

ENSAYO DE APLICACIÓN CONTROLADA DE AGUA EN GARNACHA NEGRA EN LAS CONDICIONES DE LA DO EMPORDÀ



Foto 1. Perspectiva del ensayo de riego de Vilajuïga, febrero 2006. Foto: Agustí Villarroya.



El objetivo del ensayo es cuantificar la incidencia de diferentes aportaciones de agua sobre la producción y la calidad de la Garnacha negra en las condiciones de la DO Empordà

01 Introducción

El Reglamento de la Denominación de Origen Empordà prevé en su artículo sexto, la posibilidad del riego de las viñas en determinadas condiciones (1). Esto podría permitir garantizar las producciones en años de extrema sequía o hacer aportaciones de agua con el fin de regularizar unos volúmenes mínimos de producción y determinados niveles de calidad. La incidencia de esta práctica de cultivo sobre la Garnacha -una de las variedades mayoritarias de la DO Empordà- es la motivación que empujó al DAR a establecer un ensayo de larga duración sobre la incidencia de la aplicación controlada de agua sobre la producción y calidad de esta variedad.

02 Descripción y características del ensayo

02.01 Objetivos

Cuantificar la incidencia de diferentes aportaciones de agua sobre la producción y la calidad de la Garnacha negra en condiciones propias de la DO Empordà y su repercusión sobre los diferentes tipos de vinos a elaborar.

02.02 Situación del ensayo

El ensayo se situó en el término municipal de Vilajuïga en el paraje Mas d'en Batlle, a una altitud de 62 m.s.n.m.

02.03 Realización y colaboradores en el ensayo

El ensayo establecido por el DAR con la participación de la Oficina Comarcal de l'Alt Empordà, la Unidad de Asesoramiento Vitícola, INCAVI-EVE de Vilafranca del Penedès y la colaboración de la familia Espelt.

02.04 Duración del ensayo

Periodo de 10 años comprendido entre 1999 y el 2008, con 10 años de control agronómico y 8 años de vinificación.

02.05 Características

Los principales datos del ensayo quedan resumidos en la tabla siguiente:

02.06 Programas de riego ensayados

El ensayo se diseñó buscando el mínimo consumo de agua, pero sin impedir la observación de los efectos que pueden tener las lluvias caídas tras los riegos sobre las características del fruto.

Ensayo de aplicación controlada de agua en la Garnacha negra en condiciones de la DO Empordà	
Disposición plantación	
Marco plantación	2,50 x 1,10 m
Densidad plantación	3.600 cepas/ha
Tipos de conducción	Emparrado en espaldera móvil a 2 posiciones (1+2+2) a 60 a 100 y 120 cm de altura
Tipo de poda	Poda Royat (M de 4 pulgares/cepa)
Carga poda	25/30.000 yemas/ha
Diseño estadístico	
Tipo	Bloques al azar
Número de repeticiones	3
Número de ensayos	4 programas de riego
Número de cepas controladas	144 cepas
Número observaciones	2 observaciones ensayo/bloque
Cepas observación elemental	6 cepas/observación
Disposición cepas control	Tratamiento de tres filas y control de la fila central
Material vegetal	
Portainjerto	110-Richter
Variedad de vinífera	Garnacha negra

Tabla 1. Datos del ensayo.

Los ensayos son los siguientes:

- Testigo no regado.
- Aportación para completar los déficits mensuales hasta finales de julio, respecto a la pluviometría histórica. No se consideran los superávits de agua que son debidos a lluvias producidas tras el riego.
- Aportaciones de agua para cubrir el 60% ETP_c en el periodo mayo - julio.
- Aportaciones de agua por cubrir el 60% ETP_c en el periodo mayo - agosto.

La fórmula y los coeficientes utilizados para calcular la Evapotranspiración de cultivo (ETP_c) fueron:

$ETP_c = ETP_0 Kc$ donde ETP₀ es la evapotranspiración potencial y Kc el coeficiente de cultivo estimado.

Los coeficientes de cultivo utilizados en el ensayo serían: mayo 0,5; junio 0,6; julio 0,5; y agosto

0,4. Estos coeficientes fueron estimados según referencias de varios autores en situaciones climáticas y/o de cultivo similares (2)(3)(4).

03 Factor climático

03.01 La pluviometría

Las características pluviométricas del Empordà son las propias del clima mediterráneo, con lluvias concentradas en la primavera y el otoño, y fuertes periodos de sequía durante los meses de julio-agosto y febrero-marzo. La media anual del observatorio de Cabanes (1990-2008)(5) es de 738 l/m², siendo el mes más seco julio, con sólo 27,4 l/m², y el más lluvioso octubre, con 98,1 l/m².

03.02 Las temperaturas

Las temperaturas de la zona son muy suaves, siendo los meses más calurosos julio y agosto con temperaturas medias de 23,4 y 23,3 °C, respectivamente, y el más frío enero con 7,8°C



Se llevaron a cabo cuatro ensayos:

1. Testigo no regado
2. Aportación para completar los déficits de agua mensuales hasta finales de julio
3. Aportaciones de agua para cubrir el 60% del ETP₀ de mayo a julio
4. Aportaciones de agua para cubrir el 60% del ETP₀ de mayo a agosto

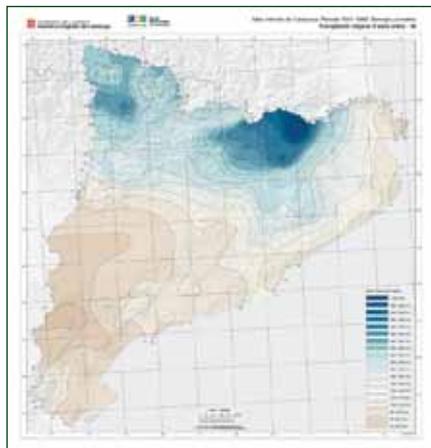


Foto 2. Precipitación media de verano. Atlas climático de Cataluña (6).

por término medio. La integral térmica eficaz es de unos 1975°C correspondiente a las zonas III y IV de Winkler -Amerine. Los días de heladas son muy escasos, puesto que la proximidad del mar atenúa los rigores invernales.

03.03 Evapotranspiración

Los principales factores que contribuyen a la evapotranspiración son la temperatura, la duración noche/día, las horas de insolación, la humedad relativa del aire, la intensidad y la dirección del viento. La Evapotranspiración potencial (ETP_0) se expresa en mm/día y tiene su máxima intensidad durante los meses de junio, julio y agosto. En la zona del ensayo puede llegar a valores de más de 150 mm/mes (meses de julio de 2005, 2006 y 2008) y las elevadas



Las características pluviométricas del Empordà son las propias del clima mediterráneo, con lluvias concentradas en primavera y en otoño. La media anual del observatorio de Cabanes es de 738 l/m²

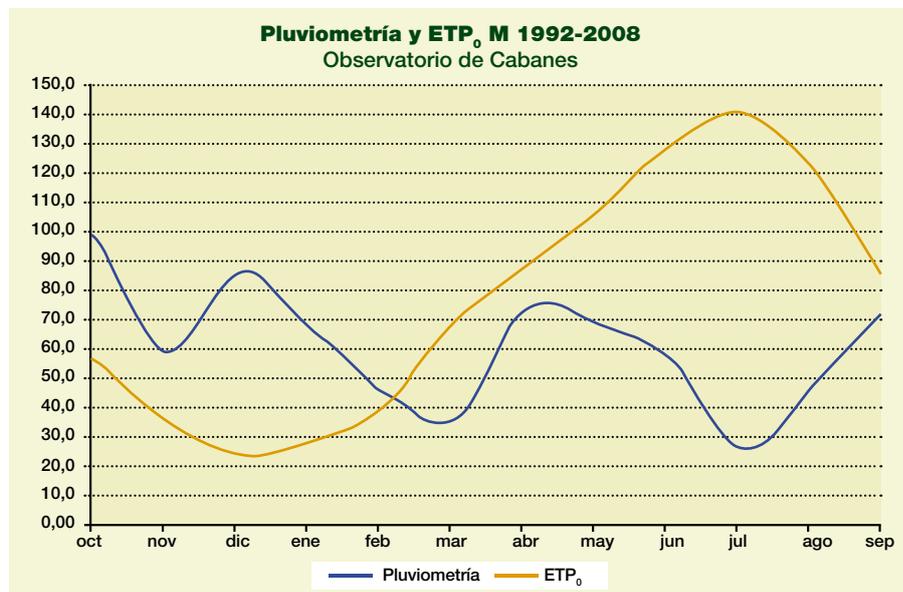


Gráfico 1. Precipitaciones (azul) y ETP₀ (rojo) durante el periodo 1992-2008.

temperaturas y la intensidad de la Tramontana contribuyen mucho a esta intensa evapotranspiración.

03.04 Factores climáticos destacables

Durante el periodo del ensayo, hay que destacar las fuertes sequías de los veranos de 2004 y 2005, con solo 14,6 y 39,6 l/m² de lluvia en el periodo junio-agosto. Los veranos más lluviosos serían los del año 2000 y 2002, con pluviometrías respectivas de 153 y 135 l/m² cuando las medias históricas se sitúan por debajo de los 120 l/m². También son de remarcar las extraordinarias temperaturas del mes de agosto de 2003 que con una media mensual de 25,3°C, superó en casi dos grados la media histórica de 23,4°C.

04 Factor edáfico

04.01 Naturaleza geológica de los suelos

El Empordà es una llanura de inundación entre el Pirineo y el Sistema Mediterráneo, esta llanura asciende lentamente desde las playas arenosas y humedales litorales (Empuriabrava y el Parc Natural dels Aiguamolls) hasta unos 200 m de altitud, donde topa con el macizo de les Alberes en la parte Norte del Alt Empordà. El límite entre la llanura y la montaña es debido a una serie de fallas que siguieron a los plegamientos del Mioceno y que originaron la entrada del mar en las postrimerías del Terciario (7), dejando un conjunto de sedimentos que cubren gran parte de la llanura y dan lugar a los suelos actuales de la zona en la que se encuentra ubicado el ensayo.

04.02 Características del suelo

Las características del suelo de la parcela de ensayo pueden definirlo como un suelo fácil de trabajar, ácido, con muy poca capacidad de retención de agua, de bajo contenido en materia orgánica y en potasio.

05 Características de aplicación de los programas de riego

05.01 Sistema de riego utilizado

El sistema de riego utilizado es el de goteo, con goteros de un caudal de 2 l/h, situados a ambos lados de cada cepa y con la tubería de riego dispuesta a 40 cm del suelo. Cada ensayo de riego tiene conducción con cierre manual.

05.02 Volúmenes de agua aplicados

Las aportaciones anuales han variado en función de la pluviometría y de ETP_0 , y los datos de estos parámetros se han obtenido de la estación meteorológica más próxima, la de Cabanes (XAC) situada a menos de 1,5 km en línea recta.

05.03 Época de las aplicaciones

Se han escogido los momentos de riego en función de los déficits hídricos calculados entorno a los estados fenológicos siguientes: entre el cuajado y la baya de tamaño guisante (Estados J/K de Baggioolini), entorno al cerrado o "apiñado" de la uva (Estado L), al inicio del envero (Estado M) y al inicio de la maduración - aproximadamente hasta 15 días antes de la vendimia.

Resultado y valoración análisis suelo parcela ensayo		
Determinaciones	Resultados	Valoración
Arena	69,90%	Muy alto
Limo	19,10%	Bajo
Arcilla	11%	Bajo
Textura	USDA	Franco arenosa
pH	6,6	ácido
Cal activa	Inapreciable	ácido
Conductividad	0,21 dS/m	No salino
Materia orgánica	0,95%	Bajo
Nitrógeno total	500 ppm	Bajo
Fósforo asimilable	56 ppm	Alto
Potasio	99 ppm	Bajo
Magnesio	145,8 ppm	Normal

Tabla 2. Resultados y valoración del análisis de suelo de la parcela de ensayo.



Foto 3. Extracto de Geografía de Cataluña. Editorial AEDOS Barcelona 1968.

05.04 Formas de aplicación

Las aplicaciones se han realizado de forma continuada o fraccionada con espacios de 2-3 días según el volumen aportado. Las aplicaciones han sido, como mínimo, de 10 l/m² y en las continuadas como máximo de 20 l/m². Para la determinación de las fechas de aplicación y de la estrategia de fraccionamiento se han tenido en cuenta los datos de humedad del suelo, suministrados por una sonda dieléctrica. Las aplicaciones de riego se han realizado buscando el máximo de aplicación en horas nocturnas.

06 Resultados y valoraciones agronómicas

06.01 Resultados de producción

La producción es el parámetro económico más importante y que a menudo define la rentabilidad del cultivo expresándose en kg/ha de producción teórica -a esta se debería sustraer un 10% por bordes y "antares"- para obtener la producción real. En el ensayo de Vilajuiga las medias de producción tanto del testigo como de los ensayos, se han acercado o han superado los límites máximos de producción fijados en el reglamento de la DO y que para las variedades tintas se sitúa en 11.000 kg/ha (8).

La producción expresada en forma de KG^o/ha es un parámetro de gran significado económico, puesto que la valoración de la vendimia, especialmente la destinada a vinos de mesa, se fija por esta unidad.

Tanto en las producciones en kg como en KG^o por hectárea los ensayos regados han superado el testigo no regado, indicando una clara incidencia del riego en los incrementos de producción que oscilan entre el 6 y el 15% según los programas de riego. Los ensayos que han conseguido un nivel productivo superior en kg/ha y en KG^o/ha fueron los de aportación de agua para cu-



Para la determinación de las fechas de aplicación y de la estrategia de fraccionamiento del agua se han tenido en cuenta los datos de humedad del suelo, suministrados por una sonda dieléctrica



Foto 4. Válvula manual cierre de cada ensayo. Autor: Ester Pérez



Foto 5. Situación de los goteros. Autor: Agustí Villarroya.

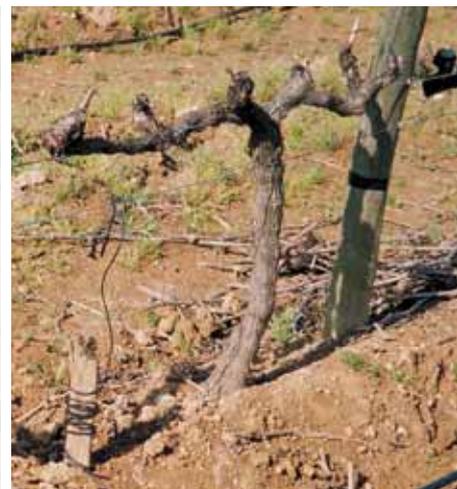


Foto 6. Ubicación de la sonda dieléctrica. Autor: Agustí Villarroya.



Foto 7. Sonda dieléctrica. Autor: Agustí Villarroya.

brir el 60% de la ETPc hasta finales de julio. Las comparaciones entre los programas de riego, no manifestaron diferencias significativas entre ellos en cuanto a producción.

06.02 La graduación

La graduación o cantidad de glúcidos, especialmente glucosa y fructosa que tiene la uva se puede expresar mediante diferentes unidades o parámetros -Grados Brix, Oechsle, Beaumè, Babo, Alcohol probable...-. Por su uso generalizado y por su operatividad, se ha utilizado en la valoración de los ensayos el grado Brix -grado refractométrico expresando posteriormente los resultados en forma de Grado Alcohólico Probable (°Ap), esta transformación se ha rea-

lizado mediante la equivalencia de las tablas oficiales de la UE (9). Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 5.

La graduación media del testigo no regado ha sido claramente superior -aproximadamente en un grado- a los ensayos regados con mayor aportación de agua. El ensayo de corrección de los déficits de la pluviometría media, aunque con una graduación inferior al testigo, no se ha diferenciado estadísticamente de este, pero sí de los otros dos ensayos.

06.03 Acidez Total y pH

La acidez total informa sobre el total de ácidos orgánicos existentes en la uva, mosto o vino y

Agua aplicada en cada programa de riego l/m ²				
Tesis ensayo Campaña	No regado	Correcciones déficits pluviometría M	Garantizar 60% ETPc hasta finales de julio (*)	Garantizar 60% ETPc hasta mediados de agosto (**)
1998/1999	0	20	64	74
1999/2000	0	35	85	105
2000/2001	0	72	109	143
2001/2002	0	54	51	63
2002/2003	0	152	156	166
2003/2004	0	57	64	76
2004/2005	0	64	77	87
2005/2006	0	68	97	122
2006/2007	0	67	37	57
2007/2008	0	73	90	90
M 1999 - 2008	0	66,2	83	98,3

NOTA: Anualmente se ha comprobado el caudal de los goteros y se han aplicado los coeficientes de corrección adecuados. (*) Inicio del invierno (**) Hasta unos 15 días antes de la cosecha.

Tabla 3. Agua aplicada en cada programa de riego.

Ensayo aplicación de programas de riego en la Garnacha Vilajuïga (DO Empordà)
Producción Kg/ha (1999 - 2008)

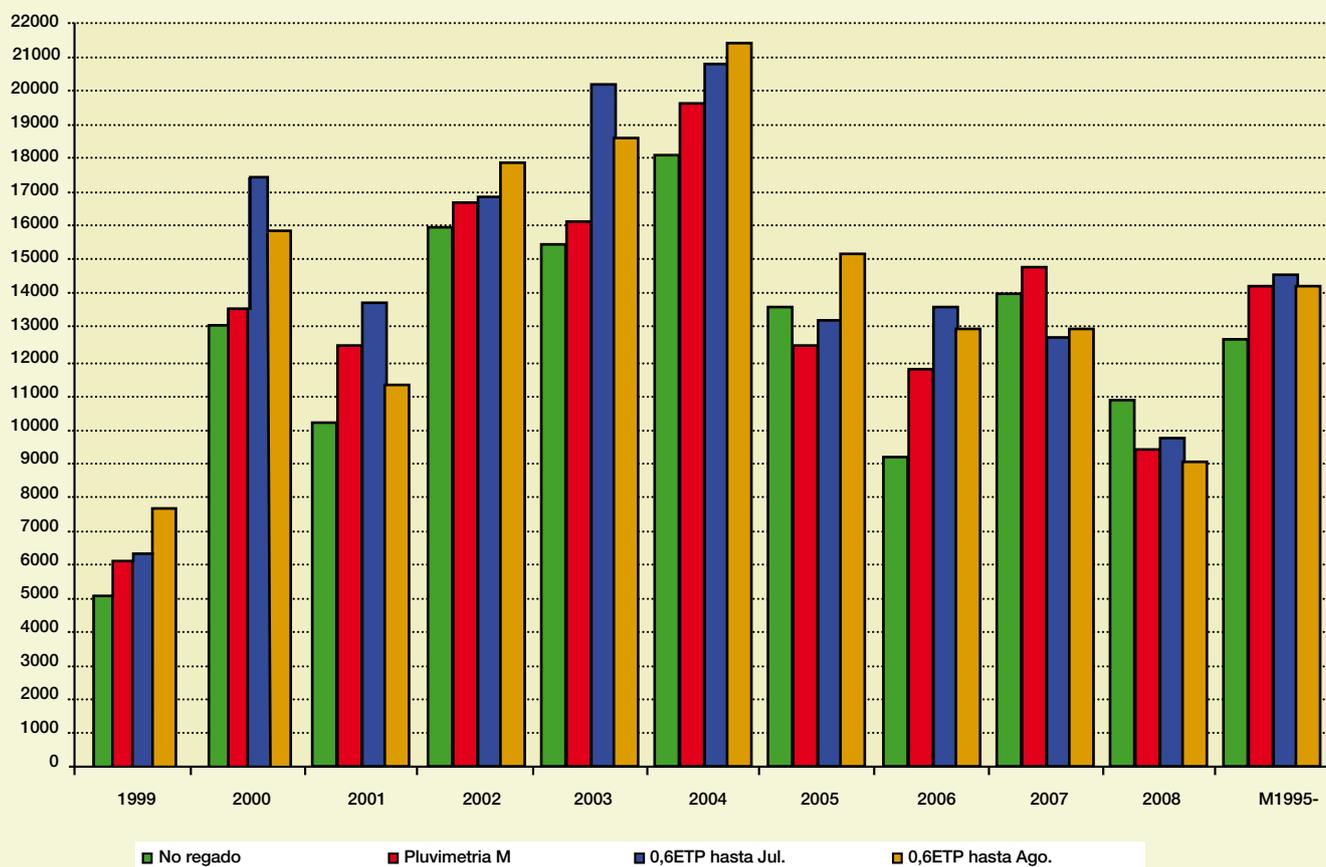


Gráfico 2. Resultados ensayo aplicación de programas de riego en la Garnacha Vilajuïga (DO Empordà). Producción hg/ha (1999-2008)

Producción de uva de Garnacha Negra en el ensayo de Vilajuïga por campaña (periodo 1999-2008).

Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
No regado	5195	13288	10230	16215	15525	18163	13584	9104	14046	10897	12624	b	100
Corrección Pluv M	6186	13775	12650	16912	16162	19764	12435	11798	14860	9412	13395	ab	106
0,6 ETPc hasta julio	6430	17712	13898	17042	20225	20852	13178	13583	12734	9690	14534	a	115
0,6 ETPc hasta mitad agosto	7742	16068	11564	17595	18744	21460	15130	12907	13020	9081	14331	a	113

Mds (0,95) 1136,11 C.V.=22,99%

Tabla 4. Producción de uva de Garnacha negra en el ensayo de Vilajuïga por campaña (Periodo 1999-2008).



Foto 8. Uvas de Garnacha negra normales y afectados por "corrimiento". Ensayo de Vilajuïga 05/09/2006. Foto: Agustí Villarroya

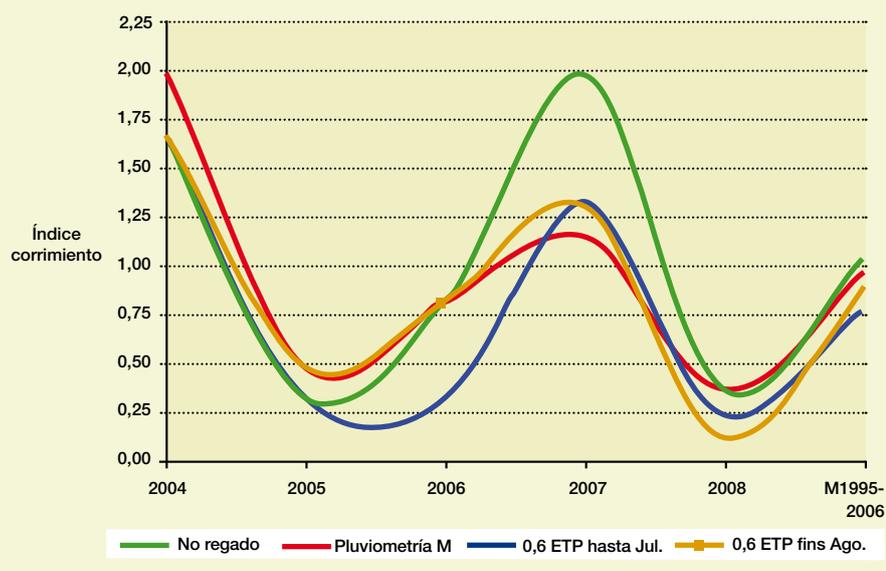
puede expresarse en g/l de ácido sulfúrico (ATS) o en g/l de ácido tartárico (ATT). En las valoraciones de la uva y mosto se han expresado en forma de ácido sulfúrico, mientras que en las determinaciones referidas al vino se han expresado en forma de acidez tartárica. El nivel de acidez total en la uva refleja fundamentalmente el contenido de ácido tartárico y málico y en menor medida de cítrico y algunos otros ácidos que se encuentran en pequeñas cantidades. La acidez total expresa sólo la suma de ácidos libres, sin tener en cuenta su fuerza ácida y por tanto no define suficientemente la acidez. Una solución de ácido tartárico o málico, teniendo la misma acidez total, tiene diferente pH, puesto que el ácido más fuerte -el tartárico- está más ionizado y por lo tanto libera más iones hidrógeno que el ácido málico, que es más débil.

Durante el proceso de maduración el AT disminuye por progresiva degradación de los ácidos. Los valores de la acidez total varían fundamentalmente según las características varietales, la climatología anual, el grado de maduración de la uva, el equilibrio productivo y el vigor de las cepas. La Garnacha negra es una variedad caracterizada por una baja acidez total.

Los ensayos regados con más aportación de agua han conseguido acideces totales más altas, diferenciándose estadísticamente del testigo y de la aportación de la pluviometría media. Son remarcables los bajos niveles de acidez que se obtuvieron en 2003 y en 2008, con veranos secos y muy calurosos.

El pH o grado de acidez o alcalinidad de la uva aumentan progresivamente durante el proceso de maduración y es un claro indicador para determinar dicho grado de madurez.

Ensayo aplicación de programas de riego en Garnacha negra en Vilajuïga (DO Empordà) Apreciación corrimiento (2004 - 2008)



Gràfic 3. Ensayo aplicación de programas de riego en Garnacha negra en Vilajuïga (DO Empordà) Apreciación corrimiento (2004-2008).

Graduación de la uva de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga 1999-2008. (°Ap)													
Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
No regado	12,75	12,93	13,40	13,27	12,68	11,75	13,07	14,88	14,35	13,92	13,29	a	100
Corrección Pluv M	12,40	12,60	12,98	12,95	12,96	11,56	12,83	13,82	14,03	14,13	13,02	a	98
0,6 ETPc hasta julio	11,69	11,40	11,88	12,45	12,05	11,03	12,57	13,80	13,00	14,08	12,39	b	93
0,6 ETPc hasta mitad agosto	11,84	11,12	12,10	11,03	11,68	10,68	12,12	13,68	13,65	14,02	12,19	b	92

Mds (0,95) 0,331 C.V.=7,72%.

Tabla 5. Graduación de la uva (°Ap) de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga 1999-2008.

Ensayo aplicación de programas de riego en la Garnacha negra en Vilajuïga (DO Empordà)
Graduación °Ap (1999 - 2008)

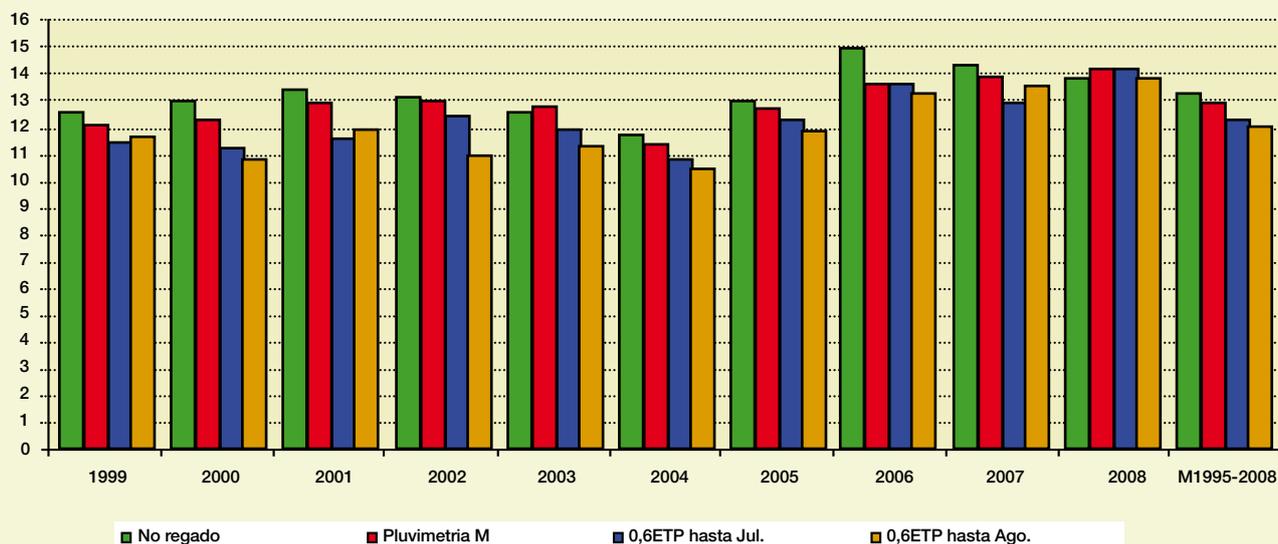


Gráfico 4. Ensayo aplicación de programas de riego en la Garnacha Vilajuïga (DO Empordà) Graduación °Ap (1999-2008).

pH de la uva de Garnacha negra en el ensayo riego Vilajuïga 1999-2008.

Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
No regado	3,13	3,15	3,22	3,08	3,49	3,31	3,32	3,59	3,51	3,52	3,29	a	100
Corrección Pluv M	3,13	3,18	3,12	2,99	3,42	3,35	3,34	3,49	3,49	3,5	3,25	a	99
0,6 ETPc hasta julio	3,09	3,22	2,99	3,06	3,39	3,25	3,32	3,49	3,48	3,48	3,23	b	98
0,6 ETPc hasta mitad agosto	3,06	3,17	3,05	3,04	3,35	3,28	3,27	3,51	3,50	3,46	3,21	b	98

Mds (0,95) 0,024 C.V.= 2,06 %.

Tabla 6. pH de la uva de Garnacha negra. Ensayo de Vilajuïga 1999-2008.

Acidez total de la uva de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga 1999-2008 (g/l ATS)

Años	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
No regado	4,45	3,62	3,4	3,55	2,7	3	3,52	3,82	4,12	2,87	3,5	a	100
Corrección Pluv M	4,18	3,52	3,3	3,62	3,07	3,05	3,63	3,6	4,25	2,9	3,51	a	100
0,6 ETPc hasta julio	4,57	3,92	3,43	3,53	3,18	3,48	3,2	3,85	4,15	3,02	3,63	b	104
0,6 ETPc hasta mitad agosto	4,7	3,75	3,63	3,40	3,30	3,50	3,50	4,02	4,30	2,82	3,69	b	105

Mds (0,95) 0,094 C.V.= 7,30 %

Tabla 7. Acidez total de la uva de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga. Periodo 1999-2008.

Ensayo aplicación de programas de riego en Garnacha negra en Vilajuïga (DO Emporda) 1999 - 2008 Niveles de ataque de *Botrytis*

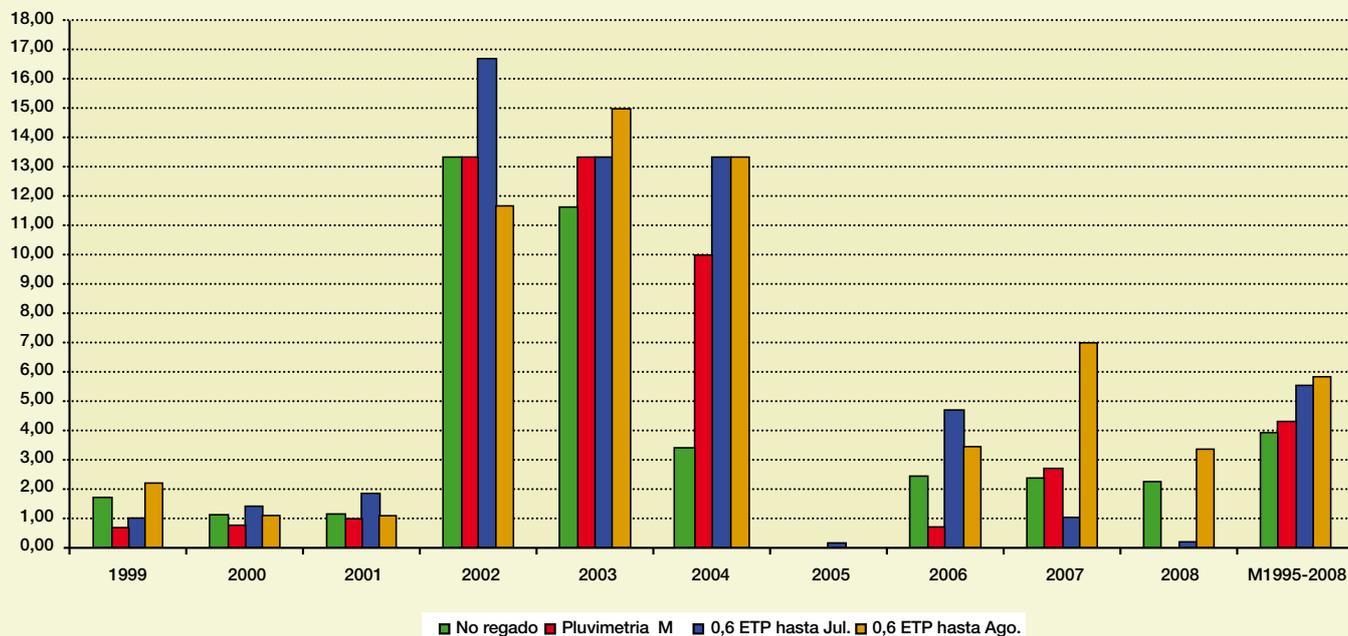


Gráfico 5. Ensayo aplicación de programas de riego en Garnacha negra en Vilajuïga (DO Emporda) 1999 - 2008. Niveles de ataque de *Botrytis*.

La Garnacha negra se caracteriza por poseer un pH alto en el momento de la maduración. Todos los factores que inciden sobre las variaciones de la acidez total inciden asimismo sobre las variaciones del pH.

Igual que en la acidez, los ensayos con mayor aportación de agua tienen un pH más bajo, es decir, un mayor grado de acidez; este factor en la Garnacha negra se valora positivamente.

06.04 Peso medio del racimo

El tamaño y el peso del racimo son fundamentalmente características varietales, pero muy modificables por las condiciones del medio -climatología, fertilidad y perfil del suelo especialmente-, así como por las técnicas de cultivo aplicadas -sistema de conducción y poda, abonado, riego...-. El peso del racimo está muy condicionado por su tamaño y compacidad y por el peso de las bayas. El deficiente cuajado -"corrimento" etc.- y el deficiente desarrollo de las bayas -"millerandage"- contribuyen mucho a originar variaciones del peso. La Garnacha negra es una variedad bastante sensible al mal cuajado, especialmente en situaciones de vigor poco equilibrado.

En las condiciones del ensayo, se ha constatado un incremento del peso unitario del racimo

en los ensayos regados respecto al testigo no regado. Estos incrementos han variado entre un 1% y un 7%, pero solo ha tenido significación estadística en los ensayos con aportación de agua hasta mediados de agosto. Esto llevaría a considerar que esta aportación puede tener gran incidencia en el incremento del peso unitario del racimo durante el periodo de maduración. El factor corrimento se manifiesta muy variable en función de las condiciones climáticas en el periodo de la floración. Cuando el corrimento no es muy intenso, se puede equilibrar la pérdida de peso, que es debida a las bayas no formadas por el aumento de peso de las bayas restantes, y esto comporta pocas variaciones del peso medio del racimo.

06.05 Incidencia sobre el estado sanitario de la uva

La presencia de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) conlleva una grave pérdida de calidad de la vendimia y en niveles de ataque elevado -superiores al 10-15%- la imposibilidad o dificultad de obtener vinos de calidad superior. Los principales factores que pueden desencadenar ataques de *Botrytis* son muy variados: deficiente control de la "polilla del racimo" (*Lobesia botrana*), exceso de vigor y microclima húmedo en torno al racimo,

lesiones en la piel de las bayas motivadas por granizo, crecimiento excesivamente rápido de las bayas, excesiva compacidad del racimo... El buen control de *Botrytis* exige combinar medidas preventivas como la poda en verde y mantener un buen equilibrio vigor/producción con el control de *Lobesia*, y tratamientos específicos contra *Botrytis*. La Garnacha negra, especialmente por la finura de piel de las bayas y la compacidad del racimo, es una variedad bastante sensible a los ataques de este hongo.

Los niveles de ataques registrados durante el periodo de ensayo han sido en general moderados -con medias de ataque inferiores al 5% -excepto durante los años 2002, 2003 y 2004, que especialmente por régimen pluviométrico muy elevado (2002), para una uva de piel poco flexible (2003) o para lluvias irregulares y mayor incidencia de *Lobesia* (2004) tuvieron niveles superiores al 10% de ataque. La valoración del nivel de ataque se hace sobre uva cosechada y en el momento de pesado, con la escala de valoración visual 0-10 y con el cálculo del nivel de ataque según la fórmula Abbott's (10). Los ensayos con aportación de agua hasta mediados de agosto han tenido un nivel de ataque ligeramente superior, que se ha

Peso medio del racimo de Garnacha negra en el ensayo de riego en Vilajuïga 1999-2008.

Años Tesis	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
	No regado	133	253	216	343	319	226	318	364	303	296	272	a
Corrección Pluv M	151	260	228	282	346	253	337	369	324	252	278	ab	101
0,6 ETPc hasta julio	131	307	230	304	356	270	321	399	386	250	290	ab	103
0,6 ETPc hasta mitad agosto	155	276	214	355	375	273	342	367	367	252	295	b	107
M anual	142	274	222	321	349	256	329	375	321	263	284		

Mds (0,95) 20,07 C.V.= 19,56 %

Tabla 8. Peso medio del racimo de Garnacha negra en el ensayo riego Vilajuïga 1999-2008.

Nivel de ataque de *Botrytis cinerea* en Garnacha negra en el ensayo de riego Vilajuïga. 1999-2008 (% Ataque)

Años Tesis	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
	No regado	1,67	1,17	1,17	13,33	11,67	3,50	0,00	2,50	2,33	2,33	3,97	a
Corrección Pluv M	0,83	0,83	1,00	13,33	13,33	10,00	0,00	0,83	2,67	0,00	4,28	ab	108
0,6 ETPc hasta julio	1,00	1,50	1,83	16,67	13,33	13,33	0,17	4,83	1,17	0,17	5,40	ab	136
0,6 ETPc hasta mitad agosto	2,17	1,17	1,17	11,67	15,00	13,33	0,00	3,50	7,00	3,33	5,83	b	147
M anual	1,42	1,17	1,29	13,75	13,33	10,04	0,04	2,92	3,49	1,46	4,87		

Mds (0,95) 1,807 C.V.= 103,11 %

Tabla 9. Nivel de ataque de *Botrytis cinerea* en Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga. Periodo 1999-2008

Nivel de color en la uva de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga. 1999-2008. (índice 1/3)

Años Tesis	2003	2004	2005	2006	2007	2008	M 1999-08	Sig. estd.	Índ 100
	No regado	2,50	2,50	1,83	2,25	2,22	3,00	2,38	a
Corrección Pluv M	1,67	2,50	1,83	2,25	1,40	3,00	2,11	ab	88
0,6 ETPc hasta julio	1,67	1,83	1,17	1,75	1,49	3,00	1,82	b	77
0,6 ETPc hasta mitad agosto	1,83	1,67	1,50	2,13	1,68	2,87	1,95	b	82
M anual	1,92	2,12	1,58	2,09	1,69	2,97	2,06		

Mds(0,95)=0,286 C.V.= 29,71 %

Tabla 10. Nivel de color en la uva de Garnacha negra en el ensayo de riego de Vilajuïga. Periodo 1999-2008.

diferenciado estadísticamente del testigo no regado, pero no de los ataques registrados en otros programas de riego.

06.06 Coloración de la uva

La coloración de la uva negra es debida a un conjunto de pigmentos vegetales del grupo de las antocianidinas, conocidos corrientemente con el nombre genérico de antocianos. Su presencia en la uva está localizada generalmente en la piel, excepto las variedades tintoreras, que se encuentran también en la pulpa. Su contenido varía en función de las características varietales, características del medio -clima, suelo, topografía...-, así como de las diferentes técnicas culturales aplicadas -sistema de conducción, poda, abonado, riego, exposición de la uva... (11). El contenido en antocianos se incrementa a lo largo del proceso de maduración y es un indicador indispensable en la denominada maduración fenólica. La intensidad y la uniformidad de la coloración se utiliza a menudo como el primer criterio para hacer una selección de uva en la viña previa a la recolección. Para su valoración en campo, se ha utilizado una escala visual de 1 a 3, correspondiendo este último valor a la máxima intensidad colorante de la uva.

Se constata una mejor coloración media en las uvas procedentes de cepas no regadas. Esta diferencia tiene valor estadístico respecto a los dos ensayos en que se ha aplicado un mayor volumen de agua.

06.07 Índice de Ravaz

Este índice relaciona la producción y el peso de la madera de poda -kg de uva /kg madera de poda- y permite determinar el equilibrio de una viña. Al final de la campaña del 2008 se aplicó al ensayo de Vilajuïga para determinar qué incidencia habían tenido los programas de riego sobre el vigor de las cepas de los diferentes ensayos. Los valores medios obtenidos fueron:

- Cepas no regadas, una media de 4,29.
- Cepas con corrección déficits de pluviometría, 3,66.
- Cepas con aportación 0,6 ETPc hasta julio, 4,37
- Cepas con aportación 0,6 ETPc hasta agosto, 3,83

Los valores obtenidos están comprendidos entre los valores óptimos, 3 y 8 (12). Esto permite afirmar que ninguno de los programas ha



Foto 9. Racimos de Garnacha negra, el de abajo a la derecha de coloración normal, el resto con coloraciones deficientes -Ensayo Vilajuïga 7/92006- Foto: Agustí Villarroya



Foto 10. Deficiencias de color en racimos de Garnacha negra de los ensayos regados - Ensayo de Vilajuïga 15/09/2007- Foto: LI.Serra.

incrementado o disminuido excesivamente el vigor de las cepas.

07 Resultados enológicos y valoraciones

07.01 Vinificaciones

La uva procedente de las diferentes tesis ensayadas se ha vinificado en la Estación de Viticultura y Enología del INCAVI en Vilafranca del Penedès. Las elaboraciones se han realizado sobre unos 100-120 kg de uva de cada ensayo de acuerdo con el protocolo estándar utilizado para vinificaciones experimentales de variedades tintas. Los

vinos obtenidos según los procedimientos enológicos habituales de la elaboración en tintos han sido sometidos a completos análisis químicos y valorados sensorialmente por el equipo de "catadores" del EVE de acuerdo con el procedimiento fijado por la UIE (Unión Internacional de Enólogos).

07.02 Determinaciones realizadas

El mosto y el vino obtenidos se han sometido a las determinaciones analíticas siguientes:

- Mosto: Graduación ($^{\circ}$ Ap), Acidez total (g/l ATT), pH, Ácido Tartárico (g/l), Ácido Máfico(g/l)

• Vino: Graduación alcohólica (% volumen), Acidez total (g/l ATT), Acidez volátil (g/l), pH, Polifenoles totales (Absorbancia 280), Taninos (mg/l), Antocianos totales (mg/l) y Antocianos libres (mg/l).

07.03 Resultados y observaciones de las determinaciones realizadas en el mosto

Las determinaciones realizadas en el mosto confirman en general los resultados agronómicos. Disminución de la graduación en los ensayos regados, graduación que es más notoria en los ensayos con mayor aporta-

ción de agua. Ligero incremento de la acidez total e incremento del contenido medio de ácidos tartárico y málico en los ensayos regados cubriendo el 60% del ETPc. No se detectan diferencias importantes en la composición del mosto en los riegos aplicados hasta finales de julio o hasta mediado agosto.

07.04 Resultados y observaciones de las determinaciones realizadas en el vino

Las determinaciones realizadas en los vinos elaborados con las uvas procedentes de los diferentes ensayos confirman las tendencias

detectadas con los controles agronómicos y en los análisis del mosto. Disminuciones moderadas de las graduaciones alcohólicas e incremento ligero de las acideces en los ensayos con mayor aportación de agua. También se detecta una disminución del contenido de polifenoles totales y taninos. La intensidad colorante también disminuye a medida que se incrementa la producción fruto de la aportación de agua. Este parámetro ya es por característica varietal muy bajo en la Garnacha negra.

Resultados de los parámetros analíticos del mosto de Garnacha negra Ensayo de riego en Vilajuïga 2001-2008												
Tesis parámetros	Testigo no regado			Corrección pluviómtr. M			Aport. 0,6 ETPc hasta VII			Aport. 0,6 ETPc hasta VIII		
	Máximo.	Mínimo	M	Máximo.	Mínimo	M	Máximo.	Mínimo	M	Máximo.	Mínimo	M
Grado (°Ap)	15,79	12,08	13,54	14,28	10,72	13,29	14,96	10,32	12,94	14,78	10,72	13,02
Acidez (g/l) ATT	6,20	3,70	5,13	6,10	4,30	5,10	7,5	4,20	5,34	7,20	3,60	5,35
pH	3,53	3,23	3,34	3,57	3,24	3,33	3,52	3,21	3,31	3,47	3,21	3,32
Ácido Tartárico (g/l)	6,31	2,90	4,93	6,60	3,10	5,23	6,28	3,50	5,26	6,20	2,76	5,10
Ácido Málico (g/l)	1,20	0,50	0,83	1,30	0,60	0,97	1,41	0,60	1,01	1,30	0,66	1,00

Tabla 11. Resultados de los parámetros analíticos del mosto de Garnacha negra

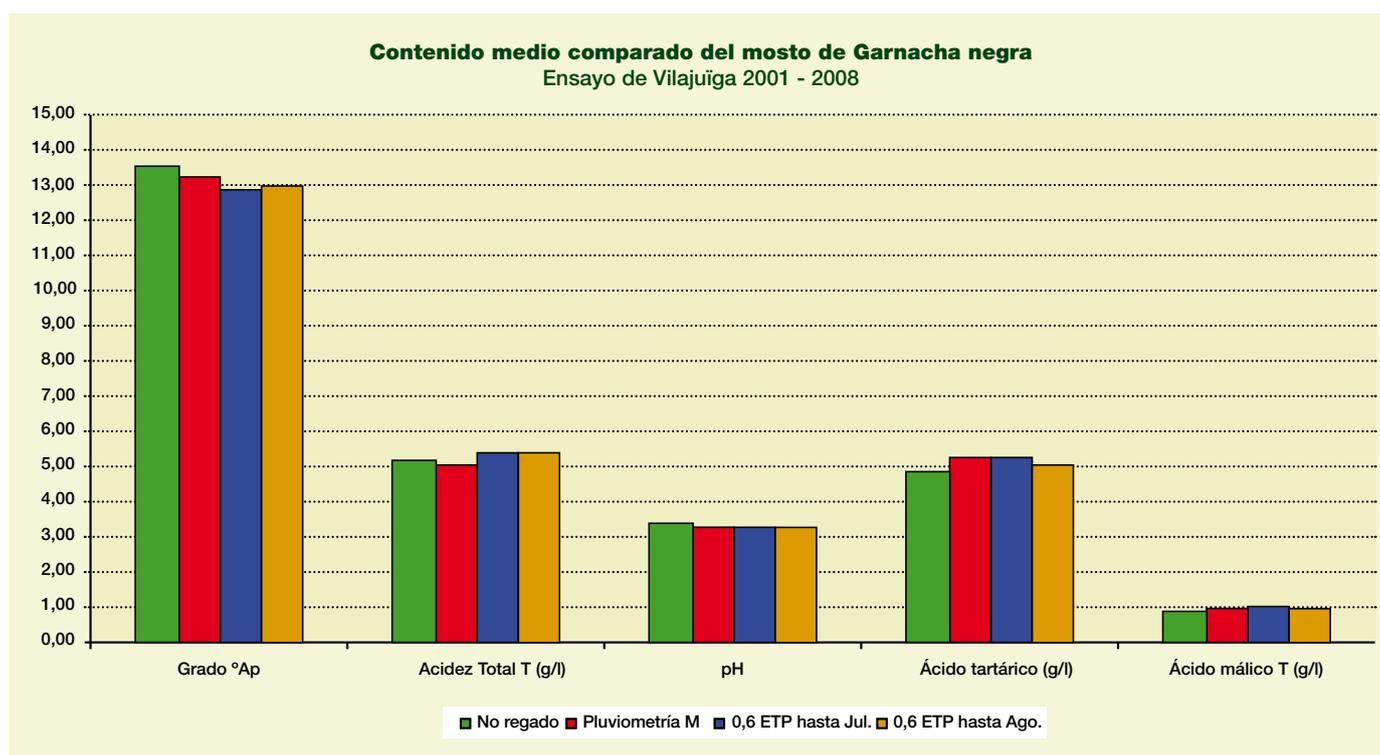
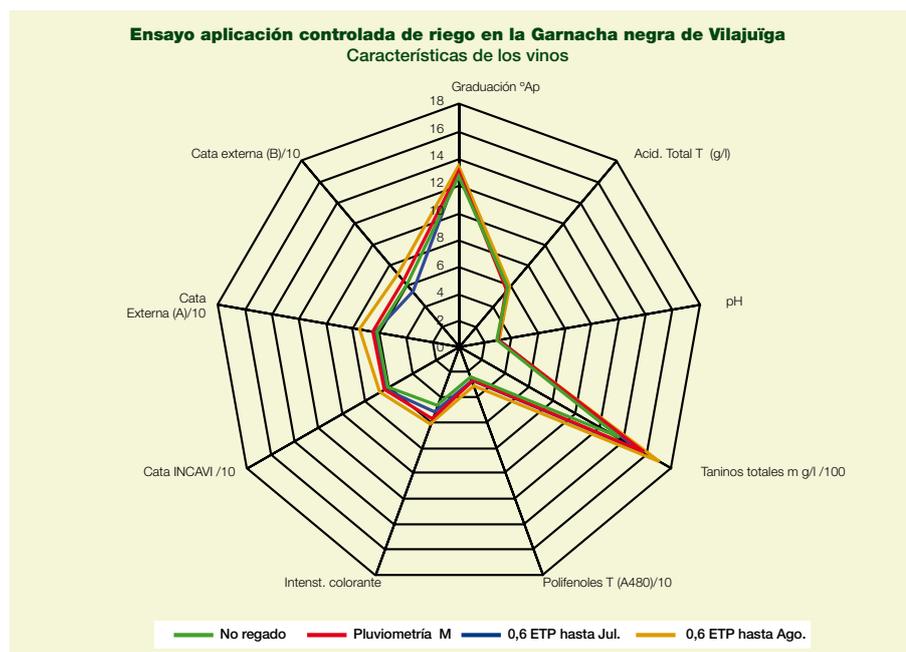


Gráfico 6. Contenido medio comparado del mosto de Garnacha negra. Ensayo de Vilajuïga 2001-2008

Resultados de los parámetros analíticos de los vinos de Garnacha negra Ensayo de riego en Vilajuïga 2001-2008												
	Testigo no regado			Corrección pluviometr M			Aport. 0,6 ETPc hasta VII			Aport. 0,6 ETPc hasta VIII		
	Máximo	Mínimo	M	Máximo	Mínimo	M	Máximo	Mínimo	M	Máximo	Mínimo	M
Grado (%)	15,39	11,95	13,6	14,88	11,00	13,55	14,84	10,70	13,19	15,03	10,90	13,17
ATT (g/l)	7	3,90	6,01	6,90	3,80	5,63	7,50	4,10	6,10	7,40	4,00	5,89
A.Volátil (g/l)	0,50	0,22	0,33	0,47	0,23	0,32	0,68	0,22	0,36	0,70	0,18	0,36
pH	3,51	3,19	3,31	3,52	3,20	3,37	3,48	3,15	3,30	3,50	3,15	3,34
Polifenoles T (A280)	60,10	18,84	32,63	48,42	18,79	29,80	49,75	18,30	29,22	40,56	17,60	28,03
Taninos (mg/l)	2759	680	1768	2638	557	1625	2775	480	1582	2353	510	1510
Antocianos T (mg/l)	396	86	250	414	104	211	285	73	174	414	72	186
Antocianos LL (mg/l)	349	53	207	376	9	166	223	19	125	374	22	146
Intensidad colorante (A420, 520, 620)	8,816	3,484	6,31	10,434	3,44	6,03	11,105	2,339	5,49	9,96	2,94	5,15
Valoración sensorial (100)	73,50	60,10	65,44	71,20	52,80	64,38	70,50	57,10	63,63	70,70	50,80	62,83

Tabla 12. Resultados de los parámetros analíticos de los vinos de Garnacha negra. Período 2001-2008.



Gráfica 7. Características de los vinos obtenidos. Ensayo aplicación controlada de riego de Vilajuïga.

08 Observaciones y conclusiones

08.01 Resultados agronómicos

- **Claro incremento de la producción** con las aportaciones de agua que cubren 0,6 de la ETPc hasta finales de julio o hasta mediados de agosto. Estos incrementos se sitúan entre el 13 y el 15% por término medio.
- **Disminución del grado (°Ap) de la uva** de las cepas con las aportaciones que cubren el 0,6 de la ETPc, hasta julio o agosto.

Esta disminución se sitúa entre el 7 y el 8 %. Los ensayos con aportaciones para cubrir los déficits de la pluviometría, han comportado una reducción inferior de la graduación.

- **Incremento moderado de la acidez** de la uva en los ensayos con aportación de agua para cubrir la ETPc. Este incremento se ha situado en torno al 4-5 %. La aportación de corrección de la pluviometría media no ha incidido prácticamente sobre la acidez. El pH sigue la misma tendencia y significación de la acidez.

- **Incremento del peso unitario medio del racimo** especialmente en las aportaciones de agua hasta agosto. Los resultados parecen indicar que las aportaciones de agua compensan las pérdidas de peso debidas al corrimiento con un incremento de peso de las bayas. Esto es un factor a valorar positivamente en variedades sensibles al corrimiento como la Garnacha negra.

- **Se constata un muy pequeño incremento de la incidencia de *Botrytis cinerea*** en los racimos de las cepas con aportación de agua, incluido en las aportaciones en agosto. Hay que constatar que los niveles de ataque son muy bajos tanto en el testigo como en los otros ensayos y en caso alguno ni estos incrementos ni los niveles de ataque han comprometido seriamente la calidad.

- **Disminución de color de las uvas en los ensayos regados.** Esta disminución es más clara en los ensayos con mayor aportación de agua.

- **Las aportaciones medias anuales** de agua en la Garnacha negra en la zona objeto del ensayo tendrían que oscilar normalmente como máximo entre los 60 y los 90 l/m² por campaña.

- **Buen control del vigor.** Las dosis de agua aplicadas no han alterado de forma significativa el equilibrio producción /vigor a lo largo del periodo de 10 años.

08.02 Resultados enológicos

• **Disminución de la graduación del mosto** más clara en los ensayos más regados y en las añadas de inferior graduación.

• **Incremento de la acidez total y del contenido de ácido málico** del mosto, especialmente en los ensayos con mayor aportación de agua. El pH tiene también una ligera disminución, paralela en la variación de la acidez pero menos marcada.

• **Disminución ligera de la graduación alcohólica de los vinos** en los ensayos regados, es de constatar que pese a esta moderada disminución, los valores medios se sitúan todavía entre los normales de la zona.

• **Disminución ligera del contenido de polifenoles** en los tres ensayos regados, esta disminución es ligeramente más marcada en los ensayos con aportación de agua en agosto.

• **Disminución del contenido de taninos** en los ensayos regados, esta disminución es más marcada en los ensayos con aportación de agua hasta agosto.

• **Disminución del contenido de antocianos totales y libres** en los tres ensayos regados.

• **Disminución ligera** de la coloración de los vinos en los ensayos regados. Esta disminución se acentúa más en las añadas de bajo color.

• **Disminución moderada de la valoración sensorial** de los vinos procedentes de ensayos regados.

09 Recomendaciones agronómicas

Las experiencias acumuladas durante los años de ensayo permiten indicar algunas recomendaciones y orientaciones agronómicas prácticas para mejorar u orientar futuros programas de riego en viticultura.

• Para el establecimiento de un programa de riego en viticultura es indispensable un buen conocimiento de:

a) La climatología de la zona especialmente el régimen pluviométrico - volumen e intensidad de las precipitaciones, evapotranspiración, régimen termométrico.

b) Características del suelo -Textura, % arcilla, perfil, velocidad de infiltración...- y de las características del agua de riego.

c) Características de la variedad cultivada -compacidad del racimo, coloración, grosor de la piel, sensibilidad a *Botrytis cinerea* y otros hongos,...-.

d) Características de los vinos de la variedad y niveles máximos y mínimos de las exigencias legislativas y económicas a las que esta condicionada la producción - Valoración de precios según características de la uva o vino, Reglamento de las DO,...-.

• **En las fijaciones de los programas y estrategias de riego**, es indispensable completar el balance hídrico con un seguimiento del nivel de humedad del suelo y del estado vegetativo de la cepa - estado fenológico, flujo de savia, nivel de deshidratación de la uva...-.

• **Valoración del coste económico y de la rentabilidad de los programas**, partiendo de que "el agua es un bien escaso" y que la viña sometida a adecuadas prácticas de cultivo "tiene una gran capacidad de producción con buenos niveles de calidad en condiciones de escasa pluviometría".

10 Participantes y colaboradores en los ensayos

Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural:

- Oficina Comarcal del DAR del Alt Empordà (Rosa Geli y Eva Torrentà)

- Unidad Asesoramiento Vitícola del DAR (Agustí Villarroya y Lluís Serra)

- INCAVI- EVE de Vilafranca del Penedès (Margarita Vilavella, Enric Bartra, Concepció Campamà, F. Capdevila).

Otros colaboradores: Familia y Bodega Espelt (Anna Espelt, Ester Perez)

11 Bibliografía y fuentes consultadas

- (1) Reglamento de la Denominación de Origen Empordà. Orden ARP/63/2006 de 16 de febrero DOGC núm.4585-3.3.2006
- (2) Iacomo, F. "Fertirrigazione e irrigazione a goccia". Revista: Vignevini núm. 7/8 -1990
- (3) Giménez Montesinos M. "Fertirrigación por goteo de la viña". Revista: Vitivinicultura núm. 1/1991
- (4) Baeza P., Lissarrague J.R., Sanchez P. "Fundamentos, aplicación y consecuencias del Riego en la Vid" ISBN: 84-85441-86-9. Madrid 2007
- (5) Red Agrometeorológica de Cataluña, Generalitat de Catalunya Departamento de Medio ambiente.

- (6) Atlas Climático de Catalunya. Precipitaciones verano periodo 1961-1990 núm.16. Instituto Cartográfico de Cataluña
- (7) Solé y Sabarís, Lluís. (1958). Geografía de Cataluña Editorial Aedos. Tomo I, Cap. VI. Barcelona.
- (8) Reglamento de la Denominación de Origen Empordà. Orden ARP/63/2006 de 16 de febrero DOGC núm. 4585-3.3.2006.
- (9) Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 03101990
- (10) <http://www.ehabsoft.com/idpline/habbott.htm>
- (11) Margalit, Y., "Elementi di Chimica del Vino" ISBN 978-88-88792-05-8 Milano 2005
- (12) Champagnol, F. "Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale" -Dehan- Montpellier 1984

12 Autores



Agustí Villarroya Serafini
Unidad de asesoramiento vitícola del DAR
avillarroya@gencat.cat



Lluís Serra Antoli
Unidad de asesoramiento vitícola del DAR
lserra@gencat.cat



Rosa Geli Anglada
O. C. DAR Alt Empordà
rosa.geli@gencat.cat



Eva Torrentà Costa
O. C. DAR Alt Empordà
etorrenta@gencat.cat



Margarita Vilavella Araujo
INCAVI-EVE Vilafranca del Penedès
mvilavella@gencat.cat



Enric Bartra Sebastian
INCAVI-EVE Vilafranca del Penedès
ebartra@gencat.cat



Concepció Campamà Ferret
INCAVI-EVE Vilafranca del Penedès
ccampama@gencat.cat



Anna Espelt
Bodega Espelt Vilajuïga
www.cellerespelt.com



Esther Perez
Bodega Espelt Vilajuïga
www.cellerespelt.com