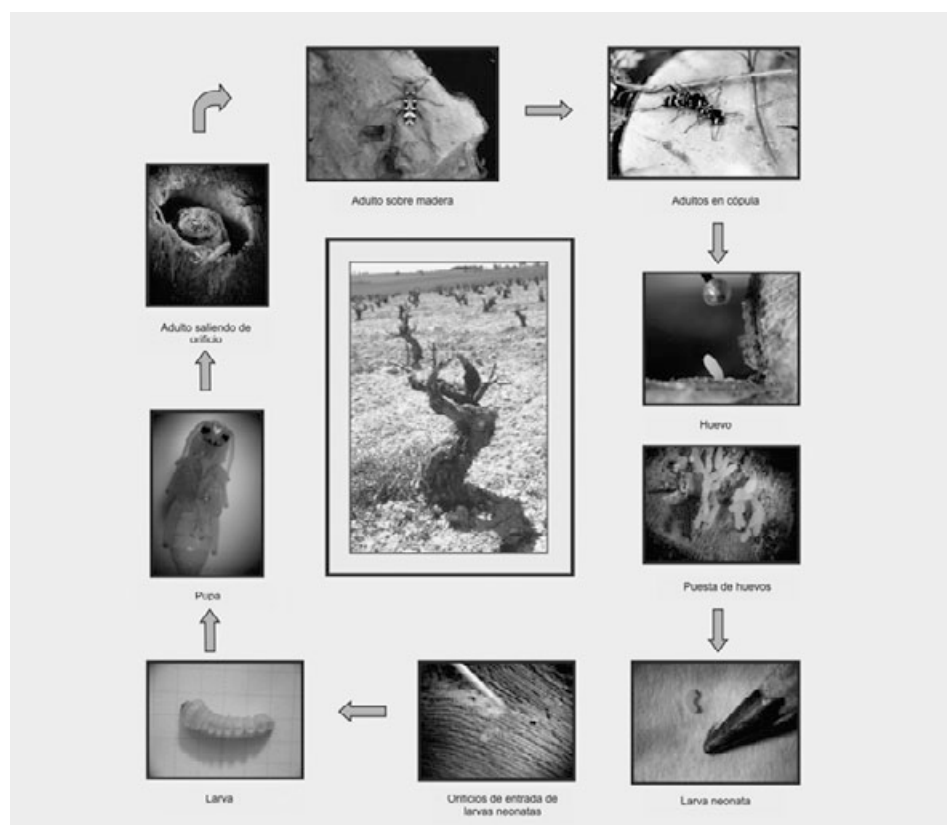


Figura 4.32. Ciclo biológico de *X. arvicola*

4.3.5.1. Síntomas y daños producidos por *X. arvicola* en viñedo

Los síntomas externos de la presencia de *X. arvicola* en viñedo son los orificios de emergencia de los adultos (Figuras 4.33 y 4.34) y las galerías, ya sean nuevas o viejas, que se observan sobre todo en los cortes de poda. La diferencia entre galerías nuevas y galerías viejas (Figura 4.35) es que en las primeras el serrín es blanquecino y está ligeramente suelto, mientras que en las segundas este toma una coloración marrón oscura. En muchos casos las galerías viejas en los cortes de poda son oquedades en la madera, ya que el serrín se ha desprendido por acción del viento o de la lluvia.

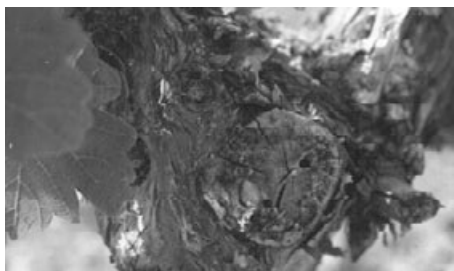


Figura 4.33. Orificios de emergencia



Figura 4.34. Orificios de emergencia

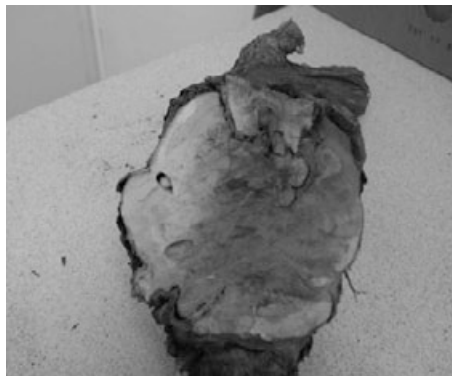


Figura 4.35. Galerías nuevas y viejas

Como consecuencia del movimiento de las larvas por el interior de la madera, se produce una disminución de la superficie vascular y la planta se ve debilitada en su desarrollo (Figura 4.36). También es bastante frecuente que, a niveles poblacionales elevados, los sarmientos se caigan ante cualquier empuje por el viento o golpe con el tractor.



Figura 4.36. Cepa con desarrollo deficiente

4.3.6. Enemigos naturales

SLÁMA (1991), GEORGIEV y KOLAROV (1999) y VIVES (2000) citan que *X. arvicola* puede ser parasitado por los icneumónidos *Xorides filiformis* (Gravenhorst, 1829), *X. rufipes* (Gravenhorst, 1829), *X. praecatorius* (Fabricius, 1793); *X. propin-*

quus (Tschek, 1869) y *X. gracilicornis* (Gravenhorst, 1829), por los braconídeos *Doryctes leucogaster* (Nees, 1834) y *Aspicolpus carinator* (Nees, 1812) y por los áulidos *Aulacostethus schelettereri* Kiev y *Pristaulacus obscuripennis* Westwood.

Sin embargo, en todos nuestros trabajos no hemos encontrado ninguna larva parasitada, por lo que suponemos que el porcentaje de muerte por parasitismo de esta especie es muy bajo.

4.3.7. Aspectos etológicos

4.3.7.1. Etología del adulto

Razón de sexos

Los 196 imagos a los que se les hizo el seguimiento de la longevidad de este estado se dividieron en machos y hembras, obteniéndose una razón de sexos de 0,87 machos/hembras. Esto indica que no existen prácticamente diferencias en cuanto al número de machos y de hembras, no habiendo tampoco observado que las emergencias de uno u otro sexo se produjeran antes en el tiempo, cosa que en algunos cerambídeos como *A. vastator* sí que ocurre, los machos son más numerosos en el período de emergencia temprano y las hembras al final del ciclo (GOODWIN y PETTIT, 1994).

Esta es una característica que varía mucho de unos cerambídeos xilófagos a otros, encontrándonos casos como *X. quadripes* con una razón de sexos de 0,62 (VISITPANICH, 1994a); *I. antiqua* con un valor de 0,37 (CARABAJAL, 2003) o *Criodion torticalle* con 0,60 (FIORENTINO y DIODATO, 1987).

Camuflaje, mimetismo y vuelo

X. arvicola tiene hábitos diurnos y suele encontrarse sobre las hojas de las vides en días soleados. No realiza vuelos muy largos salvo cuando aprovecha golpes de viento. Fundamentalmente camina por la planta. En cuanto nota el menor movimiento se protege en el envés de las hojas o en el ritidoma de las vides, de forma bastante hábil y rápida. Se les ve especialmente activos en días de mucho calor y en las horas de máximo sol.

Al tener una coloración de élitros amarilla y negra se puede confundir con ciertos himenópteros, asemejándose con algunas avispas florícolas. Esto, junto con su desplazamiento sobre flores y ramas con una marcha rápida y entrecortada, les sirve de disuasión para muchos posibles depredadores (VIVES, 2000).

Hábitos alimentarios

BUTOVITSCH (1930) clasifica a los Cerambycidae según su régimen alimentario en ocho grupos: los que se alimentan de flores, de corteza, de follaje, de acículas y conos de pino, de albura, de frutas, de raíces y de hongos. Según LINSLEY (1959) algunos cerambídeos no necesitan alimentarse, mientras que otros sí, ya que si no lo hacen no existe maduración del huevo.

X. arvicola copuló y posteriormente ovipositó en condiciones de laboratorio independientemente de que la caja o el terrario en la que estaba situado tuviera corteza, madera, flores, agua, azúcar ..., o incluso que estuviese vacía, por lo que suponemos que la alimentación no es

fundamental para alcanzar la madurez sexual ni lograr la fertilidad de los huevos.

Sin embargo en algunas ocasiones hemos observado adultos alimentarse en unos recipientes con agua azucarada colocados en los terrarios.

Encuentro de sexos y características de la cópula

De todas las observaciones hechas en las cajas en las que hemos introducido parejas de *X. arvicola* hemos sacado un patrón general de comportamiento, que pasamos a relatar:

A los 24-48 horas de vida de los imagos se inician las cópulas. Generalmente tienen lugar varias cópulas seguidas en el mismo día, con un intervalo de separación variable entre unas y otras. El proceso se inicia con el acercamiento lentamente del macho hacia la hembra y el posterior rechazo por parte de esta, aunque en ciertas ocasiones hemos observado a la hembra corretear tras el macho. Tras varios intentos separados un intervalo de unos segundos, por fin el macho es aceptado.

Para efectuar la cópula el macho monta a la hembra, la toma firmemente con sus patas anteriores colocándolas sobre los élitros. Se producen una serie de movimientos de vaivén alternados con períodos de reposo pero con cópula. Estos dos comportamientos se observan también en la especie *X. quadripes* (VISITPANICH, 1994a). En algunas ocasiones se observa a la hembra caminando por el terrario con el macho encima de ella.

Las cópulas tienen una duración aproximada de 1 a 2 minutos, tras los cuales los dos miembros se separan para volver a comenzar de nuevo transcurridos un intervalo de tiempo variable, de unos minutos a varias horas.

Características de la oviposición

La oviposición de *X. arvicola* comprende una serie secuencial de actos: primero la hembra camina por el tronco o los brazos en busca del lugar más adecuado, una vez encontrado este se detiene y explora con el ovipositor para ver si el lugar está suficientemente protegido de los depredadores. Este proceso se repite varias veces hasta que finalmente deposita los huevos. Normalmente el sitio elegido por las hembras son grietas o hendiduras en los cortes de poda o en la madera en general o bien en la parte interior del rítidoma de las vides.

El número de huevos por puesta es variable y puede ir desde huevos aislados hasta grupos de más de 20 huevos superpuestos muchos de ellos sobre otros.

4.3.7.2. Etología de los estadios larvarios

Características de la eclosión de las larvas.

GARDINER (1966) distingue dos tipos de eclosiones de las larvas:

- Tipo A: la larva sale por sí misma del huevo, perforando uno de los extremos mediante sus mandíbulas
- Tipo B: el huevo se abre lateralmente mediante movimientos peristálticos del abdomen y espinas toraco – abdo-

minales de la larva, que parten el corion lateralmente.

Para el caso de *X. arvicola*, hemos observado que la eclosión de las larvas corresponde con el tipo B, abriéndose el huevo de forma lateral.

Características de la penetración de la larva en la planta hospedante.

Una vez emergida, la larva neonata comienza a roer la madera y la perfora, produciendo un serrín muy fino que va saliendo hacia el exterior, y que se observa al borde del orificio de entrada. Estos orificios suelen estar muy bien protegidos, de forma que para verlos hay que descortezar en muchos casos la cepa. Tienen sección oval y diámetro de 1 a 2 mm.

Descripción de las galerías larvarias

Las galerías producidas por las larvas de *X. arvicola* se caracterizan por ser de sección elíptica. De las 75 galerías medidas, el diámetro mayor ha tenido una media de 7 mm, variando en un rango de 3 a 13 mm y el diámetro menor ha sido de 4 mm de media, con un rango de 2 a 7 mm.

Las galerías son individuales y llenas de serrín (claro u oscurecido según se trate de galerías nuevas o viejas), bien definidas y profundas. A niveles altos de población se encuentran muy próximas unas a otras, aunque siempre separadas aunque sea por una capa de madera muy fina. Hemos observado que si dos galerías discurren de forma paralela, llegado un momento una de ellas se gira, cogiendo una dirección completamente contraria. Esto puede estar relacionado

con el comportamiento caníbal de esta especie.

En la Figura 4.37 se observan varias larvas haciendo galerías verticales en la zona próxima al ritidoma.



Figura 4.37. Galerías verticales

Comportamientos defensivos

Las larvas de *X. arvicola* emiten sonidos estridulatorios cuando se encuentran alimentándose del interior de la madera. Posiblemente estos sonidos sirvan para ahuyentar a posibles parásitos o depredadores, pero también puede que indiquen su situación espacial dentro de la cepa, evitando de este modo el encuentro entre varios individuos. Hemos observado en laboratorio que, colocando dos larvas juntas en un mismo recipiente, se producen serias heridas unas a otras (Figura 4.38) semejantes a nódulos oscuros (Figura 4.39), llegando incluso a morir una de ella o las dos.

GRIMBLE *et al.* (1969) señalan que el canibalismo es una posible fuente de mortalidad, especialmente en estadios tempranos de algunas especies de ceramécidos. Para el caso de la vid, GOODWIN y PETTIT (1994) sugieren que la competencia larva-

ria en una misma cepa podría ser el factor de mortalidad más importante en algunos estadios de *A. vastator*.

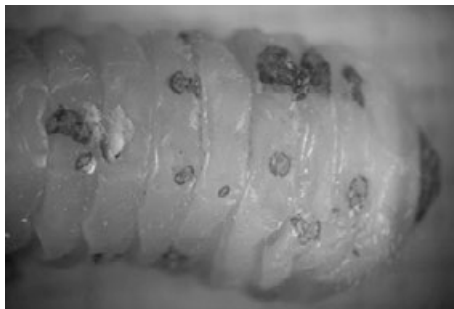


Figura 4.38. Heridas producidas por una larva

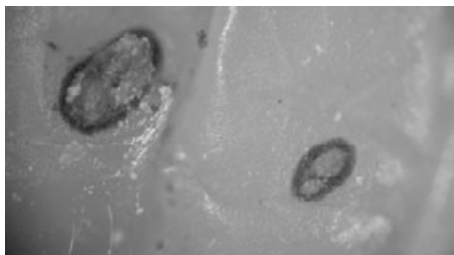


Figura 4.39. Detalle de herida

Características de la muda

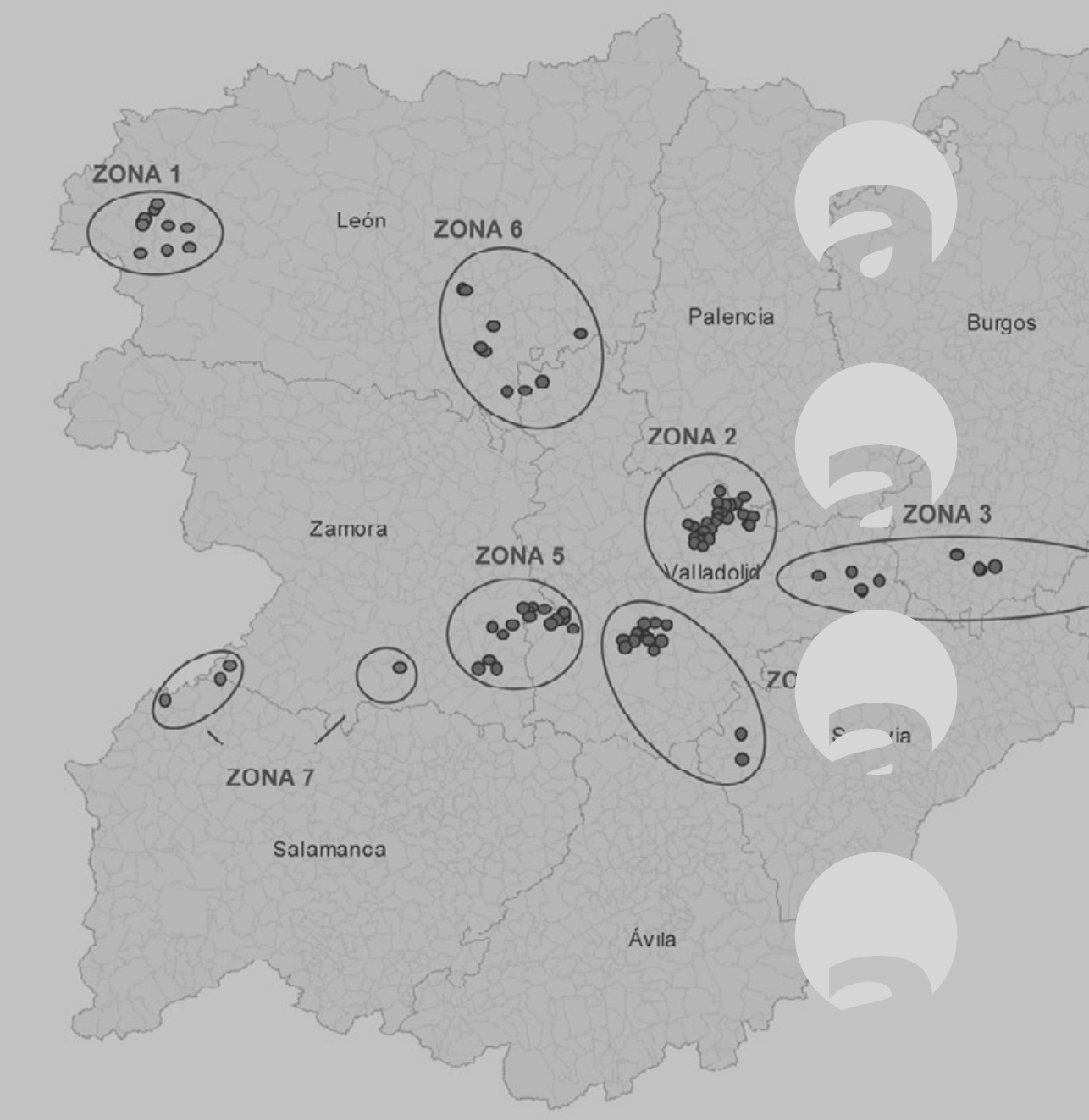
Al igual que ocurre con otros cerambícidos, la fase de muda de *X. arvicola* pasa por dos fases: una fase previa o de premuda y la fase de muda propiamente dicha.

En la fase de premuda las larvas dejan de alimentarse y el cuerpo se queda ligeramente rígido. Ya en la muda propiamente dicha la larva va desprendiéndose de la cutícula mediante movimientos abdominales.

Durante el proceso de muda se observaron muchas anomalías, incluso en determinadas ocasiones algunas larvas llegaron a acumular más de una exuvia, junto con la cápsula cefálica correspondiente, en la parte final del abdomen (Figura 4.40), llegando a morir sin pasar al estado adulto.



Figura 4.40. Larva con varias exuvias



Capítulo 5: Distribución y mapas de infestación



ita_{CyL}

CAPÍTULO 5: Distribución y mapas de infestación

5.1. Introducción

En este capítulo se realiza un estudio de la distribución geográfica de *X. arvicola* en los viñedos de Castilla y León, tanto los ubicados en las cinco Denominaciones de Origen como en algunas Asociaciones de Vinos de la Tierra, que son los que mayor importancia económica representan dentro del sector vitivinícola en esta Comunidad.

Según VIVES (2000), *X. arvicola* es una especie típicamente holomediterránea que alcanza Irán. En nuestra fauna es común, se distribuye por toda la Península y llega hasta las Islas Baleares, aunque sus larvas se han citado sobre otro tipo de huéspedes, pero no en viñedo.

BAGGIOLINI y EPARD (1968), al hablar de un coleóptero xilófago de la misma tribu que *X. arvicola*, *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758), cuyos daños son similares, decían que antes de alarmar a los viticultores había que estudiar la distribución e importancia del insecto en el cultivo de la vid.

Con el fin de conocer la presencia real de este coleóptero en Castilla y León, se plantean los siguientes objetivos parciales en este capítulo:

- Estudiar la presencia o ausencia de *X. arvicola* en viñedos de las Denominacio-

nes de Origen Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda y Toro y en otras zonas vitícolas de importancia acogidas a la mención Asociación Vinos de la Tierra.

- Realizar un análisis de la incidencia del coleóptero en cada una de las zonas estudiadas.
- Hacer mapas de distribución del xilófago.

5.2. Material y métodos

5.2.1. Prospecciones de campo

Este estudio se ha realizado durante la parada vegetativa de la vid en los años 2000, 2002, 2003 y 2004, muestreando un número de parcelas de control que se han ido incrementando de forma paulatina a lo largo del tiempo. En el primer año únicamente se realizó la prospección de síntomas externos en la Denominación de Origen Cigales, aumentándose a Bierzo, Rueda, Ribera del Duero y Toro en el año 2002 y 2003. En el último año se completó con un mayor número de parcelas la D.O. Ribera del Duero y se eligieron algunas en las Asociaciones de Vinos de la Tierra: Arribes del Duero, Tierra de León y Tierra de Zamora. El número de parcelas examinadas cada año en cada zona del estudio aparece en la Tabla 5.1, habiéndose prospectado, como podemos observar, un total de 207 parcelas a lo largo de los años.

Tabla 5.1. PARCELAS PROSPECTADAS DURANTE LOS AÑOS DEL ESTUDIO EN CADA DENOMINACIÓN O ZONA VITÍCOLA.

	2000	2002	2003	2004	TOTAL
D. O. BIERZO		4	7	11	22
D.O. CIGALES	20	2	24	21	67
D.O. RIBERA DEL DUERO		3	3	18	24
D.O. RUEDA		11	16	17	44
D.O. TORO		4	16	17	37
OTRAS ZONAS VITÍCOLAS				13	13
TOTAL	20	24	66	97	207

En cada parcela se marcaba un cuadro de 450 cepas, 10 filas por 45 cepas, de forma que la cepa número 1 estaba siempre situada al noreste. En el caso de que las dimensiones de la parcela lo permitían, se alternaban filas de no muestreo entre las de muestreo, de forma que el área evaluado por parcela aumentaba. Cada cepa se examinaba de forma individual anotando la presencia de síntomas externos de la plaga; es decir, orificios de emergencia de adultos y galerías, ya sean nuevas o viejas, de progresión de las larvas, de forma que se le daba el calificativo de positiva o negativa respecto a la presencia del xilófago.

Dentro de cada marco de control se muestreaban las cepas situadas en las filas 1, 5 y 10, de modo que suponían un máximo total de 135 cepas en cada par-

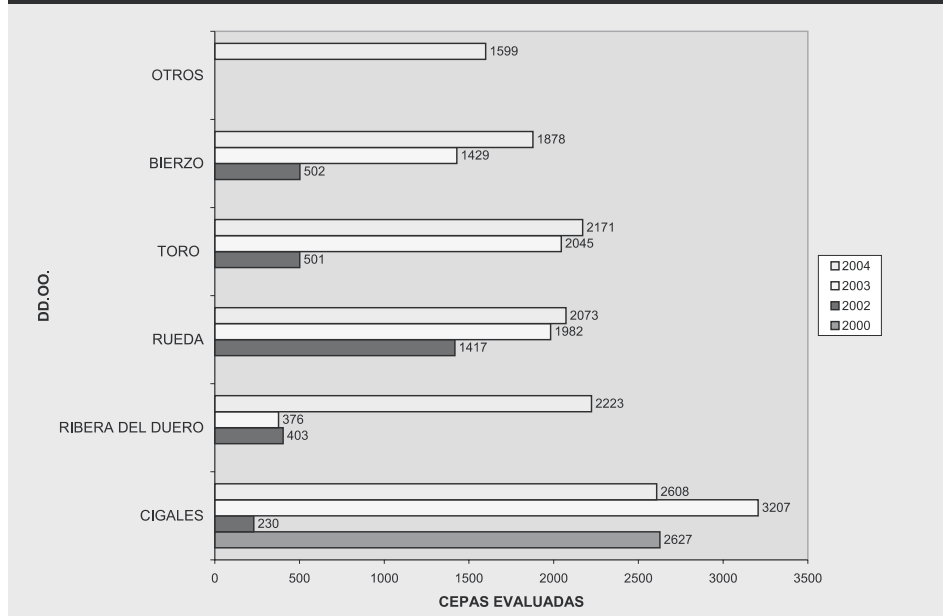
cela, a las que se eliminaban las marras, patrones y cepas jóvenes (entendiendo por tal aquellas menores de dos años de edad desde el momento de la plantación).

Las parcelas se escogieron de forma que abarcaran toda la distribución geográfica de cada área de estudio, aumentando el número de parcelas de seguimiento en los parajes en los que la densidad del cultivo de la vid era mayor. Cada una de estos puntos de muestreo se referenció con un GPS marca GARMIN modelo LEGEND.

Una excepción a esta metodología se realizó en la parcela número 8 de la D.O. Bierzo. En esta parcela coexisten un conjunto de variedades que fueron plantadas en el mismo año y que están en las mismas condiciones de cultivo en cuanto a clima, tratamientos fitosanitarios, labores culturales, etc... En esta parcela se decidió evaluar un total de 14 filas de 50 cepas cada una, con 7 variedades diferentes, distribuidas a lo largo de la extensión total del viñedo.

En la siguiente Figura se muestran el total de cepas evaluadas en cada zona a lo largo de los años del estudio, que han supuesto un total de 27.271 cepas.

Figura 5.1. CEPAS EVALUADAS CADA AÑO EN CADA ZONA.



Una vez examinadas todas las parcelas, hemos estudiado la presencia e incidencia del coleóptero en estas zonas vitícolas de Castilla y León.

5.2.2. Mapas de infestación

Una vez georreferenciadas todas las parcelas en las que se han hecho las prospecciones de síntomas externos mediante un GPS de la marca GARMIN modelo LEGEND se han vertido los datos en el ordenador utilizando el programa MAP-SOURCE 4.09. De ahí se han pasado los datos al programa ARCMAP, versión 8.3, con el que se han realizado los mapas de infestación de cada Denominación o Asociación Vitícola.

5.3. Resultados y discusión

5.3.1. Presencia e incidencia de *X. arvicola* en viñedos de Castilla y León

5.3.1.1. Denominación de Origen Bierzo

En la D. O. Bierzo la prospección de síntomas externos de *X. arvicola* comenzó en el año 2002, con tan solo 4 parcelas de muestreo que se fueron incrementando hasta un total de 11 en el año 2004.

En la siguiente Tabla se muestra el porcentaje de parcelas y cepas totales en las que hemos encontrado síntomas del coleóptero a lo largo de los años, apareciendo al lado de cada año las parcelas y cepas totales examinadas.

Tabla 5.2. PORCENTAJE DE PARCELAS Y CEPAS ATACADAS POR *X. ARVICOLA* EN LA D.O. BIERZO DURANTE EL PERÍODO 2002-2004.

	2002 4 parcelas 502 cepas	2003 7 parcelas 1.429 cepas	2004 11 parcelas 1.878 cepas
% de parcelas afectadas	0	14,3	9,1
% de cepas afectadas	0	2,3	2,3

Como podemos observar, *X. arvicola* está presente en los viñedos del Bierzo en un porcentaje muy bajo. Tenemos que decir que solamente hemos encontrado síntomas claros en una única parcela, la número 8, en la que ya hemos mencionado que hay un conjunto de variedades distintas plantadas en la misma fecha y que comparten técnicas culturales y climatología. En esta parcela, el porcentaje de cepas afectadas pasó de un 16,3 % en el año 2003 a un 25,1 % en 2004.

En algunas parcelas de edad superior a 40 años se encontraron unos orificios circulares similares a los de *X. arvicola* pero de un tamaño menor. En mayo del año 2004 capturamos un ejemplar de hembra de *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758), cerambícido de la misma tribu, que puede ser, entre otros, el causante de estos orificios, ya que según VIVES, 2000 es una especie euroasiática, habitual en la Península Ibérica y Baleares. Sus larvas son muy polífagas y han sido citadas en multitud de huéspedes, entre ellos en *Vitis sp.* (BOVEY, 1989).

5.3.1.2. Denominación de Origen Cigales

La D. O. Cigales es la región vitícola en la que el estudio ha sido más detallado, tanto en lo que respecta al número de parcelas muestreadas como a los años en los que se han realizado las prospecciones. Ello se debe fundamentalmente a que fue en esta zona donde se tuvieron los primeros avisos por parte de los agricultores de la presencia de los síntomas externos que ya hemos mencionado anteriormente.

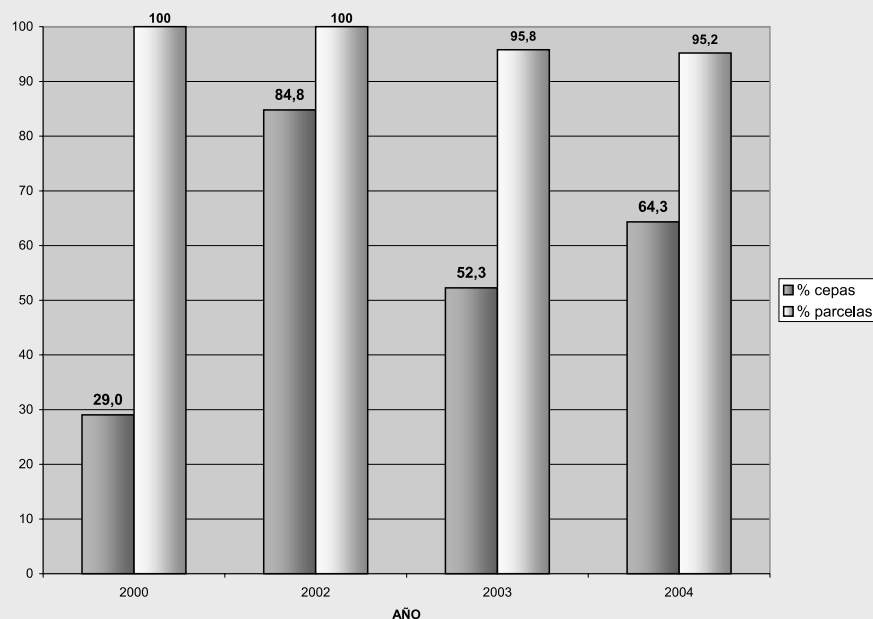
En la Tabla 5.3 se muestra el porcentaje de parcelas y de cepas afectadas en los años del estudio. Junto al año aparecen las parcelas y las cepas totales que fueron muestreadas en ese período.

Tabla 5.3. PORCENTAJE DE PARCELAS Y CEPAS ATACADAS POR *X. ARVICOLA* EN LA D.O. CIGALES DURANTE EL PERÍODO 2000-2004.

	2000 20 parcelas 2.627 cepas	2002 2 parcelas 230 cepas	2003 24 parcelas 3.207 cepas	2004 21 parcelas 2.608 cepas
% de parcelas afectadas	100	100	95,8	95,2
% de cepas afectadas	29,0	84,8	52,3	64,3

En la siguiente Figura se observa la evolución de esta plaga, en cuanto al porcentaje de cepas y de parcelas afectadas, en esta Denominación de Origen.

Figura 5.2. EVOLUCIÓN DE LA AFECCIÓN DE *X. ARVICOLA* EN LA D.O. CIGALES. AÑOS 2000-2004.



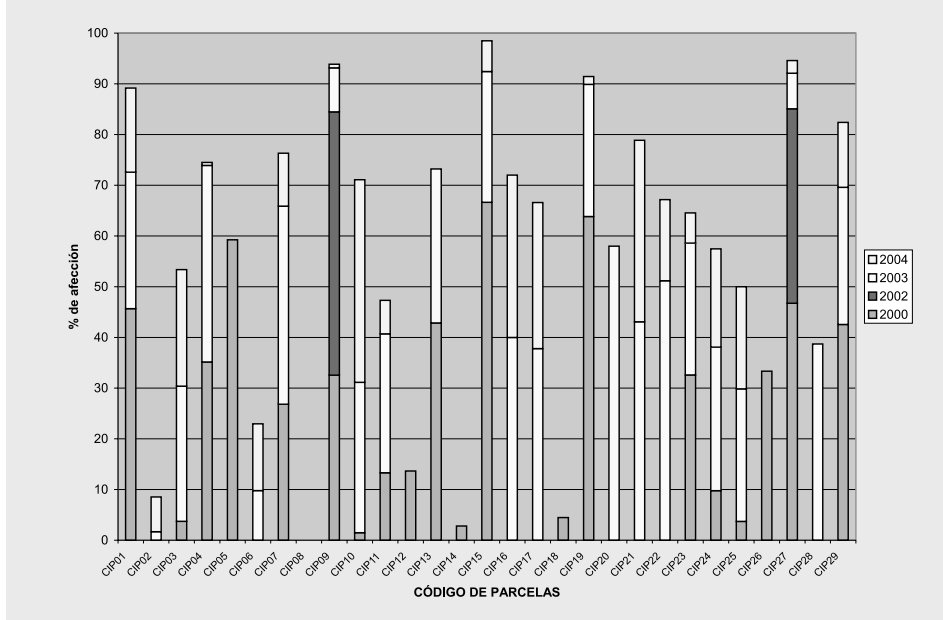
Durante el año 2002 solamente se prospectaron dos parcelas de esta Denominación, por lo que este valor tan alto de cepas afectadas no refleja la realidad de la zona.

Como podemos ver, y sin tener en cuenta el año 2002, *X. arvicola* está presente en la D.O. Cigales en un porcentaje alto, que está aumentando año tras año, llegando en el año 2003 a colonizar más de la mitad de las cepas muestreadas en

esta zona. La disminución en el número de parcelas afectadas en los años 2003 y 2004 se debe a que se cogió una nueva parcela que era joven, de edad inferior a 10 años, que, como veremos en el capítulo siguiente, están por lo general mucho menos afectadas por este cerambícido.

En la siguiente Figura se muestra la evolución de las cepas afectadas a lo largo del estudio en todas las parcelas.

Figura. 5.3. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS AFECTADAS EN CADA PARCELA EN EL PERÍODO 2000-2004 EN LA D.O. CIGALES.



De forma general podemos observar que en casi todas las parcelas se produce un aumento bastante importante de las cepas afectadas a lo largo de los años. Únicamente hay una parcela de todas las muestreadas que no ha presentado síntomas externos en los dos años en los que se ha hecho la prospección en ella, que justamente coincide con una parcela de menos de 10 años de edad, que es la CIP08.

Hay que destacar que algunas parcelas en las que hubo muy poca incidencia en el año 2000 presentaron porcentajes muy altos en relación en el 2003. Tal es el caso de CIP03 (que pasó de un 3,8 % de cepas afectadas en 2000 a 53,4 % en 2002), CIP10 (cuya evolución fue de 1,5

% a 31,1% y a 71,1 % en 2004) y CIP24 (cuyo porcentaje de cepas afectadas aumentó de un 9,8 % a más de un 38% en el 2003, aumentando a más de un 50% en el 2004). Hay algunas parcelas que presentan unos porcentajes de síntomas muy altos, como por ejemplo CIP09, CIP15, CIP19 y CIP27 que tienen o han tenido más del 90 % de las cepas colonizadas por *X. arvicola*.

En la Figura 5.3 podemos observar que el aumento en el número de cepas afectadas fue más regular en todas las parcelas durante el año 2003, mientras que en los otros años hay algunas parcelas en las que aumentaron mucho las cepas con síntomas externos y otras en las que prácticamente no se notó este aumento.

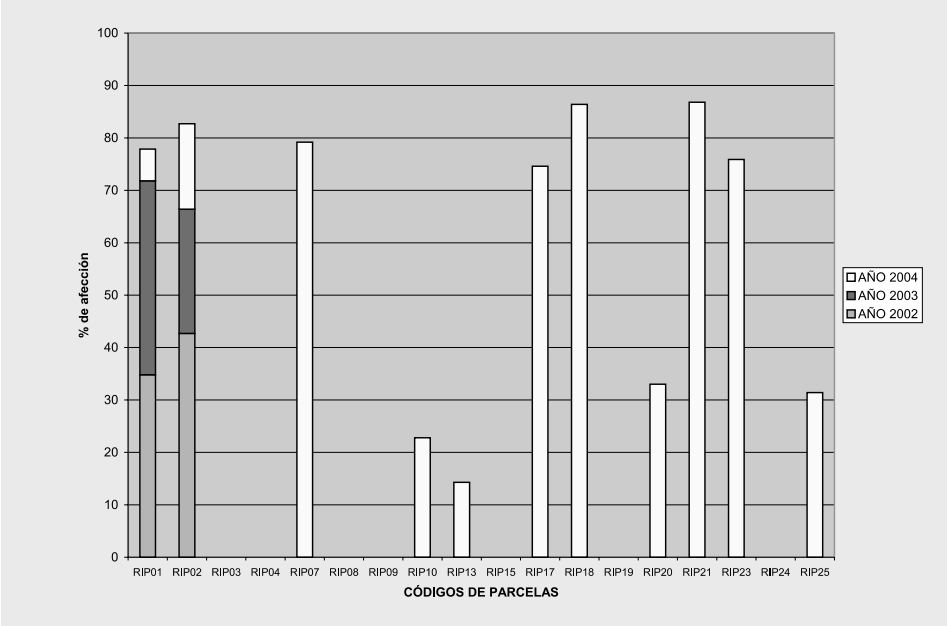
5.3.1.2. Denominación de Origen
Ribera del Duero

En esta D.O., los estudios para determinar la presencia de *X. arvicola* se iniciaron en el año 2002, en una parcela en la que el viticultor ya había observado síntomas. Esta misma parcela fue la que se prospectó en el año 2003. En el 2004 se distribuyeron y posteriormente muestrearon un total de 18 parcelas a lo largo de todo el área de la Denominación, con objeto de estudiar detalladamente la distribución de la plaga.

En la siguiente Tabla 5.4 y Figura 5.4 aparecen las parcelas y cepas afectadas cada año con respecto al total estudiado y los códigos de las parcelas con la evolución del número de cepas con síntomas.

Tabla 5.4. PORCENTAJE DE PARCELAS Y CEPAS ATACADAS POR <i>X. ARVICOLA</i> EN LA D.O. RIBERA DEL DUERO DURANTE EL PERÍODO 2002-2004.			
	2002 3 parcelas 403 cepas	2003 3 parcelas 376 cepas	2004 18 parcelas 2.223 cepas
% de parcelas afectadas	66,6	66,6	61,1
% de cepas afectadas	25,8	46,1	36,9

Figura 5.4. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS AFECTADAS EN CADA PARCELA EN EL PERÍODO 2002-2004 EN LA D.O RIBERA DEL DUERO.



En esta Denominación podemos destacar la bipolaridad existente: hay bastantes parcelas que no presentan síntomas (con-

cretamente 7) mientras hay otras en las que el número de cepas afectadas es muy alto, (en torno al 70% o más en 7 parcelas).

Comparando las parcelas que se han muestreado durante los tres años, 2002, 2003 y 2004, salvo en RIP03 que es una parcela joven en la que no se han encontrado síntomas, las otras dos presentan unos niveles crecientes de cepas con *X. arvicola*, siendo el porcentaje final acumulado de afección en 2004 muy alto en las dos, de 77,8% en RIP01 y 82,7 % en RIP02.

5.3.1.3. Denominación de Origen Rueda

En la D. O. Rueda el estudio se realizó durante los años 2002, 2003 y 2004, con un total de 44 parcelas muestradas en este tiempo. En la siguiente Tabla se muestra

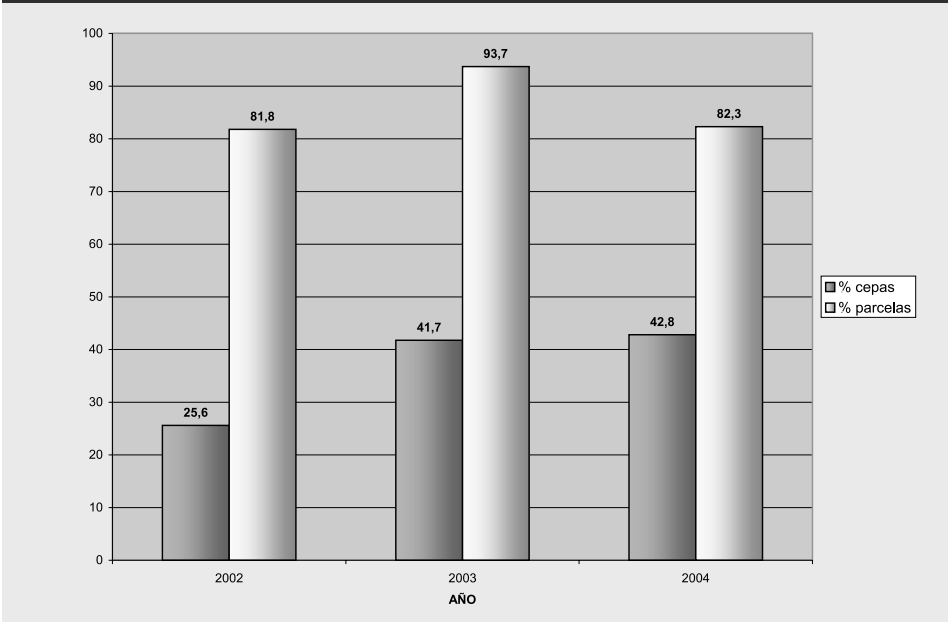
el porcentaje de parcelas y de cepas afectadas, junto con el número total de parcelas y cepas examinadas cada año.

Tabla 5.5. PORCENTAJE DE PARCELAS Y CEPAS ATACADAS POR *X. ARVICOLA* EN LA D.O. RUEDA DURANTE EL PERÍODO 2002-2004.

	2002 11 parcelas 1.417 cepas	2003 16 parcelas 1.982 cepas	2004 17 parcelas 2.073 cepas
% de parcelas afectadas	81,8	93,7	82,3
% de cepas afectadas	25,6	41,7	42,8

La evolución de la plaga se muestra de forma gráfica en la Figura 5.5.

Figura 5.5. EVOLUCIÓN DE LA AFECCIÓN DE *X. ARVICOLA* EN LA D.O. RUEDA. AÑOS 2002-2004.



Como se puede ver, el número de cepas afectadas en esta Denominación de Origen supera en la actualidad el 40 %, habiendo aumentado del año 2002 al 2003,

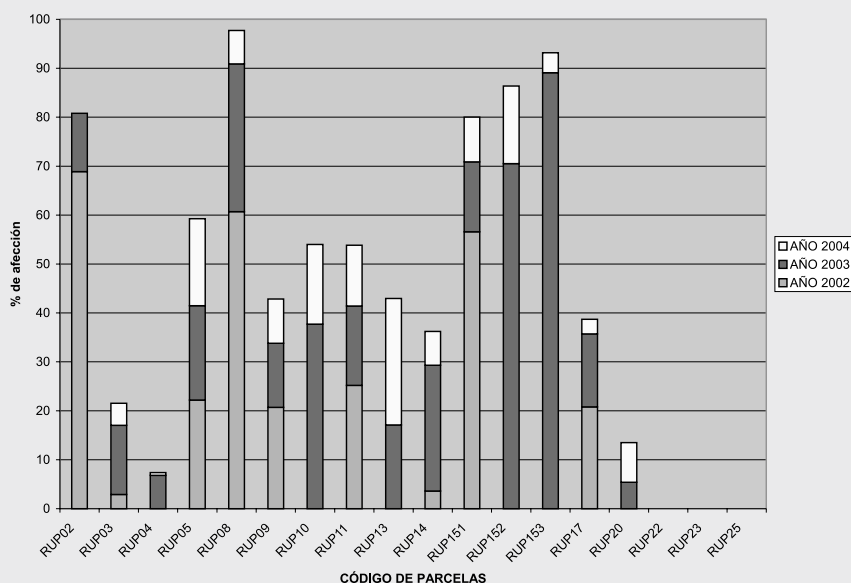
manteniéndose prácticamente constante del 2003 al 2004, aún cuando las parcelas no han sido las mismas durante estos dos años. La disminución en cuanto

al número de parcelas afectadas del año 2003 al 2004 se debe a que en este último año se eligieron parcelas de la zona más alejada de la Denominación, de Términos Municipales de Segovia, con objeto de determinar la presencia o ausencia de *X. arvicola* en esta zona, no habiendo

encontrado en las parcelas de esta provincia síntomas de la plaga.

En la siguiente Figura podemos ver la evolución del número de cepas afectadas en esta D.O. durante el período de estudio 2002-2004.

Figura 5.6. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS AFECTADAS EN CADA PARCELA EN EL PERÍODO 2002-2004 EN LA D.O. RUEDA.



Únicamente una parcela de la D.O. Rueda, la RUP25, ha mantenido el no haber presentado síntomas externos durante los dos años en los que se ha muestreado, no habiéndose encontrado tampoco síntomas en las dos parcelas prospectadas en el 2004 de la provincia de Segovia, que son la RUP22 y RUP23.

En casi todas las parcelas hay un aumento progresivo del número de cepas atacadas por *X. arvicola*, llegando a niveles

muy altos, como en la parcela RUP08, con casi el 100 % de cepas con síntomas. Destaca también RUP15, que está dividida en tres subparcelas de distintas variedades, estando atacadas en todas ellas más del 80 % de las cepas en 2004.

Señalar también que hay dos parcelas que no presentaron síntomas en el año 2002, la RUP04 y RUP20, pero que ya en el año 2003 y después en el 2004 mostraron evidencias de la presencia de *X. arvicola*.

5.3.1.5. Denominación de Origen
Toro

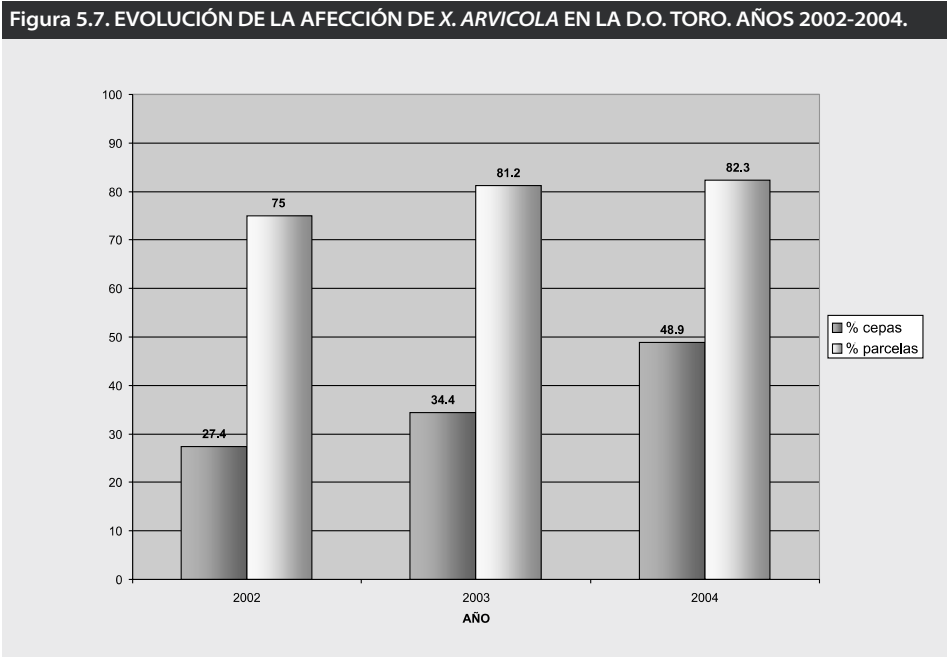
En esta Denominación las prospecciones se iniciaron en el año 2002, sobre un total de 4 parcelas, con el único objetivo de determinar la presencia del insecto. Una vez constatada esta, en el año 2003 se escogieron parcelas en todo el marco de la Denominación.

En la siguiente Tabla se presentan las cepas y parcelas afectadas con respecto al total evaluado cada año.

Tabla 5.6. PORCENTAJE DE PARCELAS Y CEPAS ATACADAS POR X. ARVICOLA EN LA D.O. TORO DURANTE EL PERÍODO 2002-2004.

	2002 4 parcelas 501 cepas	2003 16 parcelas 2.045 cepas	2004 17 parcelas 2.171 cepas
% de parcelas afectadas	75	81,2	82,3
% de cepas afectadas	27,3	34,4	48,9

En la Figura 5.7 aparece el porcentaje de cepas y parcelas afectadas cada año.

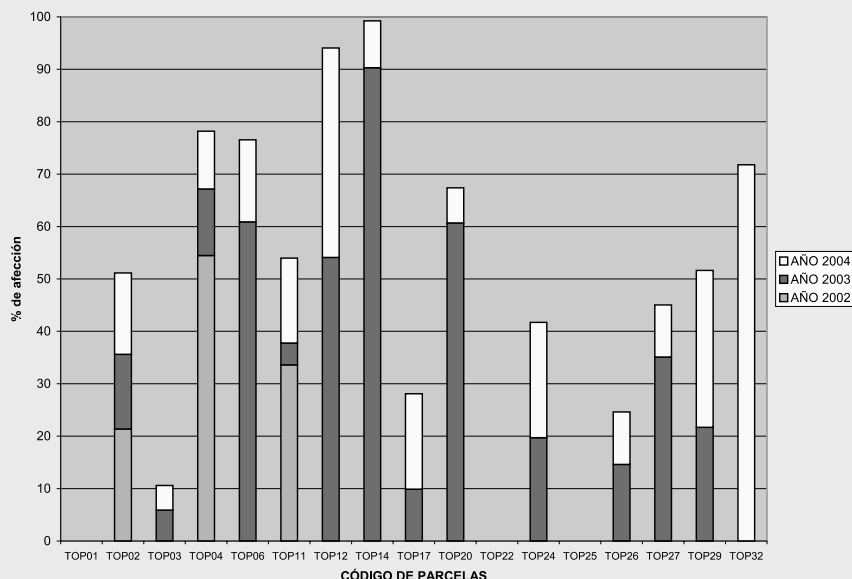


Tanto las parcelas como las cepas afectadas en esta D.O. han ido incrementándose a lo largo de los años, llegando en el 2004 a casi un 50 % de las cepas prospectadas con síntomas del coleóptero,

sobre un total de más del 80 % de las parcelas con síntomas.

Las cepas afectadas en cada parcela aparecen en la Figura 5.8.

Figura 5.8. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS AFECTADAS EN CADA PARCELA EN EL PERÍODO 2002-2004 EN LA D.O. TORO.



En esta Denominación también se ha producido en general un aumento del número de cepas atacadas por parcela a lo largo de los años, llegando a niveles verdaderamente altos, como en TOP12 o TOP14, con más del 90% de las cepas afectadas. Hay tres parcelas que no han presentado síntomas, TOP01, TOP22 y TOP25, mientras que TOP03 ha ido pasando de no estar atacada en 2002 a tener un 10,6 % de cepas con orificios o galerías acumulados en 2004.

5.3.1.6. Otras zonas vitícolas

Además de todas las Denominaciones de Origen de Castilla y León, durante el año 2004 también se realizó la prospección en algunas parcelas pertenecientes a zonas vitícolas acogidas a las siguientes Asociaciones de Vinos de la Tierra: Arri-

bes del Duero, Tierra del Vino de León y Tierra del Vino de Zamora. Estas parcelas se incluirán también en los mapas de distribución de la plaga.

Los porcentajes de cepas y parcelas afectadas en cada zona, con respecto al total estudiado aparecen en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7. PORCENTAJE DE CEPAS ATACADAS POR X. ARVICOLA EN AA.VV.TT. ARRIBES DEL DUERO, TIERRA DE LEÓN Y TIERRA DE ZAMORA, AÑO 2004.

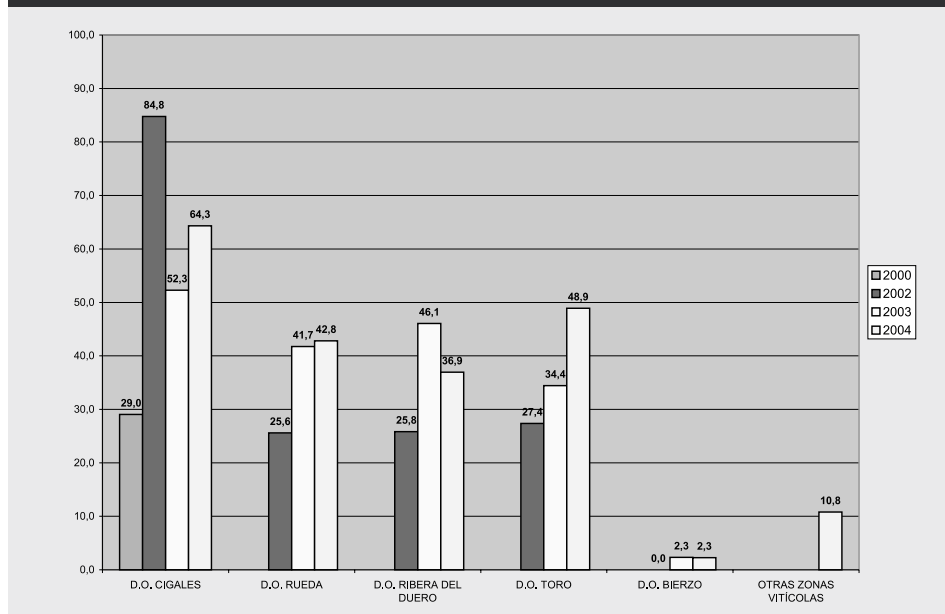
	ARRIBES DEL DUERO 3 parcelas 359 cepas	TIERRA DE LEÓN 9 parcelas 1.109 cepas	TIERRA DE ZAMORA 1 parcela 131 cepas
% de parcelas afectadas	100	22,2	100
% de cepas afectadas	31,7	3,9	12,2

5.3.1.7. Resumen general

En la Figura 5.9 presentamos un resumen general del porcentaje de cepas afectadas en las prospecciones realizadas en todas las zonas durante los años de este estudio.

Incluimos las dos parcelas que se muestrearon en la D.O. Cigales durante el año 2002, aunque los altos valores obtenidos en ella no representan la verdadera incidencia de la plaga en esta zona.

Figura 5.9. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS AFECTADAS DE *X. ARVICOLA* EN TODAS LAS ZONAS DEL ESTUDIO. AÑOS 2000-2004.



Como podemos ver, en casi todas las zonas se ha ido produciendo un aumento del número de cepas afectadas durante los años del muestreo. La Denominación de Origen que presenta un mayor nivel de afección es Cigales, con más del 60 % de las cepas con síntomas externos de *X. arvicola* en el año 2004. Por el contrario, la zona en la que la presencia de este ce-

rambícido es menor es en el Bierzo, con alrededor del 2% de las cepas afectadas.

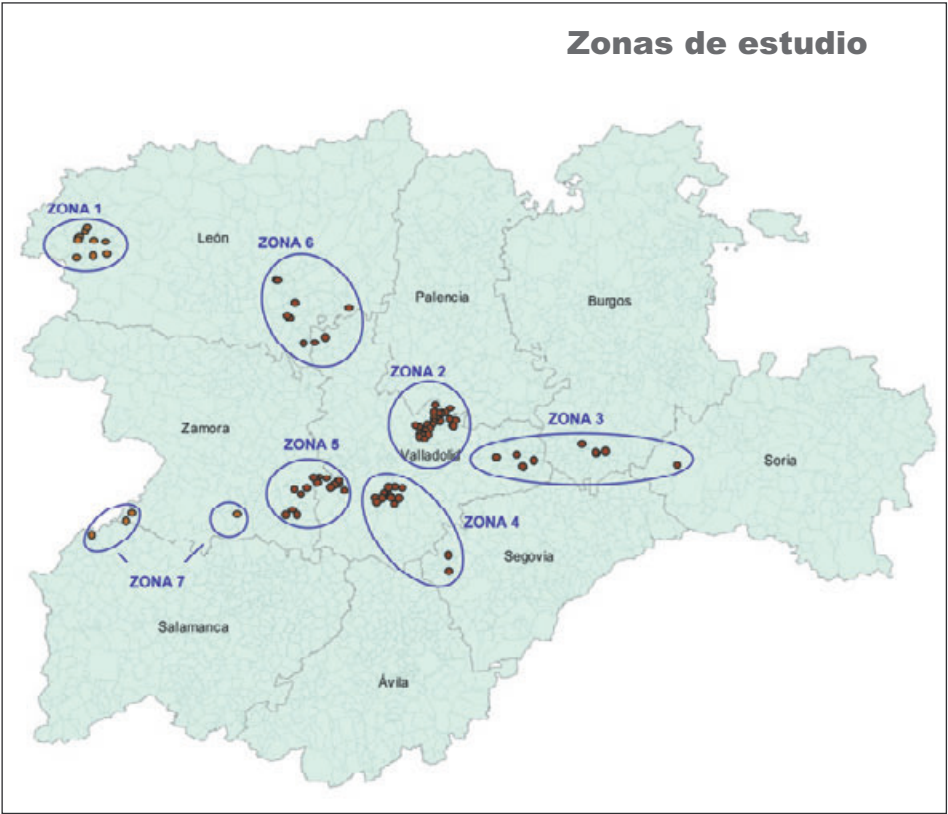
La disminución en el porcentaje de afección que se observa en algunas zonas del año 2003 al 2004, como en la Ribera del Duero o en Rueda se debe al aumento de las parcelas en las que se ha hecho el muestreo.

5.3.2. Mapas de infestación

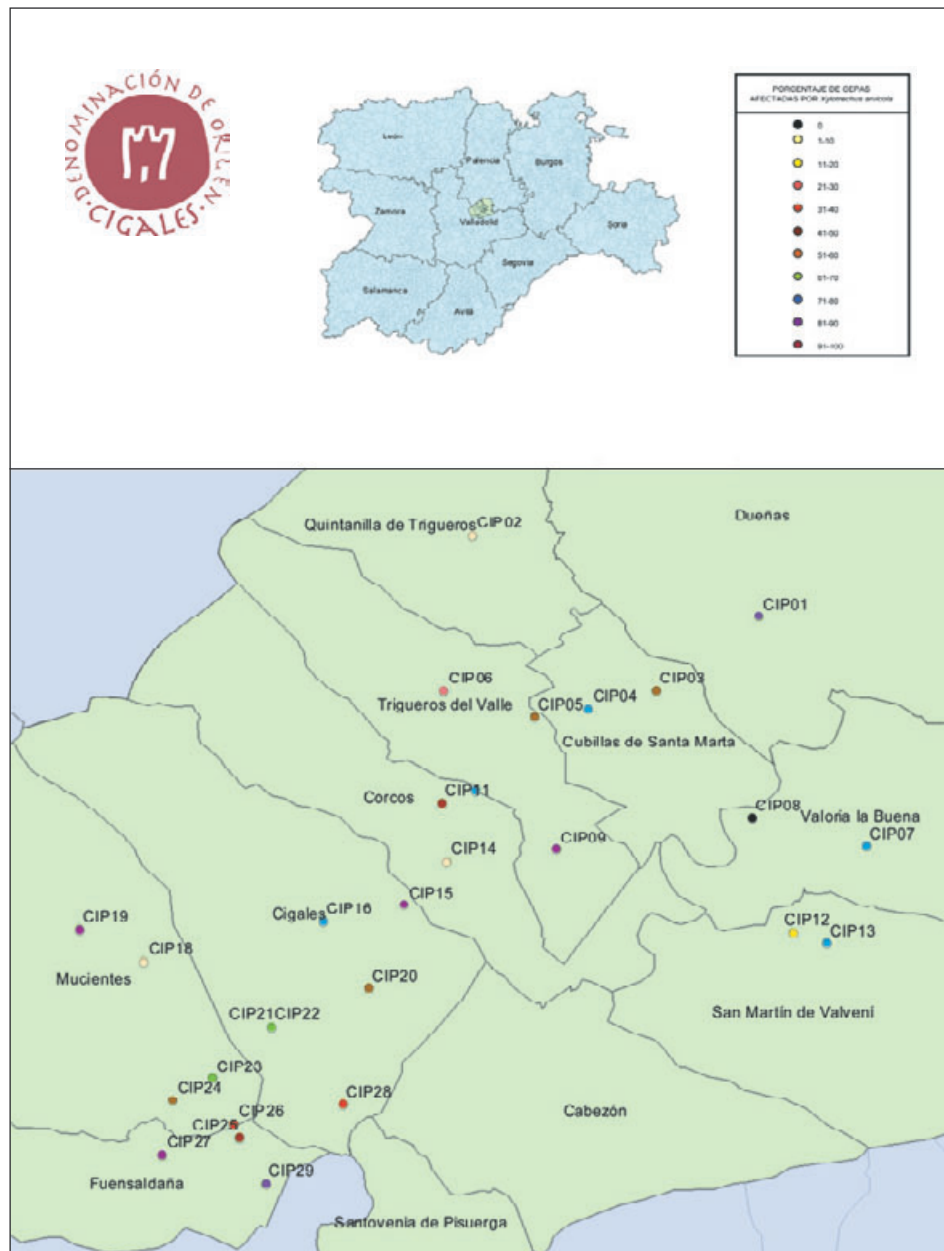
En primer lugar se muestra una Figura con todas las parcelas en las que se han hecho las prospecciones de síntomas externos de *X. arvicola* divididas en 7 zonas, tal y como se muestra en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. ZONAS DE ESTUDIO	
Nº DE ZONA	DD.OO. O AA.VV.TT.
1	Bierzo
2	Cigales
3	Ribera del Duero
4	Rueda
5	Toro
6	Tierra de León
7	Arribes del Duero y Tierra de Zamora

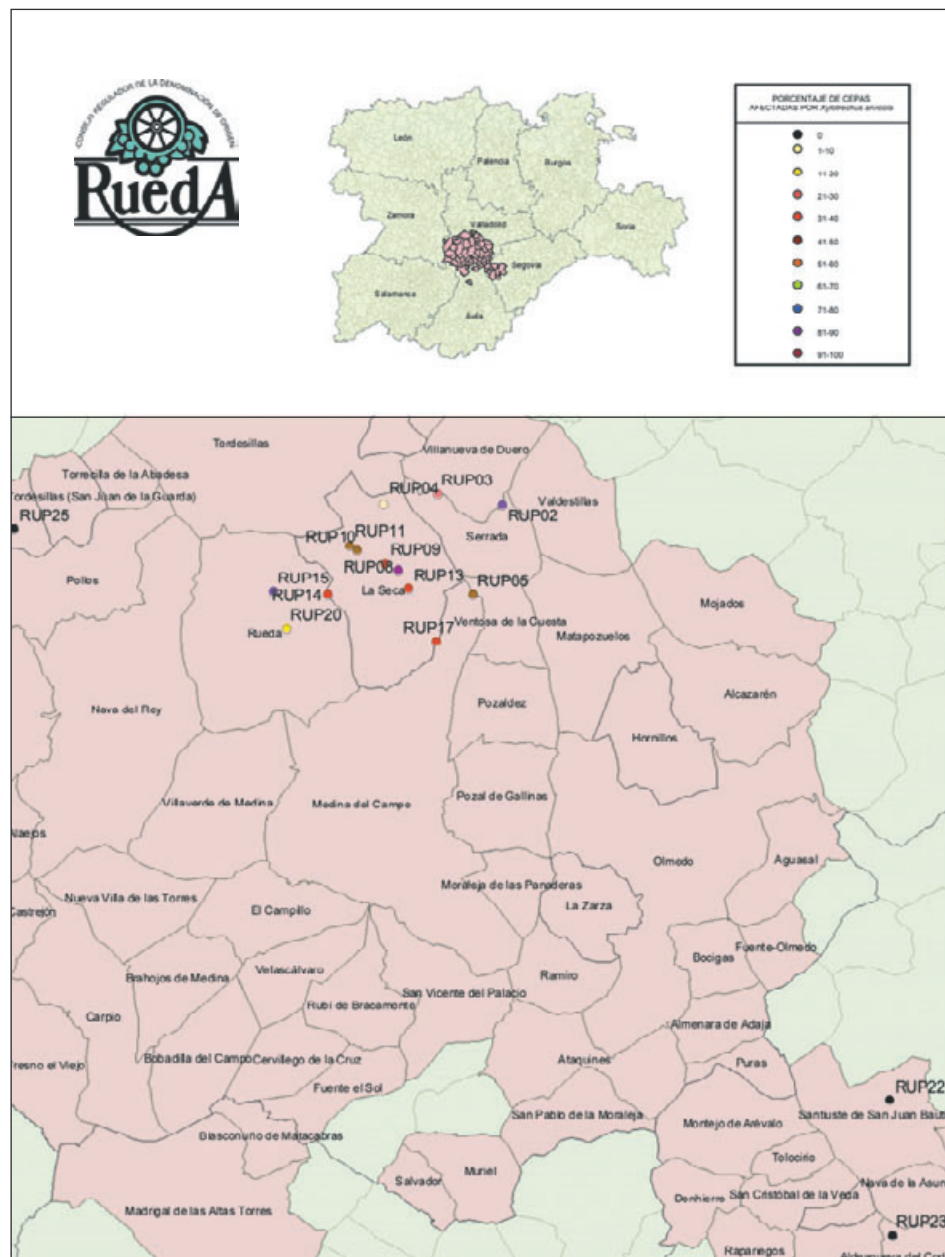
Después aparece una Figura para cada zona, en las que se señalan los Términos Municipales que agrupa cada Denominación o Asociación y los porcentajes de cepas afectadas encontradas en cada una de las parcelas que se han muestreado, respecto a un código de colores que se especifica en la leyenda.



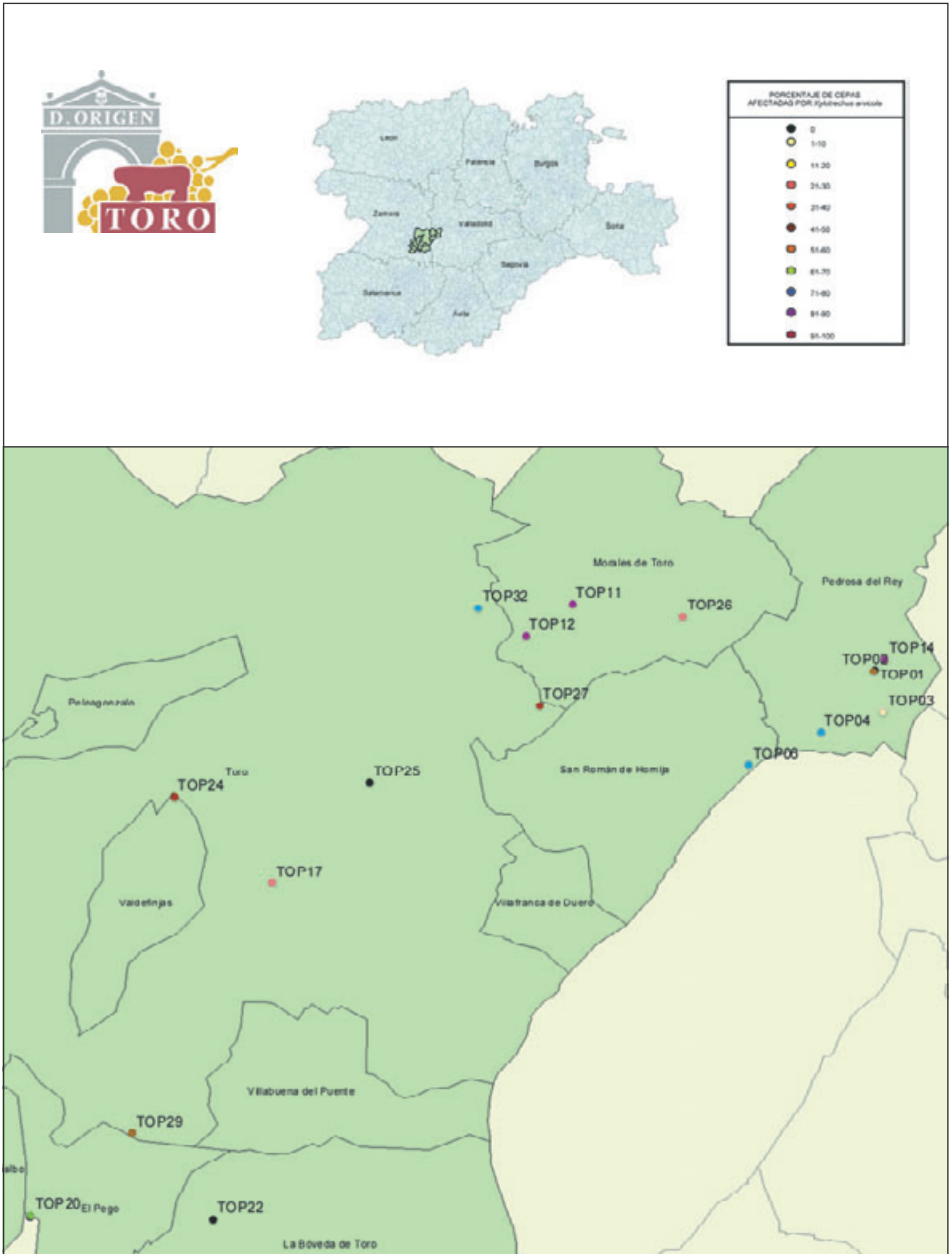
Zona 2: D.O. Cigales

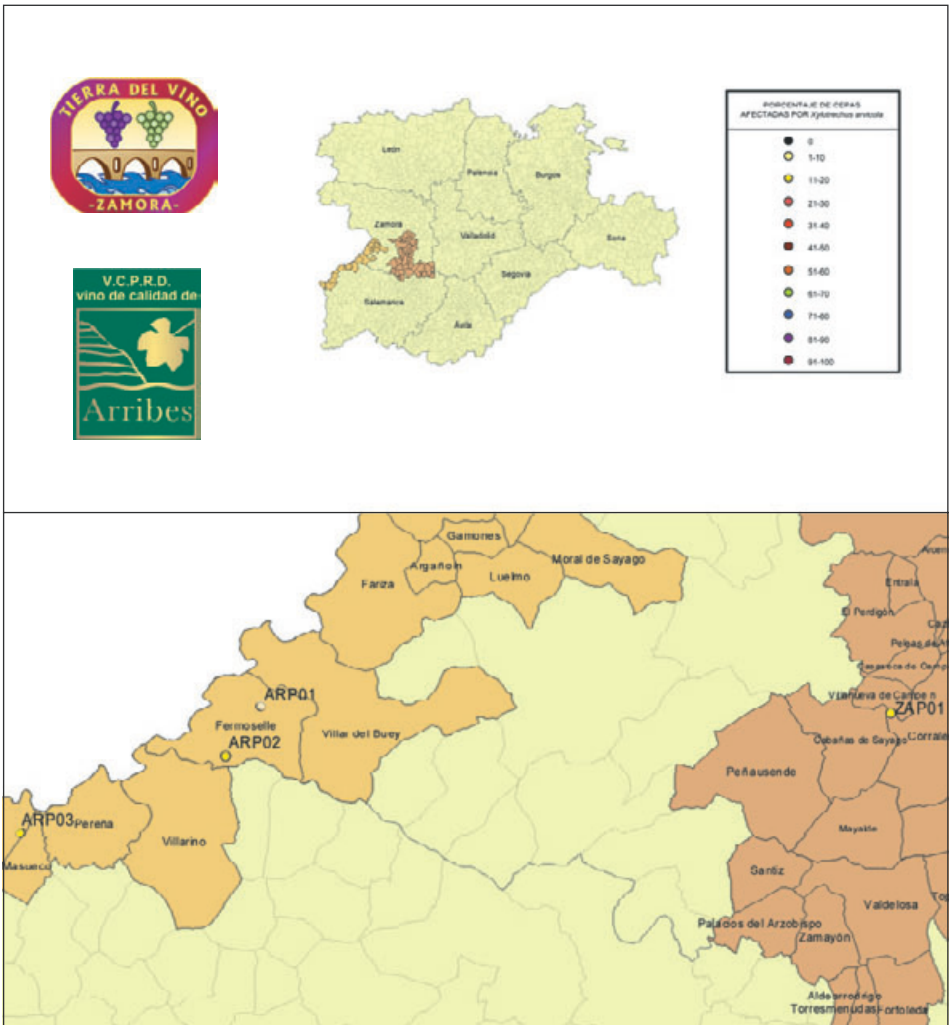


Zona 4: D.O. Rueda



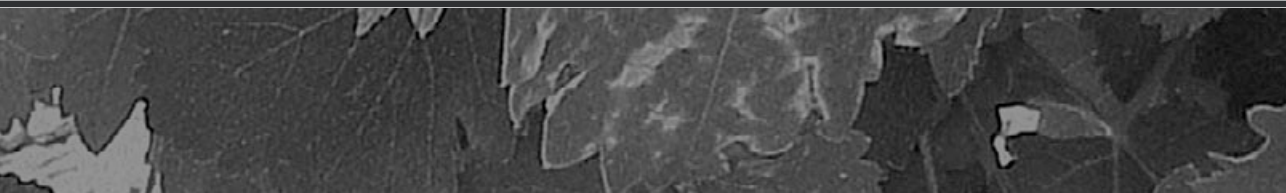
Zona 5: D.O. Toro

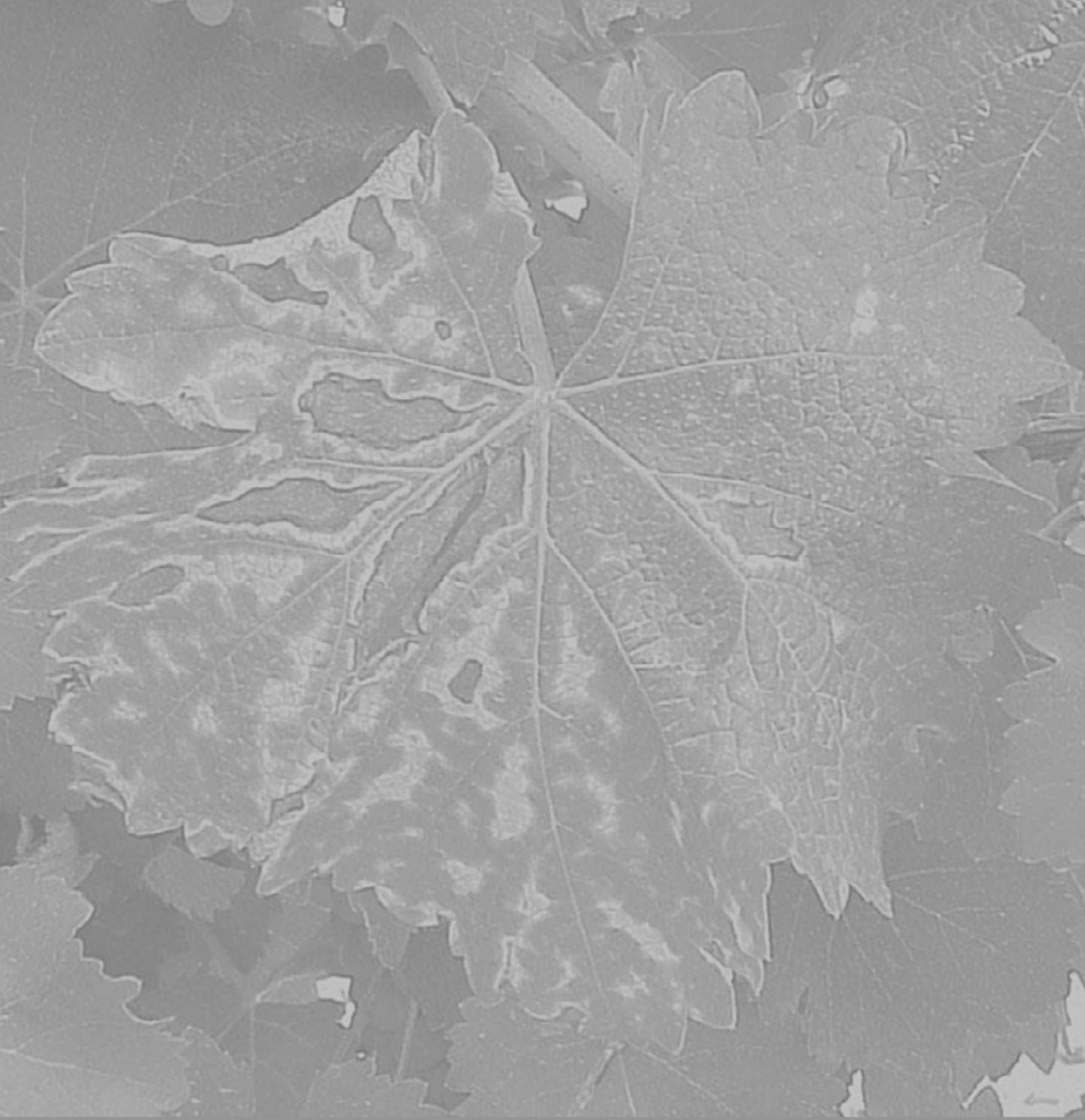






Capítulo 6: Incidencia de factores en el desarrollo de la plaga





ita_{CyL}

CAPÍTULO 6: Incidencia de factores en el desarrollo de la plaga

6.1. Introducción

Existen multitud de factores que pueden influir en la evolución de una plaga. Entre los más importantes, que no sean por causas meteorológicas, consideraremos en nuestro caso la variedad del viñedo, las características físicas y químicas de la madera, la edad, el sistema de conducción de las viñas y la presencia de hongos de madera. Estos últimos pueden contribuir al “ablandamiento” de la madera, pudiendo de este modo aumentar la presencia de *X. arvicola* en determinados viñedos, al ser más fácil alimentarse de la madera en estas condiciones.

Un cerambícido que ataca al viñedo, *A. vastator* fue estudiado mediante prospección de síntomas externos en diferentes variedades de vid en Australia (Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Pinot Noir, Semillon, Shiraz, Traminer y Trebbiano), sin que hubiera diferencias significativas en los niveles de infestación entre variedades en el mismo año, por tanto este coleóptero no mostraba “a priori” preferencia por ninguna variedad en particular (GOODWIN y PETTIT, 1994). Sin embargo, ciertas variedades como Cabernet Sauvignon o Shiraz presentaron niveles de ataque ligeramente superiores a lo largo de los años a otras como Chardonnay y Semillon.

PAYNE (1987) expresó que los insectos poseen una serie de mecanismos sensoriales y fisiológicos adaptados a las características del árbol huésped, lo que determina su preferencia; más aún, muchos de ellos han desarrollado mecanismos de adaptación para vencer las barreras a la penetración que ofrece el árbol.

Los árboles tienen una serie de mecanismos y estructuras de origen genético o adquirido que actúan como barreras a la penetración de agentes extraños, que pueden ser morfológicas, físicas o químicas (BELLUOMINI, 2002).

El desarrollo de los insectos xilófagos está influenciado por diferentes condiciones, entre las que destacan: la especie de madera, hay géneros especializados en madera de frondosas, de coníferas o indistintamente de ambas; el contenido de humedad, algunos sólo atacan maderas sanas o secas o ambas; y la presencia de hongos que, previo ataque a la madera, preparan la entrada de los insectos xilófagos, en particular alguno de ellos siempre van asociados a los hongos (PERAZA, 2001).

La estructura de la corteza y de la madera influye directamente en la fauna y flora saproxílica que en ella se encuentra por motivos físicos, como espesor y du-

reza de los diferentes elementos, y por la distinta composición y disposición histológica, que puede modificar las propiedades químicas y la distribución de los compuestos (SCHOWALTER, 1993).

RODRÍGUEZ (1998) señala que la composición química de la madera presenta una gran importancia patológica dado que los componentes principales de la pared celular así como las posibles sustancias elaboradas, presentes en los radios leñosos o en otros elementos, sirven de nutrientes a diversos organismos destructores o xilófagos.

Así, la composición química determina la presencia de unas especies u otras de insectos asociados y marca las preferencias por unas u otras familias e incluso entre árboles pertenecientes al mismo género. También influye en el proceso de colonización por parte de insectos y otros organismos, ya sea por la capacidad de producir sustancias protectoras o de elaborar diversos atrayentes. Estos son muy importantes en la colonización, habiéndose estudiado sobre todo el caso de los escolítidos (BYERS, 1992; TUNSET *et al.*, 1993). La composición también influye en la elección para realizar la puesta. Algunos cerambícidos son atraídos por diversos compuestos, como *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus, 1758), que es atraído por el α -pireno; *Ergates faber* (Linnaeus, 1761) y *Spondylis buprestoides* (Linnaeus) son atraídos también por los terpenos; *Cerambyx cerdo* (Linnaeus, 1758) es atraído por el etanol y el acetato de etilo (DAJOZ, 2001).

Además la fecundidad y la supervivencia de los insectos pueden estar afectadas por la naturaleza del alimento consumido (GILLOTT, 1980). VENKATESHA *et al.* (1995) hicieron un ensayo criando larvas de *X. quadripes* en troncos frescos de café de 4 especies diferentes: *Coffea arabica* L. (el más atacado por este insecto), *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, *Coffea excelsa* Chev. y *Coffea liberica* Bull ex Hiern. Concluyeron que el porcentaje de emergencia de adultos, el número medio de huevos presentes en cada hembra emergida, la longevidad y la fecundidad de los escarabajos y la duración del período de emergencia de este insecto eran distintos dependiendo de la especie de café en la que se habían desarrollado.

Esto puede ser, junto con las anteriores, las causas que influyan en la mayor o menor presencia de *X. arvicola* en función de la variedad de vid.

En cuanto a la influencia del sistema de conducción del viñedo en el mayor o menor grado de afección de *X. arvicola*, se puede deber al lugar elegido por la hembra para hacer la puesta y a la preferencia por madera seca o sana que tenga. Evidentemente, en los viñedos conducidos en vaso, la zona de la cruz es zona de escaso movimiento de savia, por lo que esto genera a lo largo de sucesivas podas unos resecos con multitud de hendiduras que pueden ser lugar propicio para la puesta de huevos. Además esta madera facilitaría la penetración de las larvas neonatas en la cepa, al ser madera "más blanda". También es una preferencia que puede influir en la aptitud de la especie

para caminar o volar. Por ejemplo, *A. vastator* se desplaza andando por los brazos de las vides y de vid en vid, estando esta característica relacionada con el escaso aumento de su dispersión anual y con su mayor presencia en viñedos en espaldera, donde el comportamiento de la cópula y oviposición pueden ocurrir sin la necesidad de volar (GOODWIN *et al.*, 1994)

En conexión con la degradación de la estructura de la madera surge el último apartado de este capítulo: la relación entre *X. arvicola* y el complejo de hongos causantes de los decaimientos de la vid. Existen algunas patologías de la madera que tienen entre sus principales formas de propagación a los insectos. Tal es el caso del azulado de la madera, alteración producida por un conjunto de hongos entre los que se citan *Cerastostomella piceae* Much. y *C. coerulescens* Munch. Estos hongos son transmitidos por los insectos adultos, fundamentalmente coleópteros de la familia Scolytidae. Los adultos, al salir de sus galerías, transportan esporas del hongo azulado. Tras aparearse en el exterior, las hembras introducen estas esporas en madera sana al realizar sus galerías, propagando así la micosis (RODRÍGUEZ, 1998).

Hay algunos insectos cuyo desarrollo depende de la presencia de determinados hongos. Por ejemplo, el coleóptero anóbido *Xestobium rufovillosum* (De Geer, 1774) que necesita que la madera del roble esté previamente atacada por los hongos de la pudrición blanca (CAMPBELL, 1941). Decaimientos de la madera causados por los basidiomicetos respon-

sables de la pudrición parda incrementan el valor nutricional de la madera para larvas de *H. bajulus* y *Anobium punctatum* (De Geer, 1774) (BLETCHY, 1953).

Otros hongos, dependiendo de la especie, pueden ser beneficiosos o perjudiciales para el desarrollo de las larvas. El desarrollo de *A. punctatum* se reduce en presencia de hongos causantes del azulado y se favorece con hongos que producen la podredumbre blanda (BECKER, 1977).

Existen algunos insectos que prefieren alimentarse de madera degradada por hongos que de madera sana. Tal es el caso de las termitas, como *Microcerotermes edentatus* Was., que son atraídas por la madera cuyos constituyentes degradados son principalmente la celulosa y las pentosas (KOVOOR, 1964).

Hay que destacar que entre los hongos que producen el tipo de podredumbre blanca se citan especies de *Eutypa*, en concreto *Eutypa flavo-virescens* Fr., y *Stereum hirsutum* Willd. (RODRÍGUEZ, 1998). Para el caso de la vid, existen una serie de hongos que atacan a la madera, asociadas a síntomas externos que anteriormente se conocían como Yesca y Eutipiosis, relacionadas con determinados agentes patógenos, que han sufrido un cambio en los últimos años. En principio los hongos asociados eran *Stereum hirsutum* (Wild.) Fries y *Phellinus ignarius* (L.:Fr.) Quélet, en el caso de la Yesca; y *Eutypa lata* (Pers.:Fr) Tul. & C. Tul. para la Eutipiosis. A partir de los 90, se determinó que estas enfermedades son consecuencia de una sucesión de hongos que penetran en la madera en diferen-

tes fases (LARIGNON Y DUBOS, 1997), y se recalificaron algunos de ellos teniendo en cuenta estudios morfológicos y genéticos (CHIARAPPA, 2000; CROUS Y GAMS, 2000).

OCETE *et al.*, (2002) estudiaron la relación entre *X. arvicola* y la presencia de hongos patógenos en un viñedo de la Denominación de Origen La Mancha, concluyendo que la acción minadora del cerambícido favorecía la propagación hacia el interior de un conjunto de hongos que separaron en invasores primarios (*Alternaria alternata* (Fries) Keissler, *Cladosporium oxysporum* Berkeley y Curtis, *Lasiodiplodia theobromae* (Patoulliard) Griffon y Maublanc; *Phomopsis viticola* (Saccardo) Saccardo y *Ulocladium atrum* (Preuss) e invasores secundarios (*Cephalotrichum stomonitis* (Persson) Link y Fries y *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl). La acción conjunta de estos hongos y la del insecto conducen a la destrucción de la madera que ha sido atacada. Ello conlleva un debilitamiento progresivo de la planta, que acaba afectando a su productividad y, con el tiempo, provoca su muerte.

MORENO *et al.*, (2003a) estudiaron la relación entre los síntomas externos de Yesca y Eutipiosis y *X. arvicola* en tres parcelas de la D.O. Cigales, encontrando más de un 69 % de cepas afectadas por los dos agentes con respecto al total de cepas evaluadas de ambas sintomatologías.

Por todo lo anterior, los objetivos parciales que abordamos en este capítulo son:

- Estudiar a nivel de campo la relación entre *X. arvicola* y la variedad del viñedo.

- Determinar la posible relación entre las características físicas y químicas de la madera y el grado de ataque por el cerambícido en las variedades más importantes en las Denominaciones de Origen de Castilla y León.
- Estudiar la influencia de la edad del viñedo en el porcentaje de cepas afectadas.
- Ver si existe alguna relación entre el sistema de conducción de la viña y la presencia / ausencia de *X. arvicola*.
- Estudiar la posible relación existente entre las enfermedades conocidas como decaimientos de la vid y *X. arvicola*.

6.2. Material y métodos

Las prospecciones de síntomas externos son las mismas que en el capítulo anterior, solo que ahora agruparemos los resultados en función de las distintas variables que vamos a estudiar, teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- Solamente consideraremos las parcelas monovarietales al estudiar la relación del insecto con el factor variedad.
- Hay variedades que no serán tenidas en cuenta en el estudio del factor variedad pero sí en los de edad y sistema de conducción, dado que son poco importantes en la zona o no se ha prospectado un número suficiente para que sean significativas las con-

clusiones en cuanto a la relación variedad – presencia del xilófago.

- En las parcelas en las que las prospecciones se han realizado en varios años consecutivos, tomaremos como porcentaje de afección el valor acumulado obtenido durante los años del muestreo.

Como ya se dijo en el capítulo anterior, estas prospecciones se realizaron durante los años 2000, 2002, 2003 y 2004, en la época de parada invernal, justo después de la poda, que es cuando son más visibles los síntomas externos: galerías en los cortes de poda y orificios de emergencia de adultos.

6.2.1. Factor variedad

Las variedades que hemos estudiado han sido Garnacha, Tempranillo - Tinta de Toro - Tinta del País, Verdejo, Viura, Mencía y Cabernet Sauvignon. En el capítulo Introducción aparece una ficha ampelográfica de cada una de ellas. Hemos elegido estas variedades por los siguientes motivos: Garnacha es una variedad mayoritaria en la D.O. Cigales, Verdejo es autóctona de la D.O. Rueda, siendo junto con la Viura las dos variedades más importantes en la elaboración de los vinos blancos de esta zona. Mencía es una variedad autóctona del Bierzo. Con respecto a Tempranillo, Tinta de Toro o Tinta del País, las hemos agrupado en una única variedad de cara a la realización de este estudio de variedades a nivel de campo. Hemos incluido también, aunque en mucho menor número de parcelas prospectadas, la variedad Cabernet Sauvignon,

que se ha tenido en cuenta por ser una variedad en expansión en toda España, mejorante sobre todo de la calidad de los vinos de crianza.

El factor variedad se ha estudiado desde dos vertientes:

- Viendo en campo la relación entre la presencia de síntomas externos de *X. arvicola* y la variedad de vid.
- Estudiando en laboratorio las características físico – químicas de la madera con objeto de poder determinar las posibles diferencias intervrietales y el grado de ataque.

6.2.1.1. Relación síntomas

externos - variedad de vid

En la Tabla 6.1 aparecen las parcelas que se han muestreado de cada una de las variedades, especificando la Denominación en la que se encuentran.

Tabla 6.1. PARCELAS MONOVARIETALES PROSPECTADAS POR VARIEDAD Y DENOMINACIÓN DE ORIGEN

VARIEDAD	Nº DE PARCELAS	SITUACIÓN
CABERNET SAUVIGNON	3	TODAS EN D.O. RIBERA DEL DUERO
GARNACHA	6	4 EN D.O. CIGALES 1 EN D.O. BIERZO 1 EN D.O. TORO
MENCIA	8	TODAS EN D.O. BIERZO
TEMPRANILLO TINTA DE TORO TINTA DEL PAÍS	45	14 EN D.O. CIGALES 1 EN D.O. BIERZO 3 EN D.O. RUEDA 13 EN D.O. R. DEL DUERO 14 EN D.O. TORO
VERDEJO	10	9 EN D.O. RUEDA 1 EN D.O. BIERZO
VIURA	6	5 EN D.O. RUEDA 1 EN D.O. BIERZO
TOTAL	78	

Como podemos ver, la variedad en la que el estudio ha sido más detallado es la Tempranillo, Tinta de Toro o Tinta del País, al ser esta una variedad muy importante en la viticultura actual, imprescindible en la elaboración de vinos tintos y que se encuentra en todas las Denominaciones de Origen de Castilla y León.

6.2.1.2. Características físico - químicas de la madera.

Este estudio se ha realizado durante los años 2003-2004. Se han determinado un conjunto de características físicas y químicas de la estructura leñosa de las cepas de distintas variedades de vid, con objeto de ver diferencias intervarietales que influyan en la mayor o menor presencia del cerambícido. El número de cepas que se ha estudiado de cada variedad aparece reflejado en la Tabla 6.2. Las determinaciones físicas fueron realizadas por el laboratorio de la Tecnología de la Madera y las químicas por el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, ambos pertenecientes a la E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, contando en ambos casos con la colaboración del personal del Departamento de Protección Vegetal del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. De cada una de estas cepas se han obtenido un número variable de muestras, que son las repeticiones para cada análisis.

Tabla 6.2. CEPAS ANALIZADAS DE CADA VARIEDAD	
VARIEDAD	NÚMERO DE CEPAS
Cabernet Sauvignon	5
Garnacha	2
Mencia	6
Tempranillo / Tinta de Toro/ Tinta del País	12
Verdejo	4
Viura	2
TOTAL	31

En el grupo de la variedad Tempranillo - Tinta de Toro y Tinta del País, se han analizado 4 cepas en la D.O. Cigales, 4 en D.O. Ribera del Duero, 2 en D.O. Rueda y 2 en D.O. Toro. Las cepas de la variedad Cabernet Sauvignon procedían de la D.O. Ribera del Duero, las de Garnacha de la D.O. Cigales, las de Mencia de la D.O. Bierzo y las de Verdejo y Viura de la D.O. Rueda.

A continuación se enumeran las determinaciones realizadas y, en su caso, la Norma o procedimiento aplicado en cada análisis.

Características físicas. Hemos separado la cepa en dos partes, tronco y brazos, realizando los análisis que se enumeran a continuación de forma separada. Para realizar estos análisis se hacen unas probetas cúbicas de madera sana: que no tenga restos de serrín, ni galerías ni ningún defecto debido a ningún agente patógeno. El número de probetas que se han podido obtener de cada cepa ha sido variable y ha dependido de la forma física de dicha cepa y del estado sanitario en el que se han encontrado. Se han hecho las siguientes determinaciones:

1. Determinación del contenido de humedad por desecación hasta el estado anhidro. Norma UNE 56-529-77.
2. Determinación del peso específico en verde y del peso específico anhidro. Norma UNE 56-531-77.
3. Determinación de la higroscopicidad. Norma UNE 56-532-77.

Tanto la humedad en base seca como el peso específico en verde son dos datos que se utilizan para referir el resto de las propiedades físicas a ese contenido de humedad, más que para establecer una comparación objetiva entre variedades. El peso específico en verde está relacionado directamente con el contenido de humedad. Además, las condiciones de laboratorio influyen mucho en el contenido de humedad de la madera, y no fueron las mismas para todas las cepas: unas estuvieron bastante tiempo almacenadas antes de ser procesadas, mientras que otras se cortaron nada más recibirse.

EL peso específico anhidro se refiere al peso específico tomado a un valor fijo del 0% de humedad. Es una característica de la madera que está directamente relacionada con la dureza, de modo que puede ser uno de los factores que influya en la elección de los insectos xilófagos por unos u otros árboles.

La higroscopicidad de la madera se define como la variación del peso específico de la misma cuando su contenido de humedad varía en un 1 %. Esta última característica se interpretará según la Norma UNE 56-540-78, Interpretación de los resultados de los ensayos.

Análisis químicos. Para estos análisis, la cepa se considera como una unidad, brazos y tronco juntos. Las determinaciones que hemos hecho son:

1. Holocelulosa. Método tomado de WISE *et al.*, (1946).

2. Lignina. Norma TAPPI T 222-OS 54.

3. Nitrógeno total. Método Kjeldahl.

4. Extractos en NaOH al 1%. Norma TAPPI T 204-ON 88.

Para la realización de estos análisis es necesario la preparación de serrín de cada una de las muestras. Todas las determinaciones se hacen con madera seca, dando los resultados como porcentajes sobre la materia seca de las cepas.

Se denomina holocelulosa al conjunto de celulosa y hemicelulosa, que, junto con la lignina, forman los componentes primarios de la pared de las células de la madera. En general, es un compuesto muy apetecible para los patógenos xilófagos. Según PARKIN (1940) la especie *Rusticoclytus rusticus* (Linnaeus, 1758) de la misma tribu que *X. arvicola*, tiene la capacidad de digerir la celulosa.

La lignina no es un compuesto tan atrayente, aunque existen algunos tipos de hongos, los llamados lignolíticos, que sí muestran preferencia por ella.

En algunas especies el contenido de Nitrógeno es decisivo para el desarrollo de las larvas y depende tanto de la cantidad como de la composición y distribución de este.

Otros elementos químicos importantes son los extractos en NaOH al 1%. La presencia de extractos en la pared celular da lugar en la madera a modificaciones en la higroscopicidad, peso específico, con-

tracción, permeabilidad, características mecánicas, resistencia al fuego, etc, ... En ocasiones, la presencia de estos componentes supone un aumento considerable de la respuesta de la madera a agentes xilófagos. Los extractos que normalmente contiene la madera son terpenos, fenoles y derivados fenólicos como los taninos y los carbohidratos.

6.2.2. Factor edad

El factor edad está, entre otros, relacionado con el contenido de Nitrógeno de la madera. El descenso en el valor nutricional de los árboles a medida que envejecen hace que, a partir de una edad determinada y relacionada con la especie, las larvas no puedan desarrollarse más (KÖRTING, 1970).

Hemos relacionado la edad de las plantaciones con el porcentaje de afección determinado en cada una de ellas, independientemente de la variedad que tengan, ya sean monovarietales o mezclas, en vaso o en espaldera, o estén ubicadas en unas zonas o en otras. En la siguiente Tabla se presenta el número de parcelas prospectadas en cada intervalo de edad.

Tabla 6.3. NÚMERO DE PARCELAS PROSPECTADAS EN CADA INTERVALO DE EDAD	
INTERVALO DE EDAD	Nº DE PARCELAS
De 0 a 20 años	49
De 21 a 40 años	26
De 41 a 60 años	17
Más de 60 años	15
TOTAL	107

El número de parcelas que se encuentran en el primer intervalo es muy alto comparado con el resto debido a que a este intervalo pertenecen la mayoría de las cepas conducidas en espaldera, factor a considerar en el siguiente apartado que trataremos en este capítulo.

6.2.3. Factor sistema de conducción

La forma de conducción del viñedo, también denominada geometría de la disposición foliar de la planta, íntimamente relacionada con la poda, constituye un factor de gran importancia en el cultivo de la vid, por su directa influencia en la producción y en la calidad (HIDALGO, 2002).

La influencia del sistema de conducción en la mayor o menor presencia de *X. arvicola* se ha hecho analizando los resultados de las prospecciones en función de que el viñedo estuviera conducido en vaso o en espaldera.

El número de parcelas con sistema de conducción en vaso fue mayor que el de espaldera, como podemos observar en la Tabla 6.4, debido fundamentalmente a que las espalderas suelen ser cepas de bastante menor edad y se encuentran en un porcentaje menor que el vaso con respecto a la representación en el total de cada Denominación. Se estima que alrededor del 15 % de los viñedos dedicados a la producción de vino están en espaldera, consecuencia de un crecimiento medio anual de unas 5.000 has en los últimos años en plantaciones nuevas (HIDALGO, 2002).

Tabla 6.4. NÚMERO DE PARCELAS MUESTREADAS SEGÚN SISTEMA DE CONDUCCIÓN	
SISTEMA DE CONDUCCIÓN	Nº DE PARCELAS
VASO	75
ESPALDERA	31
TOTAL	106

Tenemos una parcela menos que en el apartado anterior ya que no hemos tenido en cuenta una parcela de la Asociación de Vino de la Tierra de León que está conducida en rastra, forma bastante habitual en esta zona vitícola para la variedad más típica, la Prieto Picudo, sobre todo en plantaciones viejas.

6.2.4. Factor relación hongos de madera - *xylotrechus arvicola*

Con el objeto de relacionar las enfermedades de madera de la vid (anteriormente conocidas como Yesca y Eutipiosis) y el cerambícido *X. arvicola* se llevó a cabo una prospección de síntomas externos de estas dos patologías en las 29 parcelas de control de la Denominación de Origen Cigales, al ser esta zona en la que teníamos un mayor número de datos de síntomas externos. Este trabajo se ha realizado durante los años 2000, 2002, 2003 y 2004.

Los síntomas externos de Yesca en hojas se asocian a amarilleamientos y decoloraciones internerviales (Figura 6.1), visibles a partir del estado fenológico tamaño guisante, que evolucionan a lo largo del verano hasta que el limbo termina por necrosarse completamente excepto los nervios, que finalmente terminan por

secarse y caer la hoja. En la madera de las cepas afectadas aparece una zona amarillenta esponjosa (Figura 6.2), frecuentemente bordeada de una línea más oscura que lo separa de la zona aparentemente sana. En esta Figura podemos observar galerías realizadas por *X. arvicola*, tanto en madera sana como en madera esponjosa.

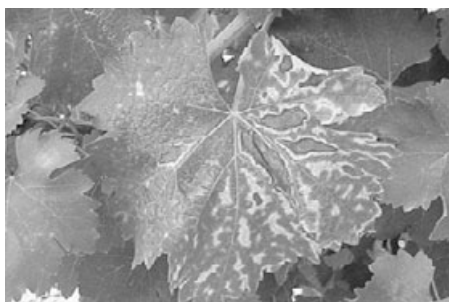


Figura 6.1. Síntomas externos de Yesca en hoja



Figura 6.2. Síntomas internos de Yesca junto a galerías de *X. arvicola*

La Eutipiosis es visible cuando la planta está en los estados fenológicos próximos al de racimos separados. Los brotes del brazo afectado son débiles y raquíticos, con entrenudos cortos y hojas cloróticas de tamaño reducido (Figura 6.3). En una sección transversal del tronco afectado se presentan zonas necróticas en forma de cuña (Figura 6.4).



Figura 6.3. Síntomas externos de Eutipiosis



Figura 6.4. Síntomas internos de Eutipiosis

Para hacer las prospecciones de síntomas externos de hongos de madera, se mantuvieron los mismos marcos de control que en el estudio de *X. arvicola*. En dichos marcos, se evaluaban las 135 cepas (las de las filas 1, 5 y 10) que anteriormente se habían muestreado para determinar la presencia del cerambícido, de modo que en cada cepa se procedía de la siguiente forma, según metodología expuesta por PELÁEZ *et al.*, (2001) y MARAÑA *et al.*, (2001):

- En las cepas en las que se detectaba la presencia de Eutipiosis, se contabilizaban el número de brazos afectados, con respecto al total de brazos de la planta. Además se evaluó el grado de afección que presentaba la cepa en conjunto indicando si este era débil, fuerte o muy fuerte.
- Para evaluar la presencia de Yesca, se examinaba el grado o porcentaje de afección de la sintomatología en la cepa para posteriormente estimar el grado de intensidad de ataque de Yesca en las hojas y en los racimos, según fuera leve, fuerte o muy fuerte.

Una particularidad a esta metodología se realizó en tres parcelas, la CIP24, CIP27 y CIP29. En ellas, una vez muestreados los síntomas externos de las enfermedades de madera en los años 2000 al 2002, en invierno del año 2003 se buscaron síntomas de *X. arvicola*, no solo en las tres filas de control, sino también en el resto de las cepas que en alguno de los años anteriores habían sido marcadas como que presentaban decaimientos de la vid. En estas parcelas se modificó la metodología ya que eran las parcelas que mayor porcentaje de cepas afectadas por hongos de madera presentaban y se aprovechó a muestrear un número más alto de cepas para poder tener más datos sobre la concurrencia de los dos síntomas externos.

Está demostrado que los síntomas externos de los hongos de madera se manifiestan de forma errática a lo largo de los años (REDONDO *et al.*, 2001; MARTÍN *et al.*, 2003). Con el objeto de poder minimizar al máximo esta característica, hemos valorado las cepas de forma que con que uno de los años presentaran síntomas de alguna de estas enfermedades ya se calificaban como afectadas.

Una vez realizadas todas las prospecciones, tanto de enfermedades de madera como de *X. arvicola*, hemos estudiado la concordancia entre estos dos agentes patógenos de la madera cepa a cepa.

6.2.5. Métodos estadísticos

Para el análisis estadístico de las variables de interés, hemos utilizado la técnica de análisis multivariante de la varianza, MANOVA, ya que tratábamos de estudiar diferencias entre poblaciones. MANOVA consiste en el análisis de las diferencias en las respuestas medias de varias variables medidas en distintos grupos o poblaciones.

Previo a este análisis se requiere el estudio de normalidad de los datos y homogeneidad de la varianza entre grupos. Para el estudio de normalidad se han realizado contrastes de asimetría y kurtosis. En el primero se analiza si la distribución subyacente en los datos es simétrica, esto es, centrada en un punto que será la media y con la misma variabilidad a cada lado. A mayores, analizábamos la normalidad de los datos muestrales gráficamente construyendo plots de normalidad para cada variable. En el contraste de kurtosis se realiza una comparación con el coeficiente de apuntamiento de la distribución normal, que es 3. Para el estudio de homocedasticidad entre grupos o poblaciones distintas, nos hemos servido del test de Barlett. Para este contraste es necesaria la consideración de aleatoriedad y normalidad de los datos. En nuestro estudio, la aleatoriedad viene definida por el tipo de diseño realizado.

En algún momento nos hemos encontrado con el problema de escasez de datos en alguna de las poblaciones. Esto se ha subsanado utilizando técnicas bootstrap de remuestreo.

Para el contraste MANOVA se ha utilizado la prueba F y una vez detectadas diferencias significativas entre poblaciones se realizaban comparaciones dos a dos entre grupos. Para esta parte se utilizaban el método de Scheffé cuando los tamaños muestrales de las poblaciones era distinto y el método de Tukey cuando los tamaños muestrales de los grupos poblacionales eran iguales. En algunas ocasiones se consideró el test LSD por ser este menos conservador, para buscar una significación mayor en las diferencias. Tras estos análisis numéricos representábamos gráficamente las medias muestrales de cada variable en cada población en plots de medias.

El nivel de significación establecido para todas las pruebas ha sido del 5%.

Todos los cálculos y análisis estadísticos se han realizado con los programas Matlab 7.0.1 y Statistica 6.0 (módulos ANOVA/MANOVA, Multiple Regression y General Linear Model).

6.3. Resultados

6.3.1. Factor variedad

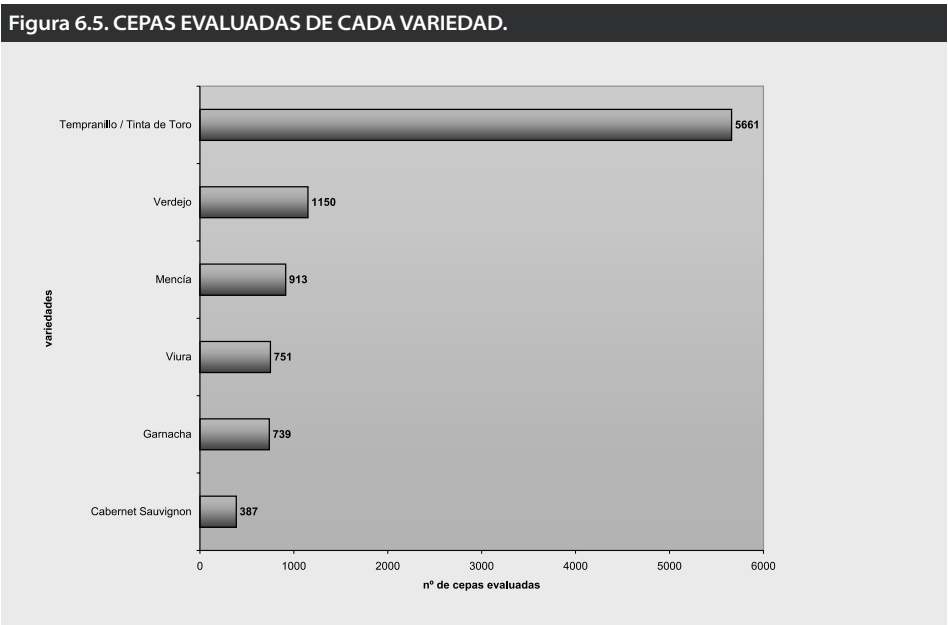
6.3.1.1. Relación síntomas

externos - variedad de vid.

En la siguiente Figura se muestra el total de las cepas evaluadas de cada variedad,

una vez eliminadas marras, patrones y cepas jóvenes (que como ya hemos dicho

son aquellas menores de dos años de edad desde el momento de la plantación).

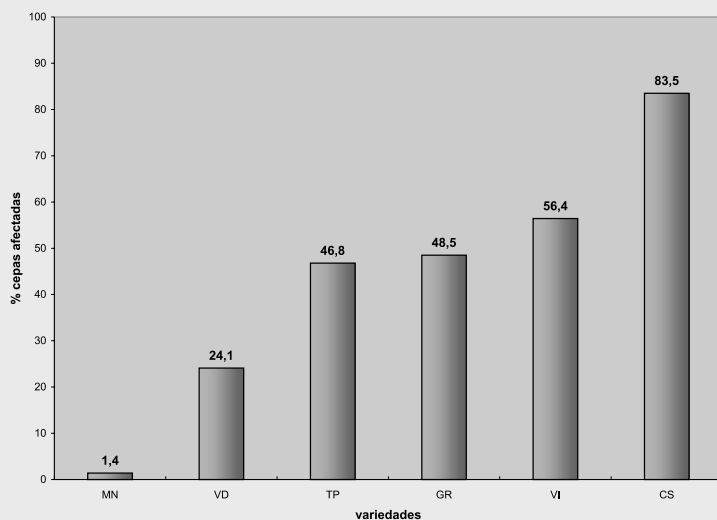


Como podemos observar, el estudio ha sido más completo en la variedad Tempranillo / Tinta de Toro / Tinta del País, como ya dijimos anteriormente. De las 5.661 cepas, en la siguiente Tabla se muestra el número evaluado en cada una de las Denominaciones de Origen.

Tabla 6.5. NÚMERO DE CEPAS DE TEMPRANILLO / TINTA DE TORO / TINTA DEL PAÍS MUESTREADO EN CADA UNA DE LAS DENOMINACIONES DE ORIGEN	
DENOMINACIÓN DE ORIGEN	Nº DE CEPAS EVALUADAS
Bierzo	81
Cigales	1.808
Rueda	373
Ribera del Duero	1.615
Toro	1.784

En la Figura 6.6 vemos que las plantas mostraron distintos grados de ataque en función de la variedad.

Figura 6.6. PORCENTAJE DE CEPAS ATACADAS POR *X. ARVICOLA* EN FUNCIÓN DE LA VARIEDAD DEL VIÑEDO



NOTA: MN: variedad Mencía; VD: variedad Verdejo; GR: variedad Garnacha; TP: variedad Tempranillo; VI: variedad Viura y CS: variedad Cabernet Sauvignon.

La variedad Mencía, autóctona del Bierzo, prácticamente no presentó ataques, mientras que la variedad más atacada resultó ser la Cabernet Sauvignon, que únicamente se estudió en la zona de Ribera del Duero (destacar que solo se prospecharon tres parcelas), seguida de la variedad Viura, que se estudió mayoritariamente en la zona de Rueda.

La única parcela en la que se encontraron síntomas externos de *X. arvicola* sobre la variedad Mencía fue en la parcela BIP08, en la que, como ya hemos visto, coexis-

ten un conjunto de variedades con las mismas características. Aún así, y dentro de esta parcela, los niveles de cepas de la variedad Mencía atacadas por el coleóptero estuvieron muy por debajo de las cepas de otras variedades como Tempranillo o Viura, con valores próximos al 40 %.

Una vez hecho una tabla MANOVA, hemos aplicado el método de Scheffé para identificar qué muestras son estadísticamente significativas. En la Figura 6.7 observamos en rojo estas diferencias, para un $\alpha = 0,05$.

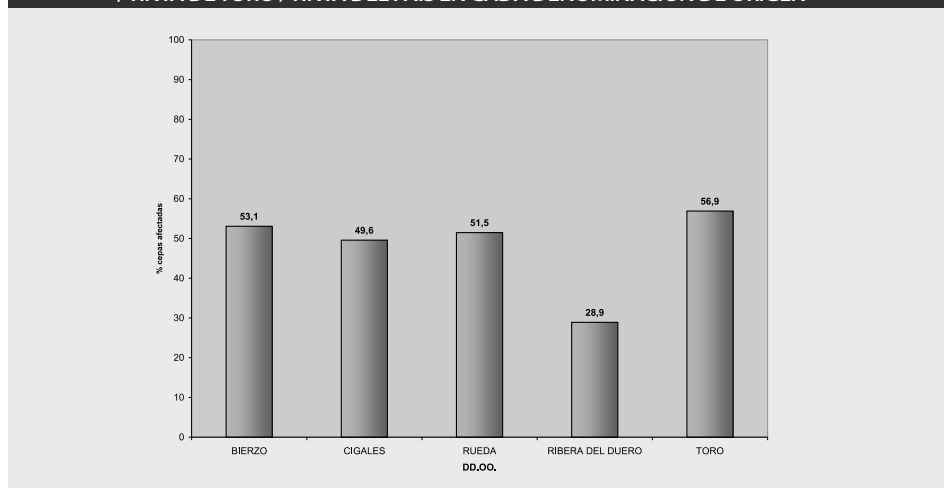
Figura 6. 7. TABLA MANOVA DE DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS ENTRE VARIEDADES EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEPAS CON SÍNTOMAS EXTERNOS DEL COLEÓPTERO

GENERAL MANOVA		Probabilities for Post Hoc Tests					
		MAIN EFFECT: VAR1					
VAR1		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		48.53833	1.446250	24.18900	83.58000	56.44667	46.54711
GR	{1}						
GR	{1}						
MN	{2}	.132654					
MN	{2}	.132654					
VD	{3}	.764944	.751876				
VD	{3}	.764944	.751876				
CS	{4}	.724531	.008157	.108219			
CS	{4}	.724531	.008157	.108219			
V1	{5}	.998872	.045532	.484791	.886831		
V1	{5}	.998872	.045532	.484791	.886831		
TP	{6}	.999995	.011661	.452254	.491532	.987570	
TP	{6}	.999995	.011661	.452254	.491532	.987570	

Como podemos ver, la variedad Mencía presenta diferencias significativas respecto al nivel de ataque con las variedades Viura, Cabernet Sauvignon y Tempranillo. De todas las cepas evaluadas, la variedad que presentó mayores niveles de ataque en parcelas individuales fue la Tempranillo, con tres parcelas, TOP11, TOP12 y TOP14 con un porcentaje de afección superior al 90 % de las cepas evaluadas. Si pasamos a analizar las cepas de la variedad Tempranillo en cada una de las Denominaciones de Origen de forma individual podemos observar, tal y como

se ve en la Figura 6.8 que presentan unos porcentajes medios de cepas afectadas muy similares, salvo en la D.O. Ribera del Duero, en la que, a pesar de encontrarse parcelas con un grado de afección muy alto, hasta del 79,2 % en RIP07 ó 75,9 % en RIP23, hay seis parcelas monovarietales en las que no ha aparecido ninguna cepa con síntomas externos, quizás porque estas variedades pertenecen a parcelas jóvenes con sistemas de conducción en espaldera, que como veremos más adelante, son menos susceptibles al ataque del insecto “a priori”.

Figura 6.8. VALOR MEDIO DEL PORCENTAJE DE CEPAS ATACADAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO / TINTA DE TORO / TINTA DEL PAÍS EN CADA DENOMINACIÓN DE ORIGEN



6.3.1.2 Características físico – químicas de la madera.

6.3.1.2.1. Propiedades físicas

Las propiedades físicas estudiadas han sido:

- 1. Humedad en base seca
- 2. Peso específico en verde
- 3. Peso específico anhidro
- 4. Higrscopicidad

En el análisis estadístico de estas propiedades, para las variedades Garnacha y Viura hemos aplicado técnicas de bootstrap mediante el programa Matlab, dado que solo se analizaron 2 cepas de cada una de estas variedades, habiéndose obtenido un total de 17 probetas de madera de la variedad Garnacha y 27 de Viura. Previo a este estudio estadístico se han analizado de forma individual cada una de las cepas de cada variedad para comprobar si existían diferencias significati-

vas en algunos valores, tanto físicos como químicos, no obteniéndose las citadas diferencias en ninguna de las variedades estudiadas.

A continuación pasamos a presentar los resultados de cada una de las variables analizadas.

Humedad en base seca (%) y peso específico en verde (Kg/m³)

Estas dos propiedades se ven enormemente influenciadas por las condiciones del laboratorio, e influye mucho el momento en que las cepas han sido preparadas para los análisis una vez arrancadas del terreno.

Por ello, en estos dos casos únicamente expondremos los estadísticos descriptivos correspondientes a estos valores y el número de probetas analizado para cada variedad.

Tabla 6.6. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA HUMEDAD EN BASE SECA Y EL PESO ESPECÍFICO EN VERDE POR VARIEDAD					
VARIEDAD	HUMEDAD EN BASE SECA (%)		PESO ESPECÍFICO EN VERDE (Kg/m³)		NÚMERO DE PROBETAS
	Valor medio	Desviación estándar	Valor medio	Desviación estándar	
Mencía	8,49	3,19	805,58	73,85	93
Tempranillo	9,30	5,77	806,00	94,07	185
Viura	18,78	9,31	938,09	65,41	27
Verdejo	8,65	3,39	864,69	81,22	65
Garnacha	7,59	1,08	878,61	92,44	17
Cabernet Sauvignon	12,05	5,65	830,81	70,34	36

Como podemos ver, se observan diferencias entre variedades, siendo la que menor humedad en base seca presenta la Garnacha y la que más la Viura. En cuanto al peso específico en verde, el menor

valor lo tiene la Mencía y el mayor la Viura. No obstante, como ya hemos comentado, estos valores no son importantes en este estudio, sino más bien son datos para referir el resto de las propiedades.

Peso específico anhidro (Kg/m³)

Es una característica de la madera que está directamente relacionada con la dureza, de modo que puede ser uno de los factores que influyan en la elección de los insectos xilófagos por unos u otros árboles. A mayor valor de peso específico

anhidro, más dureza de la madera y por tanto mayor dificultad para los cerambícidos de discurrir dentro de ellas.

A continuación se expone el análisis descriptivo y el análisis de la varianza para esta propiedad:

Tabla 6.7. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL PESO ESPECÍFICO ANHIDRO POR VARIEDAD			
VARIEDAD	PESO ESPECÍFICO ANHIDRO (Kg/m³)		NÚMERO DE PROBETAS
	Valor medio	Desviación estándar	
Mencia	764,96	69,55	93
Tempranillo	759,66	88,73	185
Viura	859,06	48,83	27
Verdejo	815,07	71,43	65
Garnacha	831,06	87,57	17
Cabernet Sauvignon	775,58	64,01	36

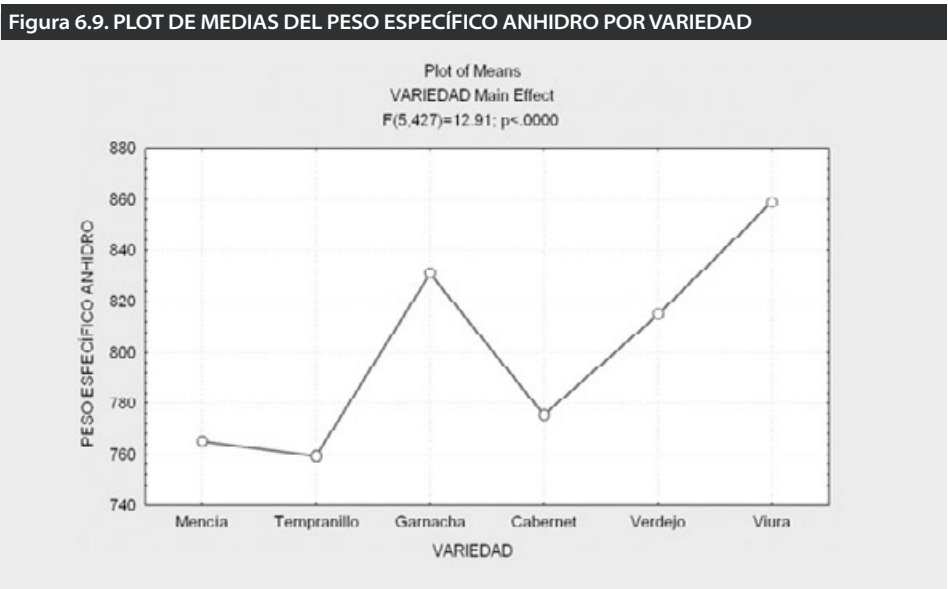


Figura 6.10. TABLA MANOVA PARA EL PESO ESPECÍFICO ANHIDRO						
Continue...	Probabilities for Post Hoc Tests					
	MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	/64.9574	/69.6660	831.0647	/76.6809	816.0661	869.0662
Mencia {1}		.592515	.001387	.449545	.000081	.000000
Tempranillo {2}	.592515		.000332	.215176	.000001	.000000
Garnacha {3}	.001387	.000332		.012428	.451103	.246290
Cabernet {4}	.449545	.215176	.012428		.008803	.000012
Verdejo {5}	.000081	.000001	.451103	.008803		.014001
Viura {6}	.000000	.000000	.246290	.000012	.014001	

Según el análisis estadístico, se observan diferencias significativas entre variedades: Mencía, Tempranillo y Cabernet Sauvignon son diferentes a Garnacha, Verdejo y Viura para el valor peso específico anhidro.

Si ordenamos de mayor a menor valor estas variedades, en consecuencia de mayor a menor dureza, la escala sería la siguiente: Viura, Garnacha, Verdejo, Cabernet, Mencía y Tempranillo.

Estos resultados no coinciden con los valores de cepas afectadas en las prospecciones de síntomas externos en campo, ya que tanto Viura como Garnacha son dos de las variedades con mayor porcentaje de cepas atacadas, mientras que Mencía es la variedad que menos pre-

sencia de *X. arvicola* presenta. Sin embargo, la madera de esta variedad es más “blanda” y por tanto sería en principio más susceptible al ataque del coleóptero, y la de Viura más “dura” y por tanto menos; cosa que en campo es completamente al revés. Por tanto existirán otras variables que influirán en estas diferencias intervarietales a nivel de preferencia por el cerambícido.

Higroscopicidad (Kg/m³)

La higroscopicidad de la madera se define como la variación del peso específico de la misma cuando su contenido de humedad varía en un 1 %.

A continuación se expone el análisis descriptivo y el análisis de la varianza para la higroscopicidad:

Tabla 6.8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA HIGROSCOPICIDAD POR VARIEDAD			
VARIEDAD	HIGROSCOPICIDAD (Kg/m³)		NÚMERO DE PROBETAS
	Valor medio	Desviación estándar	
Mencia	0,0056	0,0019	93
Tempranillo	0,0057	0,0019	185
Viura	0,0049	0,0011	27
Verdejo	0,0062	0,0017	65
Garnacha	0,0070	0,0018	17
Cabernet Sauvignon	0,0053	0,0017	36

Figura 6.11. PLOT DE MEDIAS DE LA HIGROSCOPICIDAD POR VARIEDAD

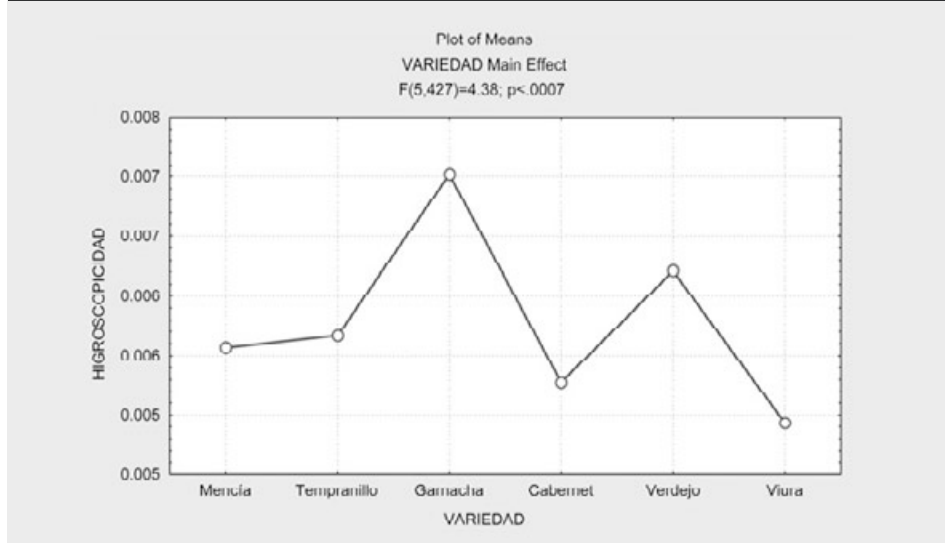


Figura 6.12. TABLA MANOVA PARA LA HIGROSCOPICIDAD

Continue...	Probabilities for Post Hoc Tests MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
Mencia {1}	.0055677	.0056681	.0070176	.0052761	.0062092	.0049333
Temprani {2}		.999224	.105737	.977363	.446149	.768706
Garnacha {3}			.129289	.886752	.512801	.571472
Cabernet {4}				.045917	.751025	.018698
Verdejo {5}					.215558	.987683
Viura {6}						.096450

Podemos observar diferencias significativas entre la variedad Garnacha y las variedades Cabernet y Viura. Si ordenamos las variedades de mayor a menor higroscopicidad la escala sería la siguiente: Garnacha, Verdejo, Tempranillo, Mencia, Cabernet Sauvignon y Viura.

Si se realiza una interpretación de los resultados según la Norma UNE 56-540-78,

la madera de las cepas estudiadas de la variedad Viura presenta una higroscopicidad normal (de 0,0030 a 0,0050 Kg/m³) mientras que en el resto de las variedades la higroscopicidad será fuerte (> 0,0050 Kg/m³).

A la vista de los resultados, este factor tampoco nos explica la preferencia de *X. arvicola* por unas u otras variedades.

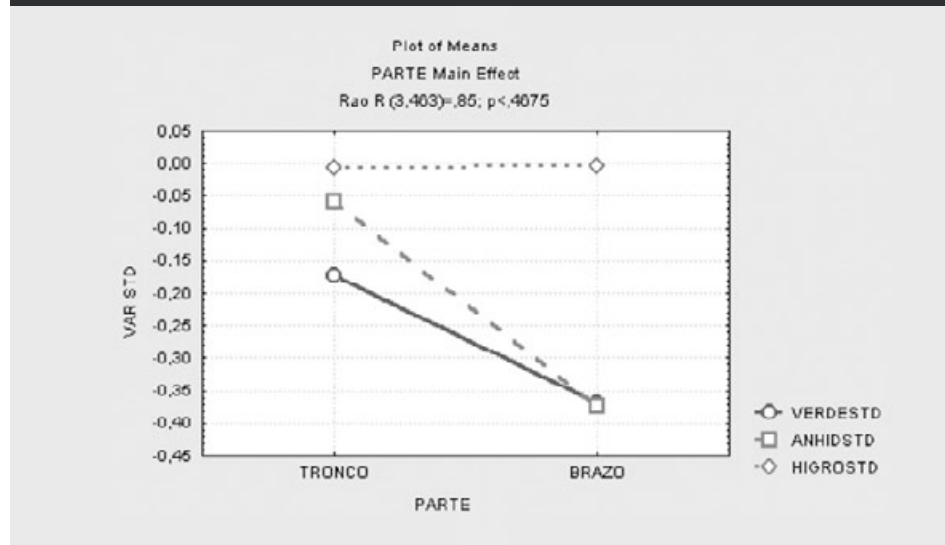
Análisis de diferencias entre partes de las plantas.

Además de todo lo anterior, hemos analizado estadísticamente si existen diferencias entre las partes de la planta tronco y brazos en cada uno de los valores estudiados en las propiedades físicas.

Una vez hecho el análisis estadístico, el p-valor resultante ha sido de 0,414001, por

lo tanto no existen diferencias significativas entre las partes de las plantas tomados los datos de forma global. A continuación se presenta un plot de medias en el que aparecen los valores estudiados en cada una de las partes. Para realizarlo ha sido necesaria la estandarización de los resultados para que las variables queden representadas sin estar influidas por la escala en la que están medidas.

Figura 6.13. PLOT DE MEDIAS DE LAS PROPIEDADES PESO ESPECÍFICO EN VERDE Y ANHIDRO E HIGROSCOPICIDAD PARA DISTINTAS PARTES DE LA PLANTA: TRONCO Y BRAZOS.



A nivel muestral, podemos decir que las propiedades físicas Peso específico en verde, Peso específico anhidro e Higroscopicidad tienen valores sensiblemente mayores en la zona del tronco que en la zona de los brazos en plantas de vid.

6.3.1.2.2. Composición química

Se ha analizado también la composición química de la madera de distintas variedades de vid para estudiar las posibles relaciones con la mayor o menor presencia de *X. arvicola*. Estos análisis se han realizado sobre la cepa entera, no sobre partes de ella como en el caso de los físicos, haciendo muestras de serrín con cada cepa.

Los análisis que se han hecho son los siguientes:

- 1. Holocelulosa.
- 2. Lignina.
- 3. Nitrógeno total.
- 4. Extractos en NaOH al 1%.

Holocelulosa

La holocelulosa, conjunto de celulosa y hemicelulosa, es un compuesto muy apetecible por los insectos xilófagos, aunque sólo de 20 a un 35 % puede ser asimilada por cerambícidos (BECKER, 1977). A continuación se presentan el análisis descriptivo de esta propiedad para cada variedad y el análisis de la varianza.

Tabla 6.9. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA HOLOCELULOSA POR VARIEDAD		
VARIEDAD	HOLOCELULOSA (% sobre materia seca)	
	Valor medio	Desviación estándar
Mencia	66,91	2,33
Tempranillo	75,76	3,65
Viura	75,13	—
Verdejo	74,87	3,65
Garnacha	72.05	—
Cabernet Sauvignon	74,32	2,78

De las variedades Viura y Garnacha no aparecen los valores de desviación estándar ya que, como dijimos anteriormente, contábamos con pocos datos para el análisis estadístico y aplicamos técnicas de bootstrap.

Haciendo un MANOVA, nos sale un p-valor muy significativo, lo que nos indica que existen diferencias entre variedades. Si realizamos un contraste mediante el test LSD, que es menos conservador que Scheffé, los resultados aparecen a continuación.

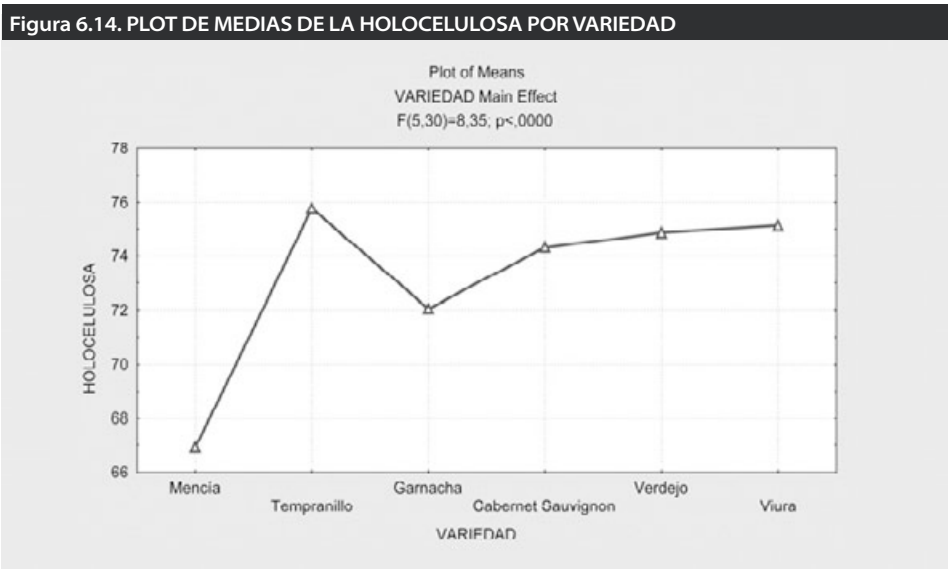


Figura 6.15. TABLA MANOVA PARA LA HOLOCELULOSA

Continue...		Probabilities for Post Hoc Tests					
		MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		66,91666	75,75916	72,05000	74,31600	74,87000	75,13000
MN	{1}		,000001	,018468	,000223	,000203	,000032
TP	{2}	,000001		,057859	,359502	,600972	,668905
GR	{3}	,018468	,057859		,295379	,214803	,145353
CS	{4}	,000223	,359502	,295379		,778774	,647844
VD	{5}	,000203	,600972	,214803	,770774		,090967
VT	{6}	,000032	,668905	,145353	,647844	,090967	

Como podemos observar, en color rojo, existen diferencias significativas entre la variedad Mencía y el resto de variedades del estudio. Si estudiamos de mayor a menos el contenido de holocelulosa, la relación sería la siguiente: Tempranillo, Viura, Verdejo, Cabernet Sauvignon, Garnacha y Mencía.

Esto podría explicar en parte por qué la Mencía es la variedad menos atacada por *X. arvicola*, ya que contiene un bajo porcentaje de holocelulosa, compuesto químico de la madera importante en la alimentación de insectos xilófagos, que contiene glucosa, pentanosas y hexanosas que sirven de nutrientes a este tipo de insectos. Las variedades Tempranillo, Viura y Cabernet Sauvignon por el contrario, tienen altos porcentajes de holocelulosa en su pared celular, que también podría explicar el hecho de que estas variedades estén fuertemente atacadas por el cerambícido.

Sin embargo, no se establece una relación directa entre Verdejo y Garnacha (aún teniendo estas dos variedades un alto porcentaje de holocelulosa). En esta última variedad las causas podemos buscarlas en que únicamente se han evalua-

do dos cepas completas, cantidad que puede no ser suficientemente representativa. En el caso de Verdejo habrá que analizar qué otras causas pueden influir en que sea una variedad poco atacada en relación al resto.

Lignina

En principio la lignina no parece ser atacada por las enzimas segregadas por los insectos, pero sí por hongos y bacterias, que en algunas ocasiones actúan en simbiosis con los anteriores para poder utilizar este elemento. Las larvas de coleópteros atacan muy ligeramente a la lignina (BECKER, 1977).

El cerambícido *Hoplocerambyx spinicornis* (Newman, 1842) es capaz de ingerir una parte de la lignina con ayuda de microorganismos que se encuentran en el tubo digestivo. Algunas termitas como *Kaloterms flavicollis* (Fabricius, 1793) utilizan también la lignina, gracias a protozoos y bacterias que se encuentran en la ampolla rectal (DAJOZ, 2001).

En las siguientes Tablas y Figuras se muestra el análisis descriptivo y el análisis de la varianza para el contenido de lignina de la madera.

Tabla 6.10. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA LIGNINA POR VARIEDAD

VARIEDAD	LIGNINA (% sobre materia seca)	
	Valor medio	Desviación estándar
Mencia	33,28	4,84
Tempranillo	26,91	3,18
Viura	27,30	—
Verdejo	25,80	3,51
Garnacha	28,66	—
Cabernet Sauvignon	24,69	2,55

Figura 6.16. PLOT DE MEDIAS DE LA LIGNINA POR VARIEDAD

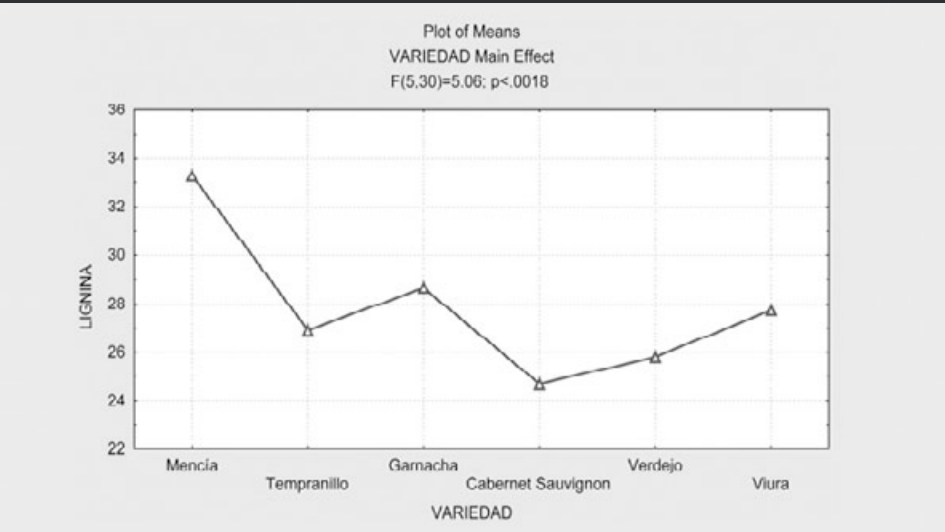


Figura 6.17. TABLA MANOVA PARA LA LIGNINA

Continue...		Probabilities for Post Hoc Tests MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
MN	{1}	33.27833	26.91167	28.66000	24.69200	25.80250	27.73000
TP	{2}	.000380	.000380	.048903	.000107	.001016	.005119
GR	{3}	.048903	.401353	.199922	.550505	.610736	.682271
CS	{4}	.000107	.199922	.098016	.606668	.125310	.355468
VD	{5}	.001016	.550505	.248877	.606668	.355468	.682271
VI	{6}	.005119	.610736	.602271	.125310	.355468	.682271

En la salida gráfica de la Tabla MANOVA podemos observar que existen diferencias significativas entre Mencia con el resto de las variedades estudiadas. Orde-

nando de mayor a menor contenido de lignina, se obtiene la siguiente relación: Mencia, Garnacha, Viura, Tempranillo, Verdejo y Cabernet Sauvignon.

Lógicamente, la variedad Mencía, que era la que tenía menor contenido de holocelulosa, es la que tiene un mayor contenido de lignina.

Tanto para el caso de la holocelulosa como para el de la lignina se establecen dos grupos de variedades que se aprecian claramente en el plot de medias y en las Tablas Manova. Por un lado está la variedad Mencía y por el otro el resto de las variedades que hemos estudiado. Esto puede explicar por qué la Mencía prácticamente no presenta niveles de ataque de *Xylotrechus* y el resto, en mayor o menor medida, están atacadas por el cerambícido.

Nitrógeno total

El contenido de Nitrógeno de la madera es de una importancia decisiva ya que el desarrollo de las larvas depende mucho de su cantidad, composición y distribución. El peso que la larva va ganando es

mayor cerca del cambium que en las partes interiores de la madera. En estudios de laboratorio se ha demostrado que el Nitrógeno es el causante de estas diferencias (BECKER, 1977).

La dependencia de los cerambícidos por este factor es distinto de unas especies a otras. Por ejemplo, *H. bajulus* tiene una alta dependencia por el contenido de Nitrógeno de la madera.

Se muestra a continuación el análisis estadístico y de la varianza.

Tabla 6.11. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL NITRÓGENO TOTAL POR VARIEDAD		
VARIEDAD	NITRÓGENO TOTAL (% sobre materia seca)	
	Valor medio	Desviación estándar
Mencía	0,325	0,095
Tempranillo	0,341	0,061
Viura	0,310	—
Verdejo	0,360	0,076
Garnacha	0,290	—
Cabernet Sauvignon	0,358	0,045

Figura 6.18. TABLA MANOVA PARA EL NITRÓGENO TOTAL							
Continue...		Probabilities for Post Hoc Tests					
		MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3250000	.3408333	2900000	.3580000	.3600000	.3100000
MN	{1}		.614788	.432915	.388417	.390794	.679476
TP	{2}	.614788		.215719	.608309	.597868	.329933
GR	{3}	.432915	.215719		.145272	.151469	.652933
CS	{4}	.388417	.608309	.145272		.962129	.212787
VD	{5}	.390794	.597868	.151469	.962129		.223147
VI	{6}	.679476	.329933	.652933	.212787	.223147	

Podemos ver en esta Tabla MANOVA que no existen diferencias significativas entre variedades.

Si ordenamos estos valores de mayor a menor obtenemos la siguiente relación:

Verdejo, Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Mencía, Viura y Garnacha.

Este factor no explica en absoluto la mayor o menor preferencia de *X. arvicola* por unas u otras variedades.

Extractos en NaOH al 1 %

Esta es una característica muy importante, ya que la presencia de determinados extractos en la pared celular supone un aumento considerable de la respuesta de la madera a agentes xilófagos. Las diferencias intervarietales en estos contenidos pueden influir en el grado de preferencia de *X. arvicola* por unas u otras variedades.

El análisis descriptivo y de la varianza se presenta en la Tabla 6.12 y las Figuras 6.19 y 6.20.

TABLA 6.12. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL EXTRACTOS EN NaOH AL 1% POR VARIEDAD

VARIEDAD	Extractos en NaOH al 1% (% sobre materia seca)	
	Valor medio	Desviación estándar
Mencía	37,22	1,71
Tempranillo	31,92	4,49
Viura	33,64	—
Verdejo	35,01	2,32
Garnacha	39,89	—
Cabernet Sauvignon	31,21	3,43

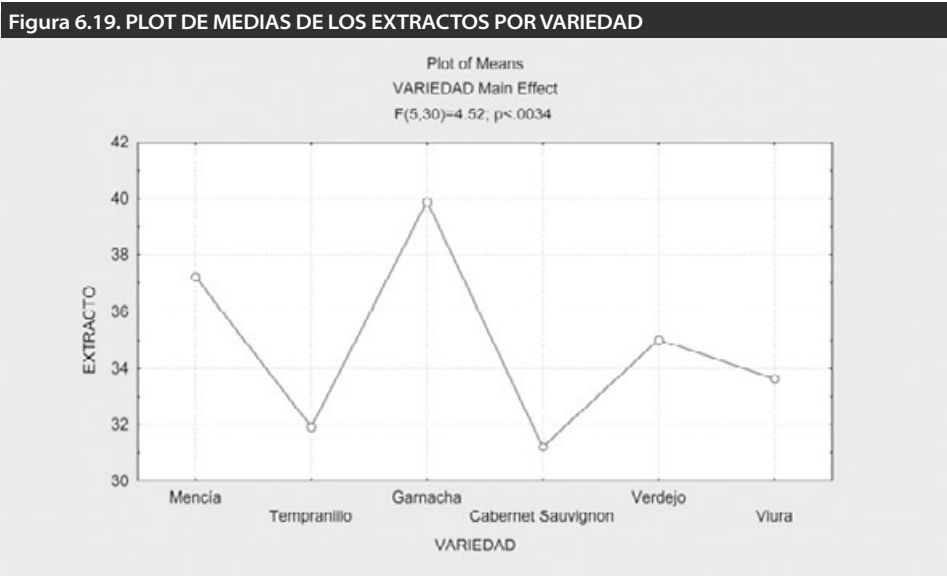


Figura 6.20. TABLA MANOVA PARA LOS EXTRACTOS EN NaOH AL 1 %

Continue...		Probabilities for Post Hoc Tests					
		MAIN EFFECT: VARIEDAD					
VARIEDAD		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
MN	{1}	37.22333	31.92500	39.89000	31.21600	35.01000	33.64000
TP	{2}	.004029		.276438	.006647	.321561	.078070
GR	{3}	.276438	.001052		.001511	.070113	.014391
CS	{4}	.006647	.698173	.001511		.106831	.248570
VD	{5}	.321561	.126750	.070113	.106831		.537429
VI	{6}	.078070	.321406	.014391	.240570	.537429	

En la Figura 6.20 podemos ver que existen diferencias significativas entre Mencía, Tempranillo y Cabernet Sauvignon, entre Garnacha y Tempranillo, entre Cabernet Sauvignon, Mencía y Garnacha y entre Viura y Garnacha.

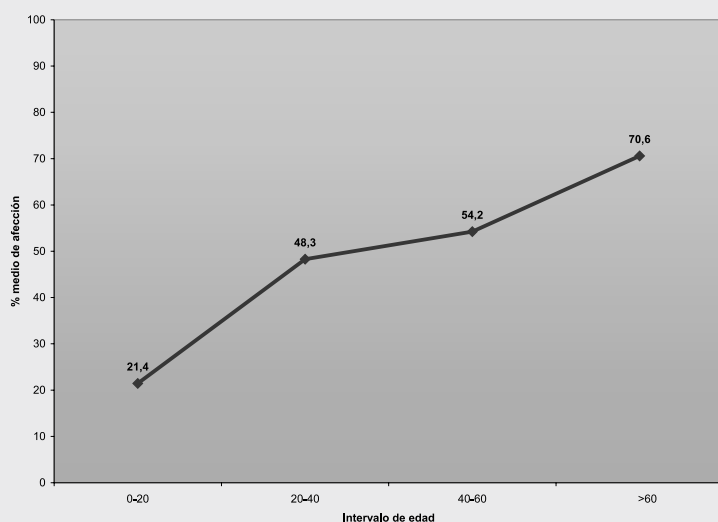
Si ordenamos estos valores de mayor a menor, obtenemos los siguientes resultados: Garnacha, Mencía, Verdejo, Viura, Tempranillo y Cabernet Sauvignon.

El alto valor de extractos de la variedad Garnacha podría explicar que, a pesar de su no muy alto contenido en holocelulosa y alto contenido en lignina, sea una variedad apreciada por los insectos xilófagos. Para el resto de variedades no podemos extraer conclusiones.

6.3.2. Factor edad

En la Figura 6.21 se muestra la evolución en el porcentaje medio de cepas afectadas en función de los distintos tramos de edad que hemos considerado.

Figura 6.21. INFLUENCIA DE LA EDAD EN EL PORCENTAJE MEDIO DE AFECCIÓN DE LAS CEPAS POR *X. ARVICOLA* EN TODAS LAS ZONAS DEL ESTUDIO.



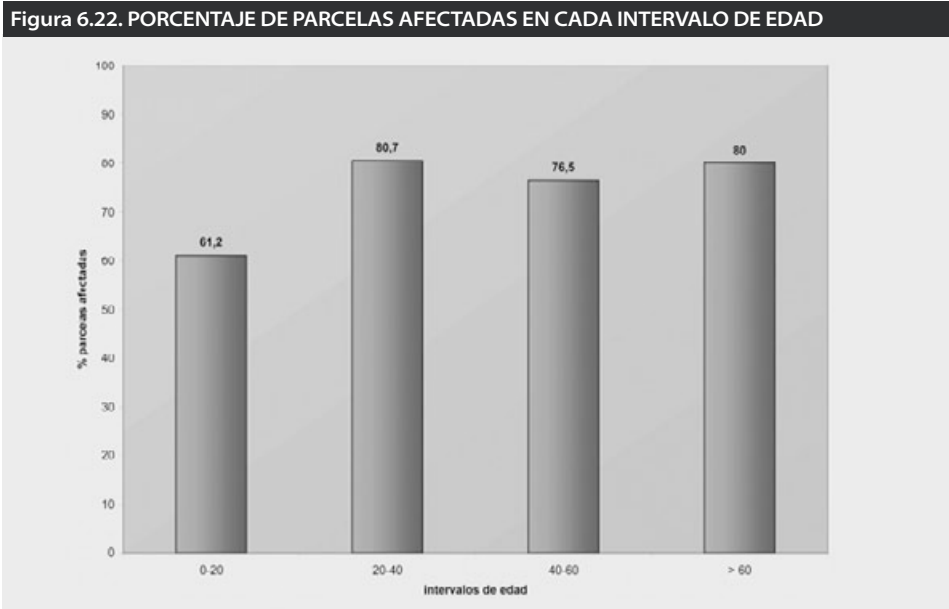
Como podemos observar, a medida que va aumentando la edad de las cepas aumenta también el porcentaje de ellas con síntomas externos de *X. arvicola*. Sin embargo, y aunque no se muestra de manera gráfica en la Figura anterior, podemos decir que a partir de una determi-

nada edad la cantidad de cepas atacadas por parcela es menor, por ejemplo en TOP26, de 73 años y con solo un 14,6 % de plantas en las que podamos observar los síntomas de forma clara, o en RIP10, de 84 años y 22,8 % de afección, en la que ocurre lo mismo.

Si dividiéramos el primer intervalo, de 0 a 20 años en dos subintervalos de 0 a 10 y de 10 a 20, podríamos ver que de las 18 parcelas muestreadas de edad inferior a 11 años, 10 de ellas no presentan ningún síntoma externo del coleóptero, y las 8 en las que sí encontramos estos síntomas tienen unos porcentajes de cepas afectadas muy bajos, salvo dos parcelas de la D.O. Cigales, la CIP03 y CIP25, que

tienen más del 50 % de las cepas afectadas, debido quizás a que se encuentran en zonas con grandes masas de viñedos y altos porcentajes de presencia de este cerambícido.

En cuanto al porcentaje de parcelas afectadas en cada uno de los tramos de edad en los que hemos dividido el estudio, se puede observar en la Figura 6.22.



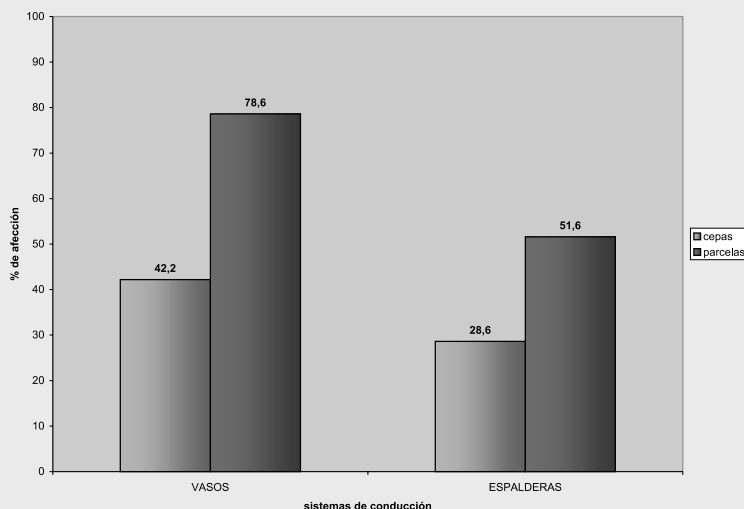
El tramo de edad en el que aparecen menos parcelas con algún síntoma externo de *X. arvicola* es el primero, de 0 a 20 años. No obstante señalar que en este intervalo más de la mitad de las parcelas muestreadas han presentado síntomas, lo que nos da una idea de la creciente dispersión de esta plaga, incluso en viñedos de menor edad. En cuanto a los otros tres intervalos, el porcentaje de parcelas

atacadas ha sido muy similar, y siempre por encima del 75 %.

6.3.3. Factor sistema de conducción

La influencia del sistema de conducción en la mayor o menor presencia de *X. arvicola* en viñedos la podemos ver gráficamente en la Figura 6.23.

Figura 6.23. PORCENTAJE MEDIO DE AFECCIÓN DE CEPAS Y PARCELAS ATACADAS EN FUNCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN QUE PRESENTAN.



Como podemos observar en esta Figura, las cepas conducidas en vaso están más atacadas que las conducidas en espaldera, de forma general (un 42,2 % frente a una 28,6 %). Igualmente, de todas las parcelas estudiadas, 75 en vaso y 31 en espaldera, el número de parcelas en vaso que presenta síntomas es superior al de espalderas (78,6 % frente a 51,6 %). Esto puede estar relacionado con el mayor número de resecos que se producen al conducir las cepas en vaso, lo que podría facilitar una mayor puesta de huevos por las hembras.

Además, este factor está íntimamente relacionado con el anterior, el factor edad, ya que normalmente las cepas en vaso suelen ser más viejas, y por tanto, de en-

trada, ya tendrían unos niveles de ataque mayores. La edad media de las cepas en vaso es de 38 años en las parcelas prospectadas y en espaldera es de 13 años. Esto se debe a que la forma de conducción en espaldera es relativamente reciente, existiendo en la actualidad una tendencia creciente debido a las ventajas inherentes a esta conducción, tales como una mayor defensa contra heladas, mayor ventilación de los racimos, mejoras en la eficacia de los tratamientos fitosanitarios y posibilidades de mecanizar la vendimia, entre otras.

De todas las parcelas prospectadas, las cepas en espaldera más viejas corresponden a una parcela en la Ribera del Duero, plantada en el año 1973, la RIP23,

en la que hemos encontrado un 73,8 % de las cepas con síntomas externos de *X. arvicola*, siendo en esta parcela extremadamente alto el número medio de orificios observados por cepa.

Hay que destacar que algunas parcelas con forma de conducción en espaldera presentan unos porcentajes de cepas atacadas muy altos, a pesar de tener poco más de 10 años. Tal es el caso de RUP153, RIP02 o RIP18, con más del 80 % de las cepas con síntomas de *X. arvicola*.

A la vista de lo anterior, no encontramos resultados en este análisis que nos hagan pensar que *X. arvicola* tiene un comportamiento similar a *A. vastator*, cerambícido que también ataca al viñedo, que se desplaza andando por los brazos de la vid, vuela muy poco, y está más presente

en viñedos en espaldera. (GOODWIN *et al.*, 1994).

6.3.4. Factor de relación hongos de madera – *X. arvicola*

De todas las parcelas evaluadas en la D.O. Cigales, en total 29, solamente en 7 de ellas no se encontraron cepas con síntomas externos de enfermedades de madera: Yesca o Eutipiosis.

En la siguiente Tabla se muestran las cepas que presentaron síntomas de decaimientos de la vid en algunos de los años de las prospecciones y, de ellas, cuales presentaron además síntomas externos de *X. arvicola*. Asimismo, aparece el número de cepas estudiadas en cada parcela y el porcentaje de afección del cerambícido.

Tabla 6.13. RELACIÓN HONGOS DE MADERA – <i>X. ARVICOLA</i> EN LA D.O. CIGALES.				
CÓDIGO	CEPAS EVALUADAS	% DE CEPAS AFECTADAS DE <i>X. arvicola</i>	% DE CEPAS CON DECAIMIENTOS DE LA VID	% DE CEPAS CON <i>X. arvicola</i> + DECAIMIENTOS
CIP01	127	89,2	29,1	27,5
CIP02	117	8,5	0,0	0,0
CIP03	138	53,4	10,8	7,2
CIP04	117	74,5	8,5	5,9
CIP05	135	59,2	0,0	0,0
CIP06	134	22,9	0,0	0,0
CIP07	134	76,3	12,7	8,2
CIP08	132	0,0	1,5	0,0
CIP09	125	93,8	15,2	9,6
CIP10	137	71,1	16,8	8,7
CIP11	128	47,3	14,8	6,2
CIP12	117	13,6	4,2	0,0
CIP13	126	73,2	7,9	6,4
CIP14	130	2,8	0,0	0,0
CIP15	134	98,5	11,2	10,4
CIP16	125	72,0	11,2	8,0
CIP17	126	66,6	4,7	3,9
CIP18	134	4,5	6,7	0,0
CIP19	120	91,5	20,8	20,0

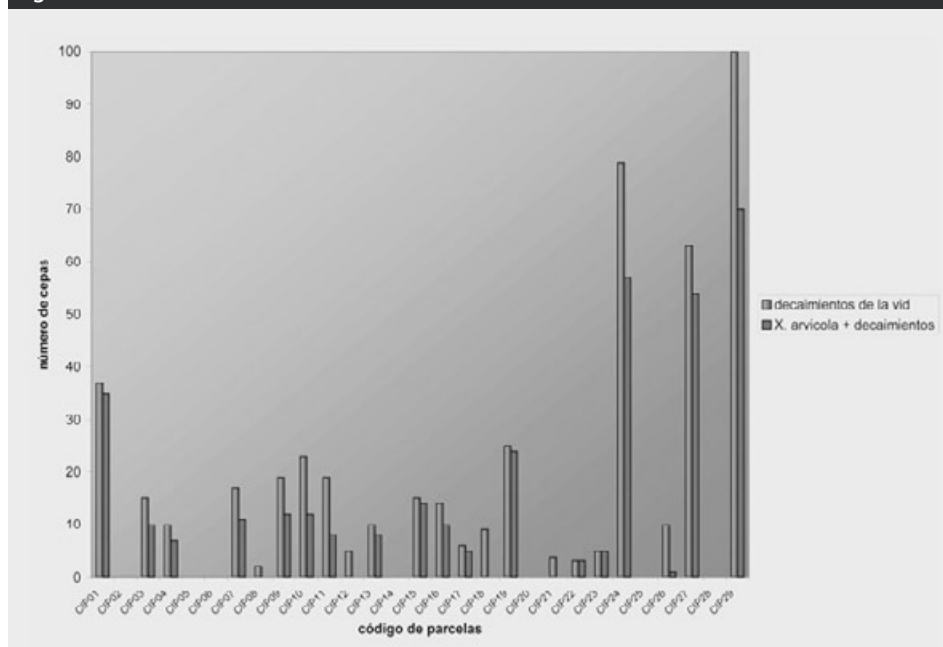
Tabla 6.13. (Continuación) RELACIÓN HONGOS DE MADERA – X. ARVICOLA EN LA D.O. CIGALES.

CÓDIGO	CEPAS EVALUADAS	% DE CEPAS AFECTADAS DE <i>X. arvicola</i>	% DE CEPAS CON DECAIMIENTOS DE LA VID	% DE CEPAS CON <i>X. arvicola</i> + DECAIMIENTOS
CIP20	131	58,0	0,0	0,0
CIP21	123	78,8	3,2	0,0
CIP22	128	67,2	2,3	2,3
CIP23	127	64,6	3,9	3,9
CIP24	184	57,5	42,9	30,9
CIP25	134	50,0	0,0	0,0
CIP26	135	33,3	7,4	0,7
CIP27	154	94,6	40,9	35,1
CIP28	129	38,7	0,0	0,0
CIP29	185	82,4	54,1	37,8
TOTAL	3866			
MEDIA		56,7	11,4	8,0

Como podemos ver, un 70,6 % de las cepas que presentaron síntomas de *X. arvicola* lo hicieron también de enfermedades de madera de la vid, cantidad que “a priori” es bastante elevada.

En la Figura 6.24 vemos gráficamente la relación entre estas dos afecciones en las parcelas estudiadas.

Figura 6.24. PARCELAS AFECTADAS DE HONGOS DE MADERA Y X. ARVICOLA



Como podemos observar gráficamente, en todas las parcelas de forma general, la relación entre estas dos afecciones es alta, lo que nos hace pensar que las hembras de *X. arvicola* hacen la puesta en madera afectada por hongos para facilitar la entrada hacia el interior de las larvas neonatas.

6.3.5. Resumen

En función de los resultados obtenidos podemos decir que la variedad de vid influye en la preferencia de *X. arvicola* por unas u otras cepas, porque en función de las prospecciones de síntomas externos realizadas hay variedades muy colonizadas (Viura, Garnacha, Tempranillo – Tinta de Toro- Tinta del País y Cabernet Sauvignon) y otras muy poco (Mencía).

Al relacionar estas preferencias del cerambícido con las propiedades físicas de la madera, las que hemos estudiado, que son el peso específico anhidro y la higroscopicidad, no nos aportan resultados para poder explicar estas diferencias.

Con respecto a las propiedades químicas, tanto para el caso del contenido de holocelulosa como para el contenido de lignina, se establecen dos grupos: por un lado está la variedad Mencía y por otro el resto de las variedades estudiadas. Podríamos explicar con estas dos propiedades por qué la Mencía es una variedad muy poco atacada por *X. arvicola*; por su bajo contenido en holocelulosa y su alto contenido en lignina. En el caso opuesto estarían las variedades Viura, Tempranillo – Tinta de Toro- Tinta del País y Cabernet

Sauvignon, muy atacadas gracias a su alto contenido en holocelulosa y su bajo contenido en lignina. Sin embargo, los niveles de ataque de las variedades Garnacha y Verdejo no quedarían explicadas mediante estas propiedades. Respecto al N total, no se han encontrado diferencias significativas entre variedades. La última propiedad química analizada, los extractos en NaOH al 1 %, nos han dado un valor muy alto para Garnacha respecto al resto de los análisis realizados en otras variedades, pudiendo explicar de este modo por qué esta variedad, a pesar de su no muy alto contenido en holocelulosa y su alto contenido en lignina, sea apreciada por este xilófago. La única variedad para la que no hemos podido extraer las posibles causas que influyen en sus niveles de infestación ha sido la Verdejo, quizá porque el número de muestras analizado no haya sido suficientemente representativo o porque sean otras propiedades o compuestos (como pueden ser los volátiles) los que influyan en su mayor afección por parte de *X. arvicola*.

Otro factor analizado, la edad, se ha visto que influye en el porcentaje de cepas afectadas: a mayor edad de la cepa, mayor nivel de infestación de la parcela.

La influencia del sistema de conducción en la preferencia oviposicional de *X. arvicola* parece también haber sido constatada, siendo este es un factor íntimamente relacionado con el anterior, el factor edad. Las cepas conducidas en vaso (que suelen ser más viejas) tienen un mayor porcentaje de síntomas exter-

nos que las espalderas, quizá por el mayor número de resecos que se producen al conducir las vides de este modo.

En cuanto al factor relación de hongos de madera – presencia de *X. arvicola*, de los estudios realizados concluimos que el porcentaje de cepas que presentan estas

dos sintomatologías conjuntas es alto, lo que nos lleva a pensar que las modificaciones en las características de la madera debido a la aparición de hongos puede ser un atractivo para la puesta de huevos, ya que este cambio en la estructura puede favorecer la progresión de las larvas neonatas.



Capítulo 7: Evaluación de los daños causados por *X. arvicola* en el cultivo de la vid



ita_{CyL}

CAPÍTULO 7: Evaluación de los daños causados por *X. arvicola* en el cultivo de la vid

7.1. Introducción

En este capítulo vamos a analizar la influencia que la presencia del coleóptero *X. arvicola* tiene en el potencial vegetativo, productivo y enológico del viñedo.

Entre los daños más importantes producidos por *X. arvicola* hemos citado la disminución de la superficie vascular al consumir las larvas floema y xilema, ya que atacan a maderas vivas y muertas. Esto provoca que en cepas afectadas de forma reiterada a lo largo de varios años o por un número considerable de larvas, el desarrollo foliar sea escaso y los sarmientos poco vigorosos y productivos. Además, hace que el tronco y los brazos afectados se rompan más fácilmente (MORENO *et al.*; 2003b).

Cuantificar la pérdida de producción en un cultivo debido a la presencia de un cerambícido xilófago es complicado, sobre todo teniendo en cuenta que la producción final anual de la planta depende de muchos factores, entre los que destaca el clima anual, en cuanto a temperatura y lluvias, además de otros, como las dosis de abonado, la presencia de otras plagas y enfermedades, etc.

Las pérdidas debidas a la aparición de una plaga en una zona se dividen en: di-

rectas (devaluación del producto en cantidad y calidad), indirectas (influencia en los gastos de recogida, etc) y socioeconómicas (déficit social, influencia en la economía de la zona, en las industrias de transformación, etc) (ROMANYK y CADAHIA, 2003). Las pérdidas directas, en cantidad y calidad, ligadas a un daño derivado de un estrago sobre un órgano vegetativo objeto de recolección, estarán en función de la densidad o índice de abundancia de la plaga que lo causa. De esta forma se fija el umbral de daño, que en un ecosistema agrícola o forestal se puede diferenciar en umbral de tolerancia y umbral económico. En este capítulo vamos a analizar las pérdidas directas exclusivamente.

Por ello, vamos a estudiar la posible influencia de *X. arvicola* en los siguientes aspectos:

- En el contenido de clorofila y la superficie foliar de las plantas, haciendo una valoración fisiológica.
- En la producción, mediante una valoración agronómica.
- En las características del mosto, a través de una valoración enológica.

7.2. Material y métodos

7.2.1. Valoración fisiológica

Las dos características que hemos estudiado para hacer una valoración fisiológica de las cepas, buscando diferencias entre plantas con síntomas externos de *X. arvicola* y plantas sanas o sin síntomas, han sido el contenido de clorofila y el área, ambas sobre las hojas.

Las funciones de las hojas son de gran complejidad, pues en ella los elementos minerales absorbidos por el sistema radicular, constituyendo la savia bruta, se transforman en savia elaborada que nutrirá todos los órganos de la planta. En ellas se lleva a cabo la asimilación clorofílica o fotosíntesis, la respiración y la transpiración.

7.2.1.1. Contenido de clorofila

Para calcular el contenido de clorofila de las hojas hemos utilizado un medidor de clorofila, que es una herramienta portátil muy simple que mide el verdor o contenido relativo de clorofila en las hojas. El aparato que hemos empleado es el SPAD 502, de la Marca Minolta (Figura 7.1). Este aparato determina la transmitancia de la luz a través de la hoja de la muestra en dos longitudes de onda: 650 nm, que es absorbida intensamente por la clorofila, y 920 nm, que no lo es. Inmediatamente después compara la transmitancia en estas dos longitudes de onda, calculando un valor relacionado linealmente con el contenido clorofílico de la hoja.



Figura 7.1. Mediciones con SPAD 502

Existe una fuerte relación entre las lecturas obtenidas con un medidor de clorofila y la concentración de N en la hoja, aunque dicha relación varía con el estado de desarrollo del cultivo y/o la variedad, principalmente por el espesor o el peso específico de la hoja (LÓPEZ - BELLIDO, 2003). De ahí que este aparato se use en los programas de fertilización nitrogenada de ciertos cultivos como el maíz, la patata de siembra, el tomate, los cereales o el sorgo, estableciendo incluso la relación entre las lecturas del medidor de clorofila y el rendimiento del cultivo (RODRÍGUEZ *et al.*, 1998; SAINZ y ECHEVERRÍA, 1998; ARREQUI *et al.*, 2000; RANGEL *et al.*, 2002)

Concretamente en este estudio se utilizó el medidor SPAD 502 para establecer una comparación del contenido de clorofila entre hojas de cepas con síntomas externos de *X. arvicola* y hojas de plantas que no presentaban ningún síntoma.

Las parcelas elegidas fueron dos, situadas en la Denominación de Origen Rueda, una de la variedad Verdejo, conducida en vaso, en el Término Municipal de

La Seca, la RUP17 y otra de la variedad Tempranillo, conducida en espaldera, en el Término Municipal de Serrada, la RUP05. En cada una de estas parcelas se escogieron 10 cepas que habían presentado síntomas externos de *X. arvicola* durante los 3 años del estudio y otras 10 cepas que no habían mostrado síntomas ni del coleóptero ni de ninguna otra afección de madera ninguno de estos tres años. En cada cepa se eligieron 10 hojas situadas por encima de racimos y en cada una de estas hojas se hicieron 5 mediciones, moviendo el sensor de posición, de manera que al final se obtuvo un valor promediado por hoja medida.

La época de realización de las medidas fue a mediados del mes de julio, coincidiendo con un período de la planta muy activo desde el punto de vista fotosintético.

Los valores que obtenemos con este aparato se llaman unidades SPAD. Estas se tienen que correlacionar con el contenido de clorofila. Para ello, hemos utilizado el protocolo de la Universidad de Barcelona mediante el cual obtenemos una recta de regresión para cada una de las variedades existentes, que nos transforma unidades SPAD en mg clorofila/ml. Este protocolo consiste en lo siguiente:

En campo seleccionamos un conjunto de hojas que presenten desde clorosis severa hasta un verde intenso. Este material vegetal se lleva rápidamente al laboratorio en una nevera con hielo. Todo el proceso ha de hacerse en condiciones de os-

curidad. Ya en laboratorio, con un sacabocados extraemos fragmentos de 1 cm². Inmediatamente después hacemos tres lecturas de cada una de estas muestras con el medidor de clorofila. Se obtiene el promedio de estas lecturas y se agrupan los fragmentos en intervalos de lectura, tal y como recomiendan KRUGH *et al.* (1994).

En un homogenizador de vidrio ponemos 2 ml de acetona al 80% y el material vegetal. Trituramos y homogeneizamos el material vegetal. Filtramos en un matraz aforado de 10 ml, lavando con mucho cuidado el mortero y el papel de filtro con acetona 80% hasta enrasar.

Centrifugamos lo más rápido posible el extracto obtenido a 200 giros durante 10 minutos y determinamos la absorbancia del sobrante a 750 nm. En caso de turbidez hay que volverlo a centrifugar. Una vez obtenida una solución cristalina, anotamos las absorbancias a 750; 663,2; 646,8 y 470 nm.

La concentración de clorofila por ml de solución se calcula por acetona 80% v/v mediante las ecuaciones siguientes (LICHTENTHALER, 1987):

$$Cl\ a = 12,25\ A_{663,2} - 2,79\ A_{646,8}\ \mu g\ clorofila\ a/ml$$

$$Cl\ b = 21,50\ A_{646,8} - 5,10\ A_{663,2}\ \mu g\ clorofila\ b/ml$$

$$Cl\ a+b = 7,15\ A_{663,2} + 18,71\ A_{646,8}\ \mu g\ clorofila\ total/ml$$

Este procedimiento para la construcción de rectas de regresión se realizó el mismo día que las mediciones con el SPAD en campo, a mediados del mes de julio.

La clorofila a es el pigmento que interviene directamente en la transformación de energía luminosa en energía química y constituye aproximadamente el 75 % de toda la clorofila de las plantas verdes. La clorofila b es un pigmento accesorio presente en vegetales y otras células fotosintéticas complejas, absorbe luz a una longitud de onda diferente y transfiere la energía a la clorofila a, que se encarga de transformarla en energía química.

Una vez obtenidas dichas rectas transformamos los valores SPAD medidos en campo sobre las 20 plantas (10 sanas y 10 afectadas) de cada variedad.

7.2.1.2. Área foliar

Para medir el área foliar utilizamos un aparato de la Marca ADC BioScientific, modelo AM 200 (Figuras 7.2 y 7.3). Es un aparato portátil que usa un escáner óptico para tomar las medidas. Tiene una fuente de luz y un sensor CCD incorporado que se pasa sobre el objeto a medir. El escáner tiene un rodillo de caucho en la parte de abajo que va pasando lentamente sobre el objeto, de forma que en la pantalla del medidor se va formando la silueta de la hoja sobre la que discurre el escáner. Esta imagen, una vez decodificada por el controlador AM 200, nos dará longitud y anchura máxima y área medida.

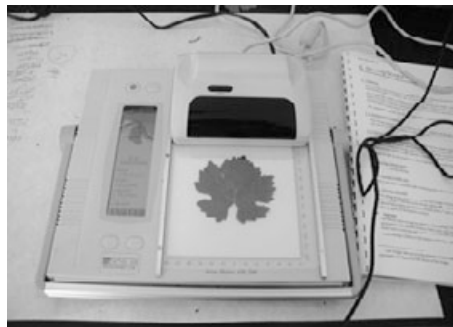


Figura 7.2. Medidor de área foliar midiendo una hoja de vid



Figura 7.3. Detalle del medidor de área foliar

La determinación del área foliar es necesaria para calificar un buen crecimiento y es usada ampliamente en modelos fotosintéticos, evaluación de los sistemas de conducción y poda (GUTIERREZ Y LAVÍN, 2000). Hay trabajos que relacionan el área foliar de las plantas con la productividad de las mismas; por ejemplo los realizados por GALVANI *et al.*, (2000), en cultivo de pepino en invernadero.

En un pámpano en desarrollo ya avanzado hay que distinguir entre hojas decrepitas de pequeña actividad que se sitúan en la base; hojas adultas que desempeñan al máximo la función fotosintética; hojas en

período de crecimiento, en la parte próxima a la terminal del pámpano y por último, hacia la punta, hojitas recién destacadas del cono terminal (HIDALGO, 2002).

La comparación entre el área foliar de plantas sanas y plantas atacadas por *X. arvicola* se hizo en las mismas parcelas y sobre las mismas plantas que la determinación del contenido de clorofila, la RUP05 y la RUP17, ambas en la Denominación de Origen Rueda.

Para ello seleccionamos 4 plantas sanas, que durante los 3 años del estudio no hubieran manifestado ningún tipo de síntoma externo de ninguna afección de madera y otras 4 plantas en los que hubiera habido los años anteriores síntomas externos de *X. arvicola*, ya fueran orificios, galerías nuevas o viejas.

En campo contamos el número de pámpanos de cada planta y elegimos uno que fuera representativo en cuanto al número y tamaño de las hojas, de la vegetación total de la cepa.

Una vez en laboratorio, separamos hojas con actividad fotosintética alta de aquellas que ya o todavía no la tenían y calculamos la longitud y anchura máxima y el área de las hojas activas de cada pámpano. Sumando la superficie de las hojas del pámpano y multiplicando por el número de pámpanos por planta calculábamos el área total de cada cepa.

Además, contamos el número de pámpanos de 20 cepas sanas y 20 cepas afectadas en cada una de las 2 parcelas en las

que hicimos la valoración fisiológica, con el fin de establecer diferencias entre plantas sanas y afectadas.

7.2.2. Valoración agronómica

Estos ensayos se realizaron durante los años 2003 y 2004. Elegimos las siguientes parcelas:

- D.O. Cigales: CIP24, variedad Tempranillo y CIP25, variedad Garnacha.
- D.O. Ribera del Duero: RIP01, variedad Cabernet Sauvignon y RIP02, variedad Tempranillo.
- D.O. Rueda: RUP05, variedad Tinta del País, RUP11, variedad Viura y RUP17, variedad Verdejo.
- D.O. Toro: TOP04, variedad Tinta de Toro.

Para hacer esta valoración, se vendimiaron 30 cepas sanas y 30 afectadas. La fecha de realización coincidió con el momento en que vendimiaron cada uno de los propietarios de las parcelas, durante finales de septiembre – principios de octubre, según el año.

Al elegir las cepas sanas se consultaron los croquis de campo de las prospecciones de síntomas externos de decaimientos de la vid, de modo que las cepas elegidas estaban también libres de estas patologías. Para elegir las cepas afectadas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Se eligieron en primer lugar cepas que habían presentado síntomas ex-

ternos de *X. arvicola* durante los años 2002 y 2003, para la vendimia del año 2003 y los años 2002, 2003 y 2004, en la vendimia del año 2004.

- Las cepas a vendimiarse se repartieron a lo largo de las 45 cepas que componen las filas, en las 3 filas que se habían prospectado.
- Las cepas que se vendimiaron a mayores, en el caso de no encontrar cepas que habían mostrado síntomas externos de forma coincidente durante los años necesarios, se eligieron en función de los siguientes criterios y por este orden:
 - cepas afectadas en el año de la vendimia, en las prospecciones de síntomas externos de invierno que presentaban conjuntamente orificios, galerías nuevas y/o galerías viejas.
 - Si aún así no había suficiente, cepas que presentaban conjuntamente orificios y galerías viejas.
 - En último caso, cepas que presentaban solamente orificios, que son un síntoma externo más claro e infundible que las galerías, que depende en qué momento y por qué persona se realicen las prospecciones y puede dar lugar a errores.

En cada cepa se anotó la producción total y el número de racimos, calculando posteriormente el valor peso medio del racimo.

7.2.3. Valoración enológica

De cada una de las vendimias realizadas en el apartado anterior se cogieron muestras para realizar la valoración enológica.

De cada 3 cepas vendimiadas se cogió una repetición de 100 bayas, de forma que tomamos 10 repeticiones de bayas de cepas sanas y 10 de bayas de cepas afectadas.

La distribución de las bayas en el racimo no es uniforme. De ahí que el procedimiento seguido será el siguiente, cogiendo una baya de cada racimo en las siguientes posiciones: se toma la primera baya de la parte superior de un racimo, la segunda de la parte central de otro, la tercera de la apical, la cuarta de la central y la quinta de la superior y así sucesivamente hasta completar el total de 100 bayas por cada 3 cepas.

Una vez recogidas estas muestras se llevaron a la Estación Enológica de Castilla y León, ubicada en Rueda (Valladolid). En este centro se realizaron las siguientes determinaciones:

- pH
- Grado Alcohólico Probable (a 16,8 ó 17,5 según se trate de uva blanca o tinta respectivamente)
- Acidez Total (gr de ácido tartárico/l)
- Ácido Málico (gr/l)

En el conjunto de los índices químicos de maduración para la uva de vino los más

significativos son la riqueza en azúcares (medida como grado brix, densidad, azúcar o grado alcohólico probable, ya que todos estos términos están correlacionados) y la concentración de ácidos o acidez total. Durante la maduración, la concentración del azúcar tiene un aumento progresivo, mientras que la acidez disminuye, pero en el momento de la maduración industrial ambos componentes se mantienen prácticamente estables durante unos días (HIDALGO, 2002).

7.2.4. Métodos estadísticos

En este capítulo realizaremos también un análisis multivariante de la varianza, MANOVA. Previamente estudiaremos la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza. El procedimiento y los tests utilizados serán los mismos que en el capítulo anterior.

Previo a estudiar diferencias entre poblaciones para ciertas variables se realizó

una regresión lineal, ya que las variables medidas no eran las de interés propio. Para el ajuste lineal fueron necesarias transformaciones de Box-Cox debido a violación de hiTodos los cálculos y análisis estadísticos se han realizado con los programas Matlab 7.0.1, Statistica 6.0 (módulos ANOVA/MANOVA, Multiple Regression y General Linear Model).

7.3. Resultados y discusión

7.3.1. Valoración fisiológica

En este apartado analizaremos los resultados obtenidos en las dos características estudiadas: contenido de clorofila y área foliar.

7.3.1.1. Contenido de clorofila

Una vez tomadas las 5 medidas por planta con el medidor de clorofila en las 10 hojas de cada una de las 20 cepas de cada variedad, en las siguientes Tablas se muestra el valor medio y la desviación estándar, calculadas en Unidades SPAD.

Tabla 7.1. VALOR MEDIO, EN UNIDADES SPAD, DE LAS CEPAS SANAS Y AFECTADAS ESTUDIADAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO				
Nº CEPA	UNIDADES SPAD			
	SANAS		AFECTADAS	
	Valor medio	Desviación estándar	Valor medio	Desviación estándar
1	46,70	5,63	47,01	4,06
2	44,73	2,95	44,29	2,26
3	47,14	4,27	47,76	2,21
4	46,29	4,16	41,77	2,77
5	46,55	6,87	47,72	6,16
6	46,50	3,10	44,32	4,07
7	47,12	4,64	47,35	2,20
8	45,95	4,08	47,96	1,92
9	44,30	7,20	47,86	2,25
10	46,83	4,93	44,29	3,03
MEDIA	46,20		46,03	

Tabla 7.2. VALOR MEDIO, EN UNIDADES SPAD, DE LAS CEPAS SANAS Y AFECTADAS ESTUDIADAS DE LA VARIEDAD VERDEJO

Nº CEPA	UNIDADES SPAD			
	SANAS		AFECTADAS	
	Valor medio	Desviación estándar	Valor medio	Desviación estándar
1	47,61	1,44	39,46	4,81
2	40,68	5,17	42,98	5,05
3	31,67	5,31	44,64	2,42
4	42,75	2,94	37,30	7,14
5	35,61	8,63	31,19	7,43
6	45,78	4,46	36,46	4,38
7	33,67	6,24	34,90	5,58
8	37,42	6,75	31,60	3,98
9	38,90	5,36	29,78	4,41
10	34,62	6,23	34,01	4,16
MEDIA	38,87		36,23	

Como podemos observar, tanto en cepas sanas como en cepas afectadas las unidades SPAD están en torno a 46 de media para la variedad Tempranillo y alrededor de 37 para Verdejo, siendo las medias en los dos casos menores en cepas afectadas que en cepas sanas.

Para poder transformar estos valores en $\mu\text{g/ml}$ de clorofila, ya sea a, b o clorofila total, tenemos que calcular las rectas de regresión de las dos variedades estudiadas.

Procedemos a analizar estas dos variedades por separado.

a) Variedad Tempranillo

Hemos tomado 12 fracciones de 1 cm^2 , situadas en los intervalos de valores de SPAD de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 y mayor de 50, en las que hemos calculado el valor exacto de SPAD con el medidor de clorofila. Después de las operaciones descritas en el Protocolo hemos calculado la clorofila a y b, aplicando las fórmulas correspondientes. La clorofila total es la suma de las dos clorofilas: a y b. En la Tabla 7.3 se muestran los valores obtenidos para cada medición.

Tabla 7.3. CLOROFILA A Y B PARA LOS VALORES SPAD EN LA VARIEDAD TEMPRANILLO

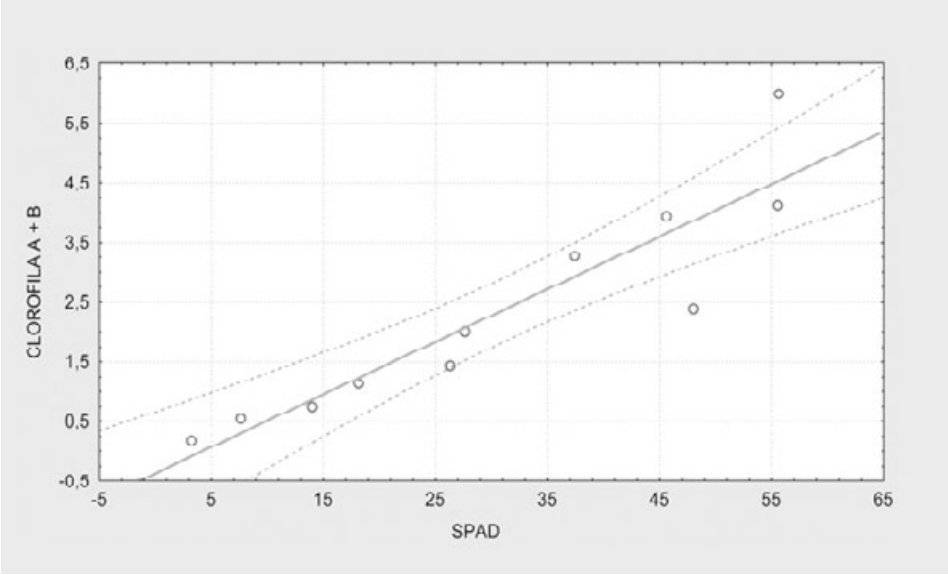
Valor SPAD	Clorofila a ($\mu\text{g/ml}$)	Clorofila b ($\mu\text{g/ml}$)
	Cl a = 12,25 A663,2 - 2,79 A646,8	Cl b = 21,50 A646,8 - 5,10 A663,2
3,2	0,1010	0,0881
7,6	0,3853	0,1650
14,0	0,4826	0,2730
18,1	0,7824	0,3556
26,3	1,0523	0,3836
27,6	1,4276	0,5812
37,4	2,4359	0,8387
37,7	0,6245	0,2688
45,6	2,9150	1,0318
48,0	1,7514	0,6396
55,5	3,0794	1,0508
56,3	4,5363	1,4591

Utilizando estos valores hemos calculado la recta de regresión correspondiente al valor clorofila a + b. En este caso hemos obtenido un $R^2= 0,760370$. En la Figura

7.4 se muestra gráficamente esta recta, que responde a la siguiente fórmula:

$$\text{CLOROFILA A + B} = 0,79315858 + 0,00024471 * (\text{SPAD})^3$$

Figura 7.4. RECTA DE REGRESIÓN SPAD – CLOROFILA TOTAL PARA LA VARIEDAD TEMPRANILLO



Una vez obtenida esta recta, haremos la conversión correspondiente a todas las mediciones tomadas en campo, obte-

niendo los valores medios que aparecen en la Tabla 7.4.

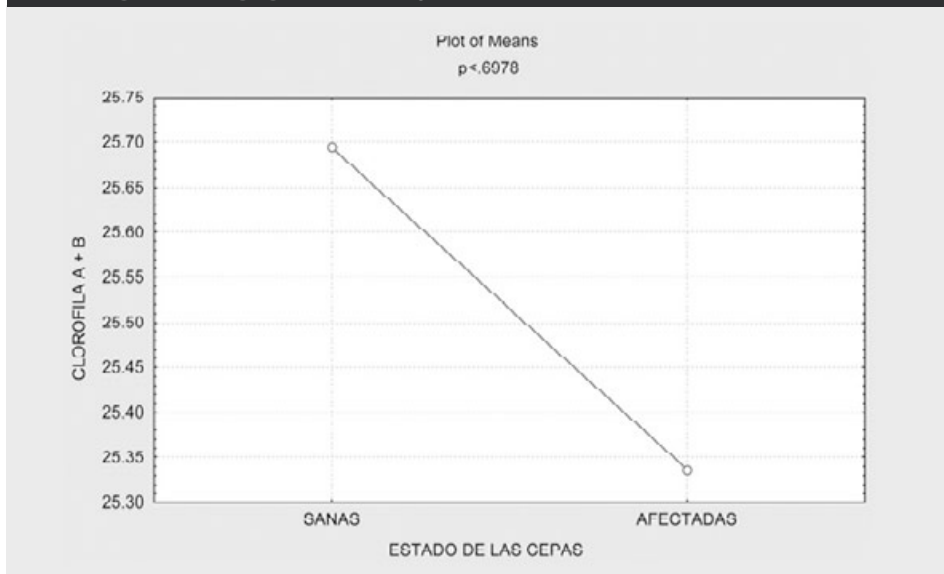
Tabla 7.4. VALOR MEDIO DE LA CLOROFILA TOTAL PARA LAS CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO

Nº CEPA	CLOROFILA TOTAL (mg / ml)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SANAS	26,70	22,95	26,98	25,57	26,89	25,65	27,05	25,03	23,46	26,66
AFECTADAS	26,72	22,21	27,61	18,84	28,54	22,58	26,92	27,89	27,79	22,32

Con los 1000 valores que hemos obtenido en cada variedad, 500 para cepas sanas y 500 para afectadas, hemos hecho un análisis estadístico, con el objetivo de determinar si existen diferencias signifi-

cativas en el contenido de clorofila total, según la planta tenga síntomas externos de *X. arvicola* o no. A continuación aparecen el plot de medias para esta determinación.

Figura 7.5. PLOT DE MEDIAS PARA LA CLOROFILA TOTAL EN CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO



Gráficamente podemos observar que el contenido de clorofila de las cepas sanas es mayor que el de las cepas afectadas. En cuanto al análisis de la varianza, que se muestra en la Figura 7.6 para el test de

Tukey, vemos que no existen diferencias significativas en los valores de contenido de clorofila según esté la cepa sana o afectada.

Figura 7.6. TABLA ANOVA PARA LA CLOROFILA TOTAL EN CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO

Continue...	Probabilities for Post Hoc Tests: MAIN EFFECT: VAR1	
VAR1	{1}	{2}
1 {1}	25.69423	25.33631
2 {2}	.697414	.697414

Variedad Verdejo

Siguiendo el mismo procedimiento, los valores obtenidos para esta variedad han sido los siguientes:

Tabla 7.5. CLOROFILA A Y B PARA LOS VALORES SPAD EN LA VARIEDAD VERDEJO

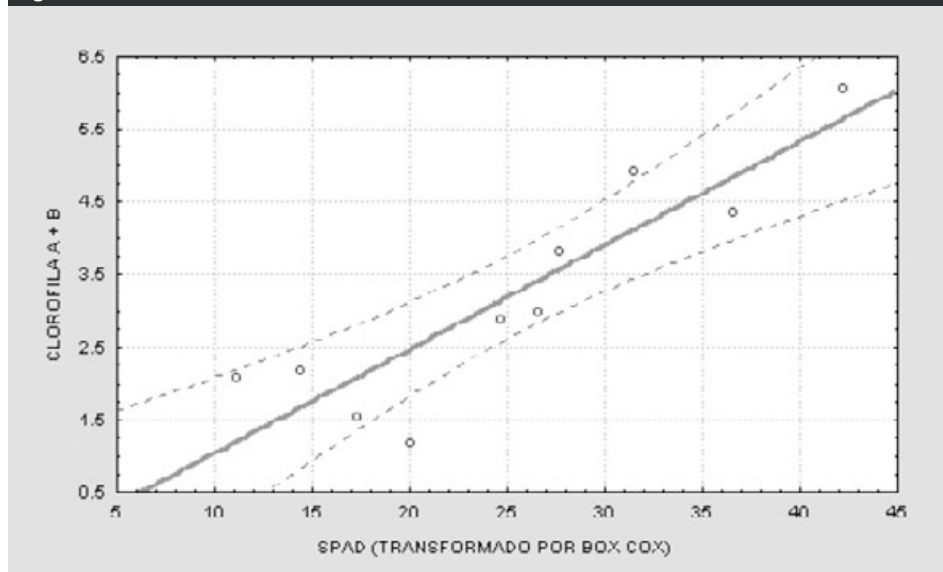
Valor SPAD	Clorofila a (µg/ml)		Clorofila b (µg/ml)	
	CI a = 12,25 A663,2 - 2,79 A646,8		CI b = 21,50 A646,8 - 5,10 A663,2	
12,7	1,645		0,436	
16,7	1,706		0,474	
20,2	1,275		0,287	
23,6	0,942		0,230	
29,4	2,211		0,678	
31,9	2,317		0,662	
33,2	2,907		0,911	
38,1	3,799		1,123	
44,7	3,302		1,042	
52,0	4,647		1,425	

Con estos valores calculamos las rectas de regresión correspondiente a clorofila a + b. Para ello, hemos tenido que transformar los datos mediante Box - Cox. El ajuste en este caso ha sido mucho mejor

que para la variedad Tempranillo, obteniendo un valor de $R^2 = 0,999872$. La fórmula resultante ha sido la siguiente:

$$\text{CLOROFILA A + B} = 1,235002 + 0,791198 * (\text{SPAD})^{0,947204}$$

Figura 7.7. RECTA DE REGRESIÓN SPAD – CLOROFILA TOTAL PARA LA VARIEDAD VERDEJO



Los valores medios transformados se muestran en la Tabla 7.6.

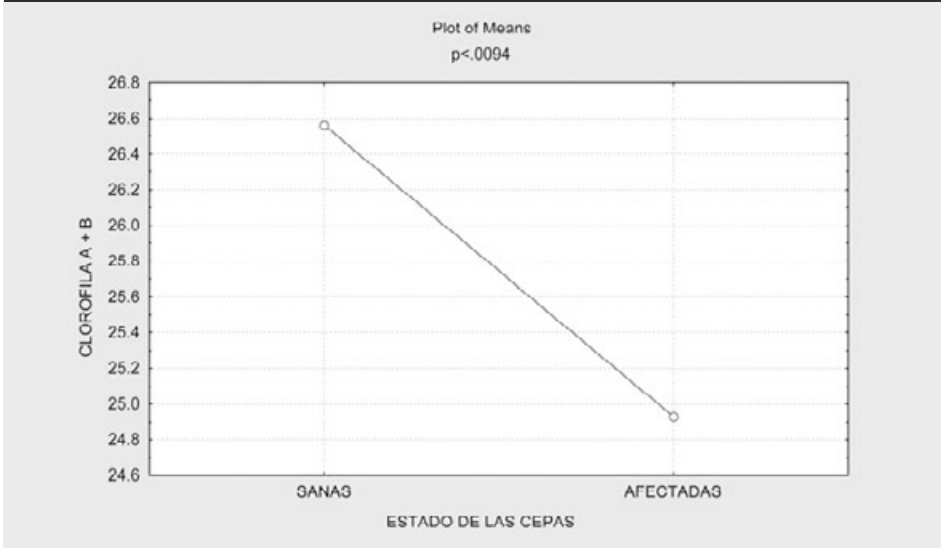
Tabla 7.6. VALOR MEDIO DE LA CLOROFILA TOTAL PARA LAS CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD VERDEJO

Nº CEPA	CLOROFILA TOTAL (mg / ml)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SANAS	31,95	27,69	22,10	28,97	24,53	30,83	23,34	25,67	26,59	23,93
AFECTADAS	26,94	29,11	30,13	25,59	21,79	25,08	24,11	22,06	20,92	23,56

Hacemos el mismo análisis estadístico que en la variedad Tempranillo. A conti-

nuación aparece el plot de medias para esta determinación.

Figura 7.8. PLOT DE MEDIAS PARA LA CLOROFILA TOTAL EN CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD VERDEJO



Como podemos observar gráficamente, el contenido de clorofila total en las cepas sanas es mayor que en las afectadas.

Al hacer el análisis de la varianza, tanto al aplicar el test de Tukey como el de Scheffé, se observan diferencias significativas entre cepas sanas y cepas afectadas. En la Figura 7.9 aparece la Tabla ANOVA resultante para el test de Scheffé.

Figura 7.9. TABLA ANOVA PARA LA CLOROFILA TOTAL EN CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LA VARIEDAD VERDEJO

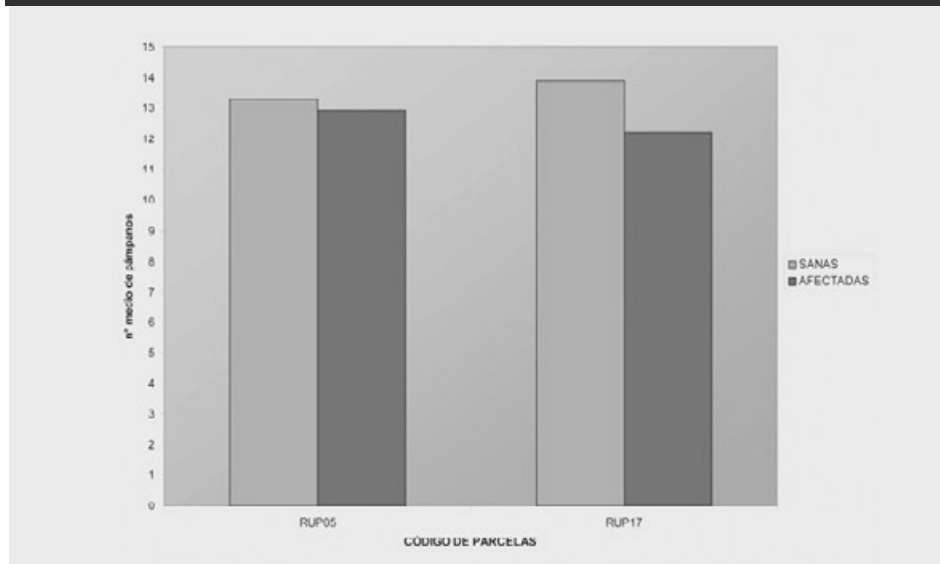
Continue...	Probabilities for Post Hoc Tests	
	MAIN EFFECT: VAR1	
VAR1	{1}	{2}
1 {1}	26.56141	24.92974
2 {2}	.009371	.009371

Como conclusión podemos decir que la presencia de *X. arvicola* en la vid influye en el contenido de clorofila de las hojas de las variedades Tempranillo y Verdejo, ya que en los dos casos han sido mayores los valores en cepas sanas que en afectadas, aunque en el caso de Verdejo se han observado diferencias estadísticamente significativas y en el caso de Tempranillo no.

7.3.1.2. Área foliar

Comenzamos este apartado con los resultados relativos al número medio de pámpanos en cepas sanas y afectadas (Figura 7.10) para después analizar los datos relativos a las mediciones de las hojas con el medidor de área foliar.

Figura 7.10. NÚMERO MEDIO DE PÁMPANOS EN CEPAS SANAS Y AFECTADAS DE LAS PARCELAS ESTUDIADAS



Como podemos observar, existen diferencias entre los pámpanos en plantas sanas y afectadas, aunque estas no son estadísticamente significativas.

En las Tablas 7.7 y 7.8 se muestran los resultados de las mediciones del área foliar en las dos parcelas en las que lo hemos realizado.

Tabla 7.7. ÁREA FOLIAR DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO

ESTADO	Nº PLANTA	Nº HOJAS ACTIVAS / PÁMPANO	Nº PÁMPANOS / PLANTA	SUPERFICIE TOTAL PLANTA (cm ²)
SANAS	1	12	14	39859,40
	2	17	14	35922,04
	3	10	19	39545,08
	4	8	13	31646,42
MEDIA		11,75	15,00	36743,23
AFECTADAS	1	12	10	15939,00
	2	8	12	13273,68
	3	12	10	13597,20
	4	11	14	15411,76
MEDIA		10,75	11,50	14555,41

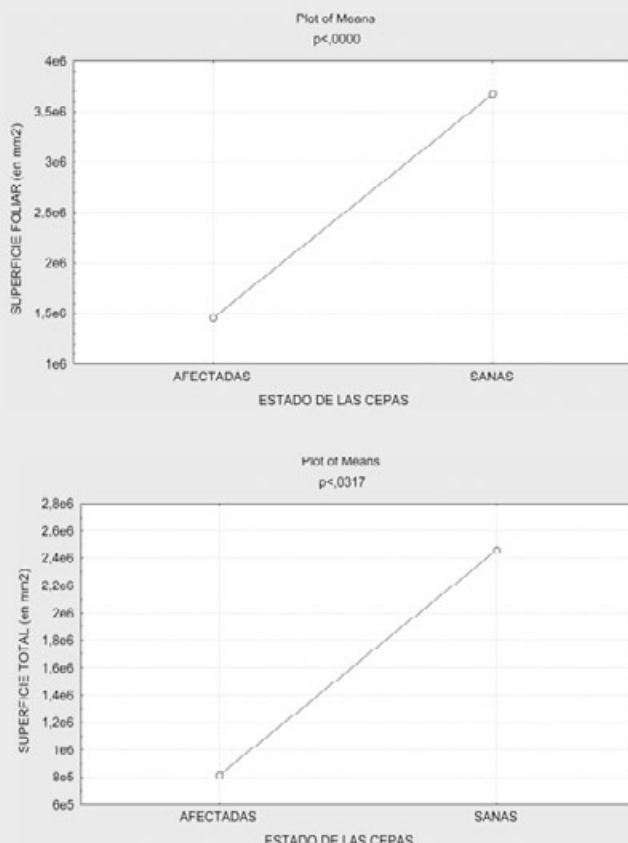
Tabla 7.8. ÁREA FOLIAR DE LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD VERDEJO

ESTADO	Nº PLANTA	Nº HOJAS ACTIVAS / PÁMPANO	Nº PÁMPANOS / PLANTA	SUPERFICIE TOTAL PLANTA (cm ²)
SANAS	1	11	18	39064,32
	2	8	14	11853,52
	3	19	14	22760,64
	4	16	21	24660,72
MEDIA		13,50	16,75	24584,80
AFECTADAS	1	13	10	8455,20
	2	15	13	12996,36
	3	10	9	7165,08
	4	9	10	4039,60
MEDIA		11,75	10,50	8163,81

En estas Tablas podemos ver que la superficie foliar de las plantas afectadas es menor que la de las plantas sanas en las dos variedades estudiadas. No existen sin embargo diferencias ni en el número de hojas fotosintéticamente activas por pámpano ni en el número de pámpanos por planta, aunque este es sensiblemente inferior en las plantas atacadas por el coleóptero.

Una vez hecho el análisis estadístico correspondiente, vemos que hay diferencias significativas en el factor analizado, superficie foliar, en plantas sanas y en plantas afectadas. En las Figuras 7.10 y 7.11 se muestran los plots de medias correspondientes, el primero para la variedad Tempranillo y el segundo para la variedad Verdejo.

Figuras 7.10 y 7.11. PLOTS DE MEDIAS PARA EL FACTOR SUPERFICIE FOLIAR EN LAS VARIEDADES TEMPRANILLO (ARRIBA) Y VERDEJO (ABAJO)



Resumiendo podemos decir que la presencia de *X. arvicola* en las plantas de vid influye “*a priori*” en este ensayo en la superficie foliar de las plantas, habiendo encontrado diferencias estadísticamente significativas en las dos variedades estudiadas, entre plantas sanas y afectadas.

7.3.2. Valoración agronómica

Los resultados correspondientes a las vendimias realizadas en las 8 parcelas, ubicadas en las Denominaciones de Origen Cigales, Rueda, Ribera del Duero y Toro, en cuanto a producción total y número medio de racimos en cepas afectadas y sanas aparecen en la Tabla 7.9.

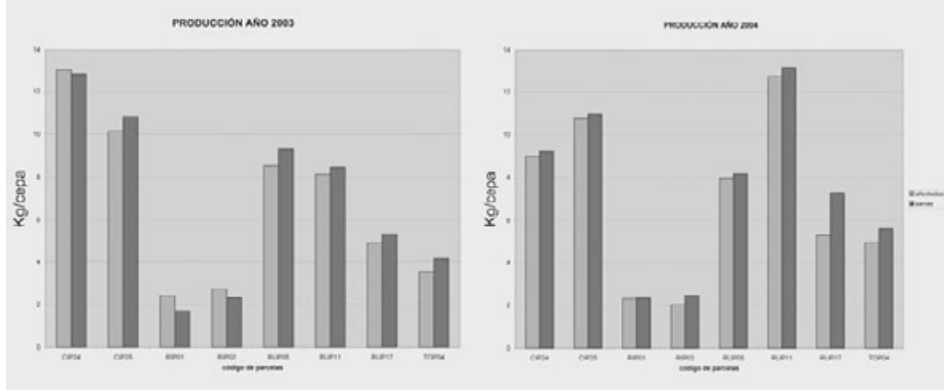
Tabla 7.9. PRODUCCIÓN TOTAL Y NÚMERO MEDIO DE RACIMOS EN CEPAS AFECTADAS Y SANAS DE LAS PARCELAS VENDIMIADAS EN LOS AÑOS 2003 Y 2004.

CÓDIGO PARCELA	AÑO 2003				AÑO 2004			
	AFECTADAS		SANAS		AFECTADAS		SANAS	
	Producción (Kg)	Número de racimos	Producción (Kg)	Número de racimos	Producción (Kg)	Número de racimos	Producción (Kg)	Número de racimos
CIP24	13,03	36	12,85	31	8,97	27	9,25	30
CIP25	10,15	34	10,88	32	10,79	39	11	39
RIP01	2,45	25	1,71	20	2,30	23	2,33	25
RIP02	2,77	13	2,32	13	2,04	10	2,48	14
RUP05	8,51	35	9,32	35	7,99	31	8,17	31
RUP11	8,12	22	8,45	24	12,75	38	13,16	40
RUP17	4,93	41	5,31	41	5,29	41	7,26	49
TOP04	3,55	13	4,18	14	4,97	21	5,57	17

En las siguientes Figuras aparecen los resultados correspondientes a la media del peso de las cepas en cada parcela durante

los dos años del ensayo de forma gráfica. Las barras lilas corresponden a cepas afectadas y las burdeos a cepas sanas.

Figuras 7.12 y 7.13. PESO MEDIO DE LAS CEPAS VENDIMIADAS DURANTE LOS AÑOS 2003 Y 2004.



Como podemos observar, las cepas sanas y las afectadas tienen una producción muy similar en las vendimias de los dos años del estudio. En el año 2003 tres parcelas de las ocho estudiadas tienen mayor producción en las cepas afectadas que en las sanas (las CIP24, RIP01 y RIP02). No ocurre esto en el año 2004,

donde las cepas sanas tienen en todos los casos una mayor o igual producción a las cepas afectadas, aunque esta diferencia entre unas y otras sea pequeña.

Si analizamos la tendencia general en estas vendimias, veremos que después de dos años de estudio, en el año 2004, las

cepas sanas, de forma general, de las parcelas examinadas tienen una mayor producción que las afectadas, aunque en la mayoría de los casos las diferencias no son estadísticamente significativas, con un nivel de confianza del 95 %.

Donde hemos observado una mayor diferencia entre producción final de cepas sanas y afectadas ha sido en RUP17 donde en el año 2004 sí que hubo diferencias estadísticamente significativas entre el número de kilos total de cepas atacadas y no.

La producción global de unas y otras parcelas depende del año vitivinícola fundamentalmente, de la variedad de que se trate y de las técnicas de cultivo de cada viticultor.

Esta ausencia en la mayoría de los casos de diferencias significativas en la producción entre cepas afectadas por *X. arvicola* y cepas sin síntomas externos de ninguna afección puede deberse a que las ce-

pas señaladas como sanas pueden tener en su interior larvas del cerambícido, o a que la pérdida de producción se empieza a cuantificar después de que la planta haya sido colonizada por un gran número de larvas durante un período largo de años.

Por ello, pensamos que para poder estimar cuantitativamente la pérdida real de producción habría que continuar realizando estos ensayos durante un número de años mayor y sobre las mismas cepas, tanto sanas como afectadas, aunque las consideradas sanas durante un año pueden mostrar síntomas externos del coleóptero al año siguiente.

7.3.3. Valoración enológica

Los resultados de los análisis realizados durante los años 2003 – 2004 aparecen a continuación en las Tablas 7.10 y 7.11. El grado probable se ha medido a 16,8 o a 17,5 según se trate de variedades de uva blanca o tinta.

Tabla 7.10. RESULTADOS DEL MOSTO EN LA VENDIMIA DEL AÑO 2003

AÑO 2003								
CÓDIGO PARCELA	pH		G.P.		Acidez Total (gr/l)		Ácido málico (gr/l)	
	sanas	afectadas	sanas	afectadas	sanas	afectadas	sanas	afectadas
CIP24	3,46	3,45	12,43	12,34	5,6	5,7	3,5	3,6
CIP25	3,20	3,19	14,00	13,68	5,9	6,1	2,3	2,5
RIP01	3,36	3,31	13,27	12,99	5,5	5,6	1,1	1,3
RIP02	3,64	3,62	14,30	14,31	5,9	5,9	4,3	4,3
RUP05	3,55	3,56	11,91	12,57	5,1	5,0	2,8	2,7
RUP11	3,65	3,64	14,04	14,14	4,4	4,3	2,0	1,9
RUP17	3,53	3,50	13,36	12,93	4,4	4,6	1,8	1,7
TOP04	3,72	3,72	13,99	14,80	4,0	3,9	2,7	2,6

Tabla 7.11. RESULTADOS DEL MOSTO EN LA VENDIMIA DEL AÑO 2004

AÑO 2004								
CÓDIGO PARCELA	pH		G.P.		Acidez Total (gr/l)		Ácido málico (gr/l)	
	sanas	afectadas	sanas	afectadas	sanas	afectadas	sanas	afectadas
CIP24	3,34	3,39	13,39	13,64	7,4	6,9	4,5	4,6
CIP25	3,16	3,17	12,42	11,39	6,6	6,9	2,7	2,9
RIP01	3,29	3,33	12,44	12,83	6,4	6,7	2,3	2,4
RIP02	3,41	3,45	13,95	14,17	6,6	6,9	5,7	5,9
RUP05	3,37	3,32	12,53	12,18	6,1	6,1	3,4	3,2
RUP11	3,31	3,3	11,48	11,29	5,7	6,2	3,5	3,5
RUP17	3,26	3,29	13,79	13,76	6,8	7,0	3,4	3,6
TOP04	3,52	3,51	13,53	14,06	6,0	6,1	3,7	3,9

Una vez hecho el análisis estadístico correspondiente vemos que no existen diferencias significativas entre estas características del mosto según estén las cepas sanas o afectadas.

En la única determinación en la que hemos observado una ligera diferencia ha sido en la acidez total, siendo para el conjunto de bayas procedentes de cepas afectadas sensiblemente mayor que en las procedentes de cepas sin síntomas externos de ninguna afección.

7.3.4. Resumen

Debido a la presencia de *X. arvicola* en las plantas de vid, se ha cuantificado en nuestros ensayos una disminución del contenido de clorofila de las hojas fotosintéticamente activas y de la superficie foliar. Por tanto, en principio la planta tie-

ne una menor capacidad de trabajo. Esto nos lleva a plantear que se va a producir una disminución en la producción, como se ha podido constatar en la tendencia general que han seguido las cepas de las parcelas vendimiadas durante los dos años en los que hemos realizado la valoración agronómica.

Con respecto a la valoración enológica de cepas con síntomas externos de *X. arvicola* y cepas sin ningún tipo de afección, no hemos observado diferencias estadísticamente significativas en las características del mosto analizadas, que han sido: pH, grado probable, acidez total y ácido málico. La única determinación en la que se ha observado una ligera diferencia ha sido en la acidez total de las bayas procedentes de cepas afectadas, valor que ha resultado más alto que el de las cepas sanas.



Capítulo 8: Conclusiones generales



ita *CyL*

Capítulo 8:

Conclusiones generales

A continuación se presentan las conclusiones generales, en función del orden establecido en cada uno de los objetivos parciales de cada capítulo: descripción morfológica de los estados de desarrollo, ciclo biológico y aspectos etológicos de *X. arvicola* en el cultivo de la vid, distribución y mapas de infestación, incidencia de factores en el desarrollo de la plaga y evaluación de los daños causados en vid.

Los huevos de *Xylotrechus arvicola* son alargados, de color blanquecino – crema, con una longitud y anchura medias de 1,8 mm y 0,7 mm. No presentan relieves marcados en la superficie coriónica ni en el polo menor, encontrándose en el polo mayor el micropilo rodeado de tubérculos alargados en disposición radial.

Las larvas de primer estadio no presentan ninguna estructura especial para la apertura del corion.

Las pupas son exaratas, de color crema, con una longitud media de 17,5 mm. Tienen las características típicas de Cerambycidae, salvo por unas fuertes espinas presentes en la cara dorsal del VII segmento abdominal.

En los adultos de esta especie, existe muy poca variabilidad fenotípica. Una diferencia encontrada entre machos y hembras ha sido el tamaño del insecto. Las hembras presentan un tamaño supe-

rior a los machos, teniendo una longitud media de 13,4 mm en hembras y 11,5 mm en machos. Además, estos últimos son más estilizados. El color de los fémures también es distinto en función del género: en las hembras presenta una tonalidad rojiza mientras que en los machos son más oscuros, casi negros.

La genitalia femenina de *X. arvicola* es la típica de Cerambycidae. La masculina también es típica, salvo por las faneras del saco interno.

La actividad de los imagos se inicia a finales del mes de marzo, manteniéndose las poblaciones en valores bajos durante todo el mes de abril. En mayo, el número de emergencias va aumentando, hasta darse un máximo de vuelo a finales de mayo – mediados de junio. A partir de este momento los individuos van disminuyendo, hasta alcanzar niveles muy bajos a finales del mes de julio.

Los orificios de emergencia de *X. arvicola* son circulares, con un diámetro medio de 4 mm. Más del 50 % de ellos se sitúan en la zona de la cruz de la planta o punto de inserción entre los brazos y el tronco. En cuanto a las larvas, también el número más alto de estas se sitúan en la zona de la cruz (un 40,7 %), llegando a colonizar la planta completa, incluso por debajo del punto de injerto, salvo las raíces. Estas hacen galerías verticales, horizon-

tales, ascendentes y descendentes. La mayor parte de las larvas se encuentran en la zona periférica, próxima al ritidoma. Las ninfas también están en mayor número en la zona de la cruz. Los síntomas externos de la presencia de *X. arvicola* en viñedo son los orificios de emergencia de los adultos y las galerías, nuevas o viejas, producidas por las larvas, que se observan sobre todo en los cortes de poda.

El huevo tiene una duración media de 11 días, siendo este el estado más vulnerable de todo el ciclo. Las larvas en laboratorio tienen una duración aproximada de un año, gracias a la utilización de dietas que acortan el ciclo, siendo su duración en condiciones de campo de aproximadamente dos años. En cuanto a las ninfas, el período de pupación dura unos 20 días. Los imagos pasan por un período inactivo, de unos 6 días, seguido de un período activo de unos 16 días de duración.

No se ha encontrado ninguna larva parasitada, por lo que suponemos que el porcentaje de muerte por parasitismo de esta especie es muy bajo.

X. arvicola se encuentra sobre las hojas en días soleados. Realiza vuelos cortos. No necesita alimentarse para la cópula y la puesta de huevos viables. La hembra busca con el ovipositor el lugar más adecuado para depositar los huevos, que suele ser en las hendiduras de la cepa o debajo del ritidoma. Una vez que lo encuentra, pone los huevos aislados o en grupo, con número medio de 3 a 7.

Las larvas penetran rápidamente en la madera una vez emergidas, a través de pequeños orificios de 1-2 mm. Realizan galerías elípticas e individuales. Emiten sonidos estridulatorios al alimentarse de la madera. Tienen comportamientos caníbales.

X. arvicola está presente en las cinco Denominaciones de Origen de Castilla y León: Bierzo, Cigales, Ribera del Duero, Rueda y Toro, y en las Asociaciones de Vinos de la Tierra: Arribes del Duero, Tierra del Vino de León y Tierra del Vino de Zamora. Los viñedos más afectados son los de la D.O. Cigales, con más del 60 % de las cepas muestreadas en el año 2004 con síntomas externos del cerambícido, y los menos los de la D.O. Bierzo, con apenas el 2 % de las cepas con orificios o galerías.

La variedad de vid influye en la preferencia de *X. arvicola* por unas cepas u otras. Hay variedades con un alto porcentaje de síntomas externos, como Cabernet Sauvignon, Tempranillo – Tinta de Toro – Tinta del País o Viura, y otras con muy pocos síntomas, como Mencía.

El bajo contenido de holocelulosa y el alto contenido de lignina en la variedad Mencía, y al contrario en Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Viura, puede explicar las diferencias de síntomas externos entre estas variedades. El alto valor de los extractos en NaOH al 1 % puede ser la causa de que la Garnacha sea también una variedad muy atacada por el coleóptero.

A mayor edad de la cepa, mayor nivel de infestación de la parcela. Por tanto, en

general, las cepas conducidas en vaso tiene un mayor porcentaje de síntomas externos que las espalderas.

Existe una estrecha relación entre los hongos de madera causantes de los decaimientos de la vid (Yesca y Eutipiosis) y la presencia de *X. arvicola*.

Debido a la presencia de *X. arvicola*, en los ensayos realizados hemos observado una disminución del contenido de clorofila y del área foliar de las hojas fotosintéticamente activas en las plantas atacadas.

También hemos constatado una tendencia general con el paso del tiempo de las cepas en las que se ha hecho la valoración agronómica a la disminución en la producción de cepas afectadas respecto a las cepas sanas.

En cuanto a la valoración enológica, no existen diferencias significativas en los valores de pH, grado probable, acidez total y ácido málico entre el mosto procedente de cepas sanas y cepas con síntomas externos de *X. arvicola*.

Bibliografía

ALTHOFF, J. y DANILEVSKY, M.L. 1997.

A check-list of longicorn beetles (Coleoptera, Cerambycoidea) of Europe.

Slovensko Entomolosko Društvo Stefana Michielija, Grafos, Ljubljana, Slovenia, 64 pp.

ADACHI, I. 1994.

Development and life cycle of Anoplophora malasiaca (Thomson) (Coleoptera:

Cerambycidae) on citrus trees under fluctuating and constant temperatura regimes.

Appl. Entomol. Zool., 29(4): 485-497.

AKUTSU, K. 1985.

Studies on biology and control of Udo longicorn beetle (Acalolepta luxuriosa Bates).

Bull. Tokyo Metrop. Agric. Exp. Stn., 18: 72 pp.

ALONSO, J.L.; APARICIO, L.J. y SANCHEZ, J.L. 2003.

Los espacios vitivinícolas en Castilla y León: la evolución hacia un sistema productivo de calidad.

Boletín de la A.G.E., 35: 101-112.

ARREQUI, L.M.; MERINA, M. y MINGO-CASTEL, A.M. 2000.

Aplicación del medidor portátil de clorofila en los programas de fertilización nitrogenada en patata de siembra.

Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata, 157-190.

BAGGIOLINI, M. y EPARD, S. 1968.

Un nouveau ravageur de la vigne, le Clyte.

Agriculture Romande, 7 (7-8): 91-92.

BAHILLO, P. 1991.

La armadura genital masculina en la diagnosis específica de los Arhopalus ibéricos (Coleoptera, Cerambycidae).

Est. Mus. Cienc. Nat. de Álava, 6: 115-119.

BAHILLO, P. 1992.

El género Stenopteris Illiger, 1804 en la Península Ibérica (Col., Cerambycidae).

Lambillionea XCII, 2: 128-140.

BAHILLO, P. 1993.

Algunos datos sobre Cerambycidae de la Península Ibérica (Coleoptera, Cerambycidae).

Bol. Gr. Ent. Madrid, 6: 11-20.

BAHILLO, P. 1996.

Sobre la recolección, tratamiento y conservación de los cerambícidos.

Bol. S.E.A., 14: 55-62.

BAHILLO, P. 1997.

Estudio de la variabilidad de las poblaciones de Iberodorcadion fulginator (Linneo, 1758) del País Vasco y Navarra (Coleoptera, Cerambycidae).

Bol. Asoc. Esp. Ent., 21(3-4): 211-220.

BAHILLO, P. 1999.

Un posible híbrido intersubgenérico entre Iberodorcadion (s. Str.) spinolae ssp. caunense (Lauffer, 1910) e Iberodorcadion (Hispanodorcadion) ruspolii (Breuning, 1975) (Coleoptera, Cerambycidae).

Biocosme Mésogéen, 15(4): 273-284.

BAHILLO, P. e ITURRONDOBEITIA, J.C. 1996a.

Cerambícidos (Coleoptera, Cerambycidae) del País Vasco.

Cuad. Invest. Biol. (Bilbao), 19: 244 pp.

BAHILLO, P. e ITURRONDOBEITIA, J.C. 1996b.

La estructura genital de los Exocentrus ibéricos (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).

Lambillionea, Centenarie 1996: 19-25.

BARAGAÑO, J.R.; NOTARIO, A. y MONTERO, C. 1981.

Agaphantia asphodeli Latreille (Coleoptera: Cerambycidae): cría artificial y estudio cardiológico.

Bol. Serv. Plagas, 7: 161-167.

BECKER, G. 1977.

Ecology and physiology of wood destroying coleoptera in structural timber.

Mater. Org., 12: 141-160.

BELLUOMINI. M.C. 2002.

Posibles barreras preexistentes en Prosopis alba (Gris.) contra el ataque de Criodion angustatum Buquet (Coleoptera: Cerambycidae) en comparación con Prosopis nigra (Gris.).

Quebracho (3): 65-68.

BENSE, U. 1995.

Longhorn Beetles. Illustrated Key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europa.

Margraf Verlag. Neikersheim, 512 pp.

BHASKARA, K. y KRISHNAMOORTHY, P. 1987.

Studies on the flight periods of coffee white stem – borer, Xylotrechus quadripes Chev.

In Pulney and Shevaroy hills.

J. Coffee Res., 17(1): 26-30.

BLETCHY, J.D. 1953.

The influence of decay in timber on susceptibility to attack by the common furniture beetle, Anobium punctatum DeG.

Ann. Appl. Biol., 40: 218-221.

BOVEY, R. 1989.

La defensa de la plantas cultivadas.

Ed. Omega. Barcelona. 897 pp.

BUTOVITSCH, V. VON. 1930.

Der kaferfrass von Monochamus galloprovincialis Ol.

Forstarch, Hannover. 22 pp.

BYERS, J.A. 1992.

Attraction of bark beetles, Tomicus piniperda, Hylurgops palliatus and Trypodendron domesticum and other insects to short chain alcohols and monoterpenes.

J. Chem. Ecol., 18(12): 2385-2402.

[CABI]. CABI Commodities. 2005.

Integrated stem borer management in smallholder coffee farms in India, Malawi and Zimbabwe.

<http://www.cabi-comodities.org/Coffee/cfp/CfpcplSBMS.htm> (actualizado a 7/2/2005).

CALVO, F. 2004.

Aportación de datos y corología de la familia Cerambycidae (Coleoptera)

de la provincia de Salamanca (Castilla y León).

Bol. Asoc. esp. Ent., 28 (1-2): 13-54.

CAMPADELLI, G. 1982.

Utilizzazione della dieta di G. Raoul de Pontivy come pabulum di "Soccorso" per allevare larve di coleotteri cerambycidi.

Inform. Giov. Entomol., 103: 15-18.

CAMPBELL, W.G. 1941.

The relationship between nitrogen metabolism and the duration of the larval stage of the death – watch beetle (Xestobium rufovillosum DeG) reared in wood decayed by fungi.

Biochem. J., 35: 1200-1208.

CAPUZ LLADRÓ, R. 2003.

Métodos de ensayo no destructivos para la estimación de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas.

Tesis doctoral. Univ. Pol. Valencia. 210 pp.

CARABAJAL, M.V. 2003.

Estudio de Ischionorox antiqua Aurivillius, 1922 (Coleoptera: Cerambycidae): cría artificial, ciclo biológico, etología, descripción y aspectos ecológicos.

Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.II. Montes. 266 pp.

CAVEY, J.F.; HOEBEKE, E.R.; PASSOA, S. y LINGAFELTER, S.W. 1998.

A new exotic threat to North American hardwood forests: an Asian longhorned beetle,

Anoplophora glabripennis (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae). I. Larval description and diagnosis.

Proc. Entomol. Soc. Wash., 100 (2): 373-381.

CHARARAS, C. 1969.

Biologie et ecologie de Phoracantha semipunctata F. (Coleoptere, Cerambycidae xylophage) ravageur des Eucalyptus en Tunisie et methodes de protection des peuplements.

Ann. INRA de Tunisie, 2 (3), 37 pp.

CHIARAPPA, L. 2000.

Esca (black measles) of grapevine. An overview.

Phytopathologia Mediterranea, 39: 11-15.

CHOMÉ, P.M.; SOTÉS, V.; BENAYAS, F.; CAYUELA, M.; HERNÁNDEZ, M.; CABELLO, F.; ORTIZ, J.; RODRÍGUEZ, I. y CHAVES, J. 2003.

Variedades de vid.

Registro de variedades comerciales. M.A.P.A. 303 pp.

COLLAZOS, E. 2004.

Caracterización físico – química de la madera de la vid (Vitis vinifera L.) de distintas variedades atacadas por Xylotrechus arvicola (Olivier, 1795) en Castilla y León.

Trabajo Fin de Carrera. E.T.S.II.AA. Palencia. Sección Ingeniería de Montes. 320 pp.

COMPTE, A. 1963.

Los Cerambycidae de las Islas Baleares.

Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 61: 175-207.

CROUS, P.W. y GAMS, W. 2000.

Phaeomoniella chlamydospora gen. et comb. Nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca.

Phytopathologia Mediterranea, 39: 112-118.

DAJOZ, R. 2001.

Entomología forestal. Los insectos y el bosque.

Ed. Mundi Prensa. Madrid, 548 pp.

DAUBER, D. 1995.

Xylotrechus buqueti (Laporte & Gory, 1836) and related species (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae).

G. it. Ent., 7: 301-316.

DAUBER, D. 2003.

Drei neue Clytini aus Borneo und Sumatra (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae).

Linzer biol. Beitr., 35: 13-18.

DEL SAZ, A. 2003.

Nuevas aportaciones al conocimiento de la vida larvaria de los Iberodorcadion Breuning, 1943 de la Península Ibérica (Coleoptera: Cerambycidae).

Bol. S.E.A., 33: 105-117.

DE LA ROSA, J.J. 1999.

Plagionotus marcorum López – Colón, 1997: distribución geográfica, biología y etología (Coleoptera, Cerambycidae).

Trabajo Fin de Carrera. E.U.I.T. Forestal. Madrid. 130 pp.

DE LA ROSA, J.J. 2002.

Cerambícidos citados sobre vid en el Paleártico Occidental.

Trabajo de suficiencia investigadora. E.T.S.I.A. Madrid. 29 pp.

DEVESA, S. y BAHILLO, P. 2003.

Primer registro de Paracorymbia maculicornis (DeGeer, 1775) en Galicia (NW de la Península Ibérica) con datos sobre su armadura genital (Coleoptera: Cerambycidae).

Bol. S.E.A., 32: 83-86.

DIODATO, L.; DARCHUCK, E.; NOTARIO, A. y CASTRESANA, L. 1997.

Estudio sobre el comportamiento de oviposición del "cortapalos" Oncideres guttulata Thomson (Coleoptera: Cerambycidae) sobre "quebracho colorado", Schinopsis quebracho colorado (Schlecht) Bark et Meyer.

Bol. San. Veg. Plagas, 23: 257-261.

DUFFY, E.A.J. 1949.

A contribution towards the biology of Aromia moschata L., the "musk" beetle.

Transactions and Proceedings of the South London Entomological and Natural History Society, 1947 – 1948: 82-110.

DUFFY, E.A.J. 1953.

A monograph of the immature stages of British and imported timber – beetles (Cerambycidae).

British Museum (Nat. Hist.). Londres. 350 pp.

DUFFY, E.A.J. 1957.

A monograph of the immature stages of African timber – beetles (Cerambycidae).

British Museum (Nat. Hist.). Londres. 338 pp.

DUFFY, E.A.J. 1963.

A monograph of the immature stages of Australian timber – beetles (Cerambycidae).

British Museum (Nat. Hist.). Londres. 235 pp.

DUFFY, E.A.J. 1968.

A monograph of the immature stages of Oriental timber – beetles (Cerambycidae).

British Museum (Nat. Hist.). 207 pp.

FABBRI, R.A. y HERNÁNDEZ, J.M. 1996.

Il ciclo biologico dei Dorcadion Dalman, 1817 della Romagna a confronto con quello di altri Dorcadionini Thomson, 1860 spagnoli ed asiatici (Insecta, Coleoptera, Cerambycidae).

Quad. Studi Nat. Romagna, 5: 19-40.

FIORENTINO, D.C. y DIODATO, L. 1987.

Contribución al conocimiento de la biología de Criodion angustatum Buquet (Coleoptera: Cerambycidae), plaga del algarrobo negro.

Rev. Asoc. Bras. Do Algarrobo, 4: 197-241.

FIORENTINO, D.C.; DIODATO, L.; NOTARIO, A. y CASTRESANA, L. 1997.

Biología y evaluación de los daños producidos por Criodion angustatum Buquet y Torneutes pallidipennis Reich (Coleoptera: Cerambycidae) en Prosopis nigra (Gris.) Hieron. en Santiago del Estero (Argentina).

Bol. San. Veg. Plagas, 23: 273-281.

GALET, P. 1967.

Recherches sur les méthodes d'identification et de classification des Vitacées des zones tempérées. 2 tomos.

Tesis doctoral. 526 pp.

GALET, P. 1998.

Precis d'ampelographie pratique.

Impremerie JF Impression. 250 pp.

GALFORD, J.R. 1974.

Some physiological effects of temperature on artificially reared red oak borers.

J. Econ. Entomol., 67: 709-710.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J.F.; RIBEIRO DA CUNHA, A. y KLOSOLUSKI, E.S. 2000.

Estimativa do índice de área foliar e da produtividade de pepino em meio protegido – cultivos de inverno e de verão.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4 (1): 8-13.

GARDINER, L.M. 1966.

Eggs busters and hatching in the Cerambycidae (Coleoptera).

Cann. Journal of Zoology, 4: 199-212.

GARDNIER, L.M. 1970.

Rearing wood boring beetles (Cerambycidae) on artificial diet.

Can. Entomol., 102: 113-117.

GEORGIEV, G. y KOLAROV, J. 1999.

New Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitoids of forest insect pests in Bulgaria.

Journal of Pest Science, 72: 57-61.

GILLOT, C. 1980.

Entomology.

Plenum Press, New York and London. 729 pp.

GINZEL, M.D.; BLOMQUIST, G.J.; MILLAR, J. G. y HANKS, L.M. 2003.

Role of contact pheromones in mate recognition in Xylotrechus colonus.

Journal of Chemical Ecology, 29(3): 533-545.

GONZÁLEZ, L. 1990.

Algunos aspectos prácticos sobre la utilización de árboles cebo en la lucha contra el perforador del eucalipto Phoracantha semipunctata Fab. (Coleoptera: Cerambycidae).

Bol. San. Veg. Plagas, 16: 529-542.

GONZÁLEZ, C.F.; GONZALO, I. y VELASCO, P. 2001.

Iberodorcadion (Hispanodorcadion) mosqueruelense var. pseudomolitor (Escalera, 1902), propuesta de un nuevo status (Cerambycidae: Dorcadionini).

Zapateri, Rev. Arag. Ent., 9: 59-64.

GOODWIN, S., PETTIT, M.A. y SPOHR. 1994.

Acalolepta vastator (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae) infesting grapevines in Hunter Valley, New South Wales. 1. Distribution and Dispersion.

J. Aust. Ent. Soc., 33: 385-390.

GOODWIN, S. y PETTIT, M.A. 1994.

Acalolepta vastator (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae) infesting grapevines in Hunter Valley, New South Wales. 2. Biology and Ecology.

J. Aust. Ent. Soc., 33: 391-397.

GOUJET, G y RAHOLA, P. 2004.

Premier foyer d'infestation de Xylotrechus stebbingi Gahan, constaté en France (Gard) (Col., Cerambycidae, Clytini).

Bulletin de la Société entomologique de France, 109 (1): 76-77.

GRIMBLE, D.G.; NORD, J.C. y KNIGHT, F.B. 1969.

Oviposition characteristics and early mortality of Saperda inornata and Oberea schaumii in Michigan Aspen.

Ann. Entomol. Soc. Am., 62: 308-315.

GUTIERREZ, A. y LAVÍN, A. 2000.

Mediciones lineales en la hoja para la estimación no destructiva del área foliar en vides cv. Chardonnay.

Agric. Téc., 60 (1): 69-73.

HALL, D.R.; CORK, A.; PHYTHIAN, S.J.; CHITTAMURU, S. y JAYARAMA. 1998.

Studies on the male sex pheromone of coffee white stem borer, Xylotrechus quadripes Chevrolat (Coleoptera: Cerambycidae).

2nd International Symposium on Insect Pheromones WICC – International Agricultural Centre Wageningen. The Netherlands.

HARLEY, K.L.S. y WILLSON, B.W. 1968.

Propagation of a cerambycid borer on a meridic diet.

Can. J. Zool., 46: 1265-1266.

HATCHETT, J.H.; JACKSON, R.D. y BARRY, R.M. 1973.

Rearing a wood cerambyd, Dectes texanus, on an artificial medium, with notes on biology.

Ann. Entomol. Soc. Am., 66: 519-522.

HERNÁNDEZ, J.M. 1990.

Descripción del huevo de las especies del género Iberodorcadion (Breuning, 1943) endémicas de la Sierra de Guadarrama (España) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Secc. Biol.), 86 (1-4): 161-179.

HERNÁNDEZ, J.M. 1991.

Estudio de los caracteres del huevo en diversos Cerambycidae ibéricos y su interés taxonómico (Coleoptera).

Graellsia, 47: 49-59.

HERNÁNDEZ, J.M. 1992.

Estudio de la genitalia femenina del género Agapanthia Serville, 1835 en el Península Ibérica y su aplicación taxonómica (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).

Bol. Soc. Port. Ent., 2: 499-508.

HERNÁNDEZ, J.M. 1993.

La genitalia femenina en las especies del género Corymbia Des Gozis, 1886 de la Península Ibérica (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).

Elytron, 7: 99-104.

HERNÁNDEZ, J.M. 1996.

Variabilidad y biología de los Iberodorcadion Breuning, 1943 de la Sierra de Guadarrama (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).

Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 572 pp.

HERNÁNDEZ, J.M. y ORTUÑO, V.M. 1992.

Estudio de la genitalia femenina en Iberodorcadion Breuning, 1943 y comentarios sobre su valor taxonómico (Coleoptera, Cerambycidae).

Graellsia, 48: 91-97.

HERNÁNDEZ, J.M. y ORTUÑO, V.M. 1997.

Estudio de la genitalia femenina en las especies ibéricas del género Rhagium Fabricius, 1775 (Coleoptera, Cerambycidae, Lepturinae).

Bol. Asoc. Esp. Ent., 21 (3-4): 61-67.

HIDALGO, L. 2002.

Tratado de Viticultura general.

Ed. Mundi Prensa. Madrid. 1.235 pp.

HOEBEKE, E.R. y HUETHER, J.P. 1990.

Biology and recognition of Xylotrechus schaefferi Schott, and enigmatic longhorn in Northcentral and eastern north America, with a description of the larva (Coleoptera: Cerambycidae).

J. New York Entomol. Soc. 98(4): 441-449.

HOWARD, R.W. y KISTNER, D.H. 1978.

The eggs of Trichopsenius depressus and T. frostis (Coleoptera: Staphylinidae, Trichopseniinae) with a comparison to those of their host termites Reticulitermes virginicus and R. flavipes (Isoptera: Rhinotermitidae, Heterotermitinae).

Sociobiol., 3(2): 99-106.

IGLESIAS, C. 1988.

Coleópteros lignícolas sobre tocón de pino en el Parque Natural de la Cuenca Alta del río Manzanares: distribución, cría artificial y datos bionómicos.

Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 204 pp.

IGLESIAS, C.; NOTARIO, A. y BARAGAÑO, J.R. 1989.

Evaluación de las condiciones de cría y datos bionómicos de coleópteros lignícolas de tocón de pino.

Bol. San. Veg. Plagas, 15: 9-16.

IKEDA, T. 1981.

Host attractants for Monochamus alternatus and their applications.

1st Japan / USA Symp. On IPM. Tsukuba (Japan): 67-74.

IUGA, V. y ROSCA, A. 1962.

La morphologie de l'apex abdominal chez les Cerambycidae (Col.) compare à celui des Hyménoptères.

Trav. Mus. Hist. Nat. Bucarest, 3: 101-156.

IWABUCHI, K. 1982.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).

I. Behavioral sequence and existence of the male sex pheromome.

Appl. Ent. Zool., 17: 494-500.

IWABUCHI, K. 1985.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).

II. Female recognition by male and the existence of a female sex pheromone.

Appl. Ent. Zool., 20: 416-423.

IWABUCHI, K. 1986.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).

III. Pheromone secretion by male.

Appl. Entomol. Zool., 21: 607-613.

IWABUCHI, K. 1987.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).

V. Female mounting behavior.

J. Ethol., 5: 131-136.

IWABUCHI, K. 1988a.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).

IV. Mating frequency, fecundity, fertility and longevity.

Appl. Entomol. Zool., 23: 127-134.

IWABUCHI, K. 1988b.

Mating behavior of Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae). VI. Mating system.

J. Ethol., 6: 69-76.

IWATA, R. 1991.

Bionomics of a primary borer of coniferous trees, Xylotrechus villioni, a review.

The Insectarium, Tokyo, 28: 108-113 (en Japonés).

IWATA, R.; YAMADA, F.; KATO, H.; MAKIHARA, H.; ARAYA, K.; ASHIDA, H. y TAKEDA, M. 1997.
Nature of galleries, durability of boring scars and density of Xylotrechus villioni (Villard) larvae (Coleoptera: Cerambycidae) on coniferous tree trunks.

Pan Pacific Entomologist, 73 (4): 213-224.

JIKUMARU, S.; TOGASHI, K.; TAKETSUNE, A. y TAKAHASHI, F. 1994.

Oviposition biology on Monochamus saltuarius (Coleoptera: Cerambycidae) at a constant temperature.

Appl. Entomol. Zool., 29 (4): 555-561.

KOBAYASHI, F.; YAMANE, A. e IKEDA, T. 1984.

The Japanese pine sawyer beetles as the vector of pine wilt disease.

Ann. Rev. Ent., 29: 115-135.

KÖRTING, A. 1970.

Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung von Hylotrupes bajulus (L.) (Hausbockkäfer) in Tannenholz.

Material u Organismen, 5: 241-254.

KOVOOR, J. 1964.

Modifications chimiques provoquées par un Termitide (Microcerotermes edentatus Was.) dans du bois de peuplier sain on partiellement dégradé par des champignons.

Bull. Biol. France Belgique, 48: 491-510.

KRUGH, B.; BICHHAM, L. y MILES, D. 1994.

The solid – state chlorophyll meter, a novel instrument for rapidly and accurately determining the chlorophyll concentrations in seedling leaves.

Maize genetics cooperation. News Letter, 68: 25-27.

KUANG, R.P.; YU, X.W. y ZHONG, N. 1997.

A study on the structure and temporal spatial attacking traits in Simao region.

Zool. Res., 18: 33-38.

KUWAHARA, Y.; MATSUYAMA, S. y SUZUKI, T. 1987.

Identification of 2,3 – Octanediol, 2- Hidroxy – 3 – Octanone and 3 – Hidroxi – 2 – Octanone from male Xylotrechus chinensi Chevrolat as possible sex pheromones (Coleoptera: Cerambycidae).

Appl. Entomol. Zool., 22 (1): 25-28.

LARIGNON, P. y DUBOS, B. 1997.

Fungi associated with esca disease in grapevine.

European Journal of Plant Pathology, 103: 147-157.

LEAL, S. 2000.

Estudio ampelográfico y agronómico de las principales variedades de vid autóctonas de Castilla y León en la Finca "Zamadueñas".

Estudio Fin de Carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola INEA, 250 pp.

LE PELLEY, R.H. 1968.

Pests of Coffee.

Longmans, London. 590 pp.

LINDROTH, C.H. 1957.

The principal terms used for male and female genital in Coleoptera.

Opusc. Ent., 22: 241-256.

LICHTENTHALER, H.K. 1987.

Chlorophyllus and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes.

Methods Enzymol., 187: 350-382.

LINSLEY, G. 1959.

Ecology of Cerambycidae.

Ann. Rev. of Entomology, 4: 99-138.

LÓPEZ – BELLIDO, R. 2003.

Diagnóstico de las necesidades de Nitrógeno del trigo mediante el uso de medidores de clorofila.

Tierras, 98: 82-89.

LUFF, M.L. 1981.

Diagnostic characters of the eggs of some Carabidae (Coleoptera).

Entomol. Scand., 15: 317-321.

MAKIHARA, H. 1979.

Tribe Clytini of Okinawa prefecture (Coleoptera: Cerambycidae).

Esakia, 14: 149-173.

MARAÑA, R.; PELÁEZ, H.; BARRIGÓN, J.M. y TÉCNICOS C.R.D.O. RUEDA. 2001. Presencia e incidencia de yesca en los viñedos de las Denominaciones de Origen Rueda y Cigales y Vino de la Tierra de Medina del Campo (Valladolid – Segovia - Palencia) 2000.

XXVI Reunión del Grupo de Trabajo de las Problemas Fitosanitarios de la Vid: 309-311.

MARTÍN, M.C.; SANTIAGO, Y.; MORENO, C.M.; PÉREZ, F. y PELÁEZ, H. 2003.

Distribución espacial y hongos asociados a los síntomas aéreos de la Yesca en viñedos de la Meseta Norte.

Actas de Horticultura, nº 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas: 558-560.

MENDIZÁBAL, M. 1944.

Cerambycidos de interés agrícola II.

Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 12: 463-476.

MICHIELS, D.; ARAUJO, J. y DELIGNE, J. 1992.

Incidence des "arbres – pièges" á Phoracantha semipunctata Fab.

(Coleoptera, Cerambycidae) sur le niveau d'attaque des eucalyptus avoisinant les pièges.

Mém. Soc. r. Belge Ent., 35: 549-553.

MORENO, C.M.; MARTÍN, M.C.; SANTIAGO, Y.; URBEZ, J.R.; MORO, S.; MARAÑA, R.; PÉREZ, F. y PELÁEZ, H. 2003a.

Agentes parásitos en la madera de la vid. Problemática en Castilla y León.

XXV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros: 153-164.

MORENO, C.M.; MARTÍN, M.C.; URBEZ, J.R.; MARAÑA, R.; MORO, S.; GARCÍA, D. y PELÁEZ, H. 2003b.

Descripción de dos coleópteros que afectan al viñedo en Castilla y León.

Phytoma, 147: 34-42.

NOTARIO, A. 1978.

Desarrollo de una dieta definida para cría individual de insectos lignícolas con especial atención a coleoptera.

Tesis Doctoral. E.T.S.II. Montes de Madrid. 95 pp.

OCETE, R. y DEL TÍO, R. 1996.

Presencia del perforador Xylotrechus arvicola (Olivier) (Coleoptera, Cerambycidae) en viñedos de La Rioja Alta.

Bol. San. Veg. Plagas, 22: 199-202.

OCETE, R.; LOPEZ MARTÍNEZ, M.A.; PRENDES, C.; LORENZO, C.D. y GONZÁLEZ ANDÚJAR, J.L. 2002.

Relación entre la infestación de Xylotrechus arvicola (Coleoptera, Cerambycidae) (Olivier) y la presencia de hongos patógenos en un viñedo de la Denominación de Origen "La Mancha".

Bol. San. Veg. Plagas, 28: 97-102.

PARKIN, E.A. 1940.

The enzymes of some wood-boring beetle larvae.

J. Exp. Biol., 17: 364-377.

PAYNE, J.A.; LOWMAN, H. y PATE, R.R. 1975.

Artificial diets for rearing the tilehorned Prionus.

Ann. Entomol. Soc. Am., 68: 680-682.

PAYNE, T.L. 1987.

Nature and hosts tree interactions.

J. Appl. Entomol., 75: 105-109.

PELÁEZ, H.; MARAÑA, R.; BARRIGÓN, J.M. y URBEZ, J.R. 2001.

Presencia e incidencia de eutipiosis en los viñedos de la D.O. Cigales (Valladolid – Palencia) 2000.

XXVI Reunión del Grupo de Trabajo de las Problemas Fitosanitarios de la Vid: 306-308.

PELÁEZ, H.; HERNÁNDEZ, J.M.; MARTÍN, M.C.; MORENO, C.M. y SANTIAGO, Y. 2002.

Determinación de las características del huevo de Xylotrechus arvicola (Coleoptera: Cerambycidae, Olivier, 1795).

Libro de Actas del X Congreso Ibérico de Entomología: 52.

PERAZA, F. 2001.

Protección preventiva de la madera.

Ed. AITIM. Madrid. 437 pp.

PERSHING, J.C. y LINIT, M.J. 1986.

Biology of Monochamus carolinensis (Coleoptera: Cerambycidae) on Scotch Pine in Missouri.

J. Kansas ent. Soc., 59: 706-711.

PICARD, F. 1929.

Coleopteres. Cerambycidae. Faune de France. Vol. 20.

Librairie Fac. des Sciences. Kraus reprint. Paris. 166 pp.

PLANET, L.M. 1924.

Historie naturelle des Longicornes de France.

Encyclopédie Entomologique, Série A, 2: 386 pp.

PLAZA, J. 1987.

Los Cerambycidae Latreille de Madrid (Col.), 2ª nota. Subfamilia Cerambycinae Latreille.

Boletín del Grupo Entomológico de Madrid, 3: 85-114.

RANGEL, J.A.; ALCÁNTARA, G.; CASTELLANOS, R.J.Z.; GARCÍA, E.; TREJO, C. y VAQUERA, H. 2002.

Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo.

Terra, 20: 383-390.

RAO, V.P.; CHANI, M.A.; SAN KARAN, T. y MATHUR, K.C. 1971.

A review of the biological control of insects and other pests in Southeast Asia and Pacific region.

Bangalore Press, Bangalore. 149 pp.

REDONDO, C.; TELLO, M.L.; AVILA, A. y MATEO – SAGASTA, E. 2001.

Spatial distribution of symptomatic grapevines with esca disease in the Madrid region (Spain).

Phytopathologia Mediterranea, 40. Supplement, S439-S442.

RODRÍGUEZ, M.; OCAÑA, P. y OLIVER, M. 1997.

Presencia del perforador Xylotrechus arvicola Olivier en viñas de la provincia de Ciudad Real- 1996.

XXII Reunión del Grupo de Trabajo de los Problemas Fitosanitarios de la Vid.

RODRÍGUEZ, J.A. 1998.

Patología de la madera.

Ed. Fundación Conde Valle Salazar. Madrid. 349 pp.

RODRÍGUEZ, M.A.; ALCÁNTARA, G.; AGUILAR, A.; ETCHEVERS, J.D. y SANTIZÓ, J.A. 1998.

Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila.

Terra, 16 (2): 135-141.

ROGERS, D.; LEWTHWAITE, S. y DENTENER, P. 2002.

Rearing huhu beetle larvae, Prionoplus reticularis (Coleoptera: Cerambycidae) on artificial diet.
New Zealand Journal of Zoology, 29: 303-310.

ROMANYK, N. y CADAHIA, D. 2003.

Plagas de insectos de las masas forestales.
Ed. Mundi Prens. Madrid. 335 pp.

SAINZ, H. y ECHEVERRÍA, H.E. 1998.

Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo del maíz y rendimiento en grano.
Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 103 (1): 37-44.

SAKAI, T.; NAKAGAWA, J.; TAKAHASHI, J.; IWABUCHI, K. e ISHII, K. 1984.

Isolation and identification of the male sex pheromone of the grape borer Xylotrechus pyrrhoderus Bates (Coleoptera: Cerambycidae).
Chem. Lett., 263-264.

SAMA, G. y COCQUEMPOT, C. 1995.

Note sur l'extension européenne de Xylotrechus stebbingi Gahan, 1906 (Coleoptera, Cerambycidae, Clytini).
L'Entomologiste, 51 (2): 71-75.

SAMA, G. 2002.

Atlas of Cerambycidae of Europe and Mediterranean Area, vol 1.
Nakladatelství Kabourek, Zlín. 173 pp.

SCHOWALTER, T.D. 1993.

Heterogeneity of decomposition and nutrient dynamics of oak (Quercus) logs during the first 2 years of decomposition.
Can. J. For. Res., 22(2): 161-166.

SINGH, P. y PRASAD, G. 1985.

Popular stem borer, Apriona cinerea Chevrolat (Coleoptera: Cerambycidae) its biology, ecology and control.
Ind. For., 111: 517-523.

SLÁMA, M. 1991.

Checklist of the longhorned beetles of Czechoslovakia. Coleoptera, Cerambycidae.
Praha, 21 pp.

SMITH, M.T.; BANCROFT, J. y TROPP, J. 2002.

Age – specific fecundity of Anoplophora glabripennis (Coleoptera: Cerambycidae) on three tree species infested in the United States.
Environ. Entomol., 31(1): 76-83.

SVÁCHA, P. y DANILEVSKY, M.I. 1987.

Cerambycoid larvae of Europe and Soviet Union (Coleoptera, Cerambycoidea). Part I.
Acta Universitatis Carolinae, Biologica, 30 (1-2): 1-176.

SVÁCHA, P. y DANILEVSKY, M.I. 1988.

Cerambycoid larvae of Europe and Soviet Union (Coleoptera, Cerambycoidea). Part II.
Acta Universitatis Carolinae, Biologica, 31 (3-4): 121-284.

SVÁCHA, P. y DANILEVSKY, M.I. 1989.

Cerambycoid larvae of Europe and Soviet Union (Coleoptera, Cerambycoidea). Part III.
Acta Universitatis Carolinae, Biologica, 32 (1-2): 1-205.

SORIA, S. y VIVES, E. 1995.

Daños de Trichoferus fasciculatus (Falderman, 1837) (Coleoptera, Cerambycidae) sobre abetos (Abies sp.) en la zona centro de España.
Bol. San. Veg. Plagas, 21(2): 177-184.

TANNER, V.M. 1927.

A preliminary study of the genitalia of female Coleoptera.
Trans. Am. Ent. Soc., 53: 5-50.

THANOMTHIN, V. 1988.

Distribution of the coffee stem borer.
Intern. Semin. Coffee Techn. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University: 230-233.

TUNSET, K.; NILSSEN, A.C. y ANDERSEN, J. 1993.

Primary attraction in host recognition of coniferous bark beetles and bark weevils (Col. Scolytidae and Curculionidae).
J. Appl. Entomol., 115 (2): 155-169.

VENKATESHA, M.G.; KRISHNA-MOORTHY, P. y SEETHARAMA, H.G. 1995.

Rearing of grubs of white stem borer Xylotrechus quadripes Chev. (Coleoptera: Cerambycidae) on freshly cut stems of different species of coffee.
J. Coffee Res., 25(1): 42-47.

VENKATESHA, M.G. 1999.

Why white stem borer is persistently a serious pest in arabica coffee plantations?.
Indian Coffee, 63(4): 11-14.

VENKATESHA, M.G. y SEETHARAMA, H.G. 1999.

Sexing of adults of coffee white stem borer, Xylotrechus quadripes (Chevr.) (Coleoptera: Cerambycidae).
Entomon, 24 (3): 275-280.

VERDUGO, A. y HERNÁNDEZ, J.M. 2001.

Descripción de los estados inmaduros de Opsilia malachitica (Lucas, 1849) y datos sobre su ciclo biológico en algunas poblaciones de la provincia de Cádiz, sur de la Península Ibérica (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae).
Elytron, 15: 31-42.

VERDUGO, A. 2003.

Los Iberodorcadion de Andalucía.
Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural, 3: 1-156.

VERDUGO, A. 2004.

Los Cerambycidos (Coleoptera, Cerambycidae) de Andalucía.

Monográfico de la S.A.E., 152 pp.

VIEDMA, C.; NOTARIO, A.; BARAGAÑO, J.R.; RODERO, M. e IGLESIAS, C. 1983.

Cría artificial de coleópteros lignícolas.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas. Fis. Nat. Madrid, 78 (4): 767-772.

VILLIERS, A. 1978.

Faune des coléoptères de France I. Cerambycidae.

Editions Lechevalier. París. 611 pp.

VISITPANICH, J. 1989.

Major coffee insect pests in the highland of northern Thailand and their control.

J. Agric., 5: 55-62. (en tailandés, con resumen en inglés).

VISITPANICH, J. 1992.

Pest of coffee. In Arabica Coffee Cultivation and Extension Manual for the Highlands of Northern Thailand.

Highland Coffee Research and Development Center, Chiang Mai: 54-55.

VISITPANICH, J. 1994a.

The biology and the survival rate of the coffee stem borer, Xylotrechus quadripes Chevrolat (Coleoptera, Cerambycidae) in Northern Thailand.

Jpn. J. Ent., 62 (4): 731-745.

VISITPANICH, J. 1994b.

The parasitoid wasps of the coffee stem borer, Xylotrechus quadripes Chevrolat (Coleoptera, Cerambycidae) in Northern Thailand.

Jpn. J. Ent., 62: 597-606.

VIVES, E. 1984.

Cerambycidos (Coleoptera) de la Península Ibérica y de las Islas Baleares.

Treballs del Museu de Zoologia de Barcelona, 2: 137pp.

VIVES, E. 2000.

Coleoptera, Cerambycidae.

En: Fauna Ibérica, vol. 12. Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid, 716 pp, 5 h. lám.

VIVES, E. 2001.

Atlas fotográfico de los cerambycidos ibero baleares.

Argania editio, S.C.P. Barcelona, 287 pp.

WALSH, K.D. y LINIT, M.J. 1985.

Oviposition biology of the pine sawyer, Monochamus carolinensis (Coleoptera: Cerambycidae).

Ann. Entomol. Soc. Am., 78: 81-85.

WISE, L.E.; MURPHY, M. y AD'ADDIECO, A. 1946.

Holocelulosa al clorito, su fraccionamiento y obtención del análisis de la madera y su estudio sobre las hemicelulosas.

Paper Trade Journal, 122, nº 2: 35-43.

WOLLERMAN, E.H.; ADAMS, C. y HEATON, G.C. 1969.

Continuous laboratory culture of the locust borer, Megacyllene robiniae.

Ann. Entomol. Soc. Am., 62: 647-649.

ZIA, Y. 1936.

Comparative studies of the male genital tube in coleoptera phytophaga.

Sinensia, 7 (3): 319-352.

ISBN: 84-934535-1-X

Agricultura

Ganadería

Calidad agroalimentaria

Tesis doctorales

Congresos y jornadas

Otros



9 788493 453510



Junta de
Castilla y León

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO **ito** *CyL*