



TESIS DOCTORAL

**INFLUENCIA DE LA PODA MECANIZADA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD
DE LA COSECHA EN UN VIÑEDO (cv. Tempranillo) EN LOBÓN. BADAJOZ**

ANTONIO BENÍTEZ GUERRERO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DEL MEDIO AGRONÓMICO Y FORESTAL

2015

TESIS DOCTORAL

**INFLUENCIA DE LA PODA MECANIZADA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA
COSECHA EN UN VIÑEDO (cv. Tempranillo) EN LOBÓN. BADAJOZ**

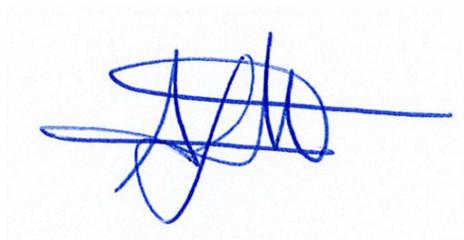
Antonio Benítez Guerrero

Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal

Conformidad del Director/es:



Fdo: Dr. Luis Lorenzo Simón Paniagua

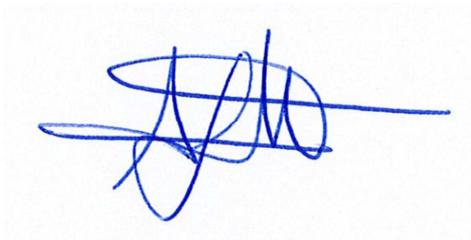


Fdo.- Abelardo García Martín

Don Luis Lorenzo Paniagua Simón con DNI 7872310P Doctor Ingeniero Agrónomo, que presta sus servicios como Profesor Titular de Escuela Universitaria y Don Abelardo García Martín con DNI 28943863L que presta sus servicios como Profesor Titular de Escuela Universitaria.

CERTIFICAN:

Que la tesis que lleva por nombre **“INFLUENCIA DE LA PODA MECANIZADA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA COSECHA EN UN VIÑEDO (cv. Tempranillo) EN LOBÓN. BADAJOZ”** presentada por el Ingeniero Agrónomo D. Antonio Benítez Guerrero con DNI 09186450C ha sido realizada bajo nuestra dirección y considerando que se trata de un trabajo original de investigación y que reúne todos los requisitos establecidos, autorizamos su presentación para ser juzgada por el tribunal correspondiente. Y para que así conste a los efectos oportunos firmamos el presente certificado en Badajoz a 9 de noviembre de 2015



Fdo: Abelardo García Martín



Fdo: Luis Lorenzo Paniagua Simón

Dedicada a esas personas, que entre sus pasiones está, la inquietud por saber

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Dr. D. Luis Lorenzo Paniagua Simón. Ingeniero Agrónomo. Profesor en la Escuela de Ingeniería Agraria. Badajoz. Universidad de Extremadura.

Dr. D. Abelardo García Martín. Ingeniero Agrónomo. Profesor en la Escuela de Ingeniería Agraria. Badajoz. Universidad de Extremadura.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRARIA “FINCA LA ORDEN-VALDESEQUERA” (JUNTA DE EXTREMADURA)

D. Julián Membrillo Moreno. Ingeniero Agrónomo. Coordinador de proyectos de investigación.

D. Juan-Bautista González Toscano. Ingeniero Agrónomo. Jefe del Departamento de Hortofruticultura.

D. Eusebio Rangel Baquero. Ingeniero Agrónomo. Técnico del Departamento de Hortofruticultura.

D. Manuel Hurtado Pérez. Ingeniero Técnico Agrícola. Técnico del Departamento de Hortofruticultura.

D. Antonio Galán Galán. Técnico Auxiliar del Departamento de Hortofruticultura.

ESTACIÓN ENOLÓGICA DE ALMENDRALEJO. (JUNTA DE EXTREMADURA)

D. Emiliano Zamora de Alba. Licenciado en Química. Director de la Estación Enológica. Junta de Extremadura.

Dra. D^a. María de la Luz Álvarez Franco. Licenciada en Biología. Laboratorio de Estación Enológica. Junta de Extremadura.

D. Pedro Cotilla del Hoyo. Licenciado en Enología. Laboratorio de Estación Enológica. Junta de Extremadura.

FINCA COLABORADORA

Hnos. Ortiz Silvero. Arroyo de San Serván. Badajoz.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Resumen	1
Abstract	4
1. Introducción y objetivos	7
1.1. Importancia del cultivo de la vid	7
1.2. Efecto de la poda de la vid, sobre la producción, calidad y costes de cultivos	13
1.3. Efecto de la poda sobre el comportamiento del área foliar del viñedo	23
1.4. Efecto del clima sobre la producción y calidad de la cosecha y vinos	27
1.5. Influencia del aclareo de racimos en la producción de uva y calidad de mostos y vinos	30
1.6. Calidad de mostos y vinos	35
1.7. Nuevas técnicas de cultivo en viñedo: poda mecánica	42
1.8. Requisitos de la D.O. Ribera del Guadiana	44
1.9. Objetivos	47
2. Materiales y métodos	48
2.1. Diseño experimental y localización	48
2.2. Detalles fotográficos de tratamientos	52
2.3. Plan de trabajo seguido	55
2.4. Determinaciones	55
2.4.1. Agronómicas	55
2.4.2. Madurez tecnológica. Evolución	57
2.4.3. Madurez fenólica	58
2.4.4. Vinos	59

	Pág.
2.4.5. Análisis estadísticos de los datos	60
3. Resultados y discusión	62
3.1. Caracterización climática del área de ensayo	62
3.2. Aspectos agronómicos	68
3.2.1. Número de pulgares por cepa	68
3.2.2. Número de yemas vistas por cepa	70
3.2.3. Número de yemas vistas por pulgar	72
3.2.4. Número de yemas brotadas por pulgar	74
3.2.5. Número de yemas brotadas en estado "F" por cepa	77
3.2.6. Respuesta fisiológica (brotación). Yemas brota respecto a yemas dejadas	80
3.2.7. Número de racimos por cepa	83
3.2.8. Número de racimos por pulgar	86
3.2.9. Número de racimos por yema brotada	89
3.2.10. Peso medio del racimo	91
3.2.11. Estudio de la producción	94
3.2.12. Fertilidad real y potencial	98
3.3. Madurez tecnológica. Evolución	99
3.3.1. pH	99
3.3.2. Acidez Total (AT)	100
3.3.3. Concentración de sólidos solubles. Baumé	102
3.4. Madurez fenólica.	105
3.4.1. Peso de bayas.	105
3.4.2. Concentración de sólidos solubles. °Brix.	106
3.4.3. Densidad	107
3.4.4. Alcohol probable	108
3.4.5. Ácido tartárico	109

	Pág.
3.4.6. Ácido málico	110
3.4.7. Madurez celular e madurez de las pepitas	111
3.4.8. I.P.T. y extraíbles. u.a.	113
3.4.9. Antocianos totales y extraíbles	114
3.5. Vinos	117
3.5.1. pH	117
3.5.2. Acidez Total	118
3.5.3. I.P.T.	119
3.5.4. Antocianos	120
3.5.5. Taninos	121
3.5.6. Índice colorante	122
3.5.7. Grado alcohólico	123
4. Conclusiones	125
5. Bibliografía	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Superficie de viñedo en países con tradición vitícola en el mundo	8
Figura 2. Superficie de viñedo en países con tradición vitícola en Europa	9
Figura 3. Evolución de la superficie de viñedo en España	10
Figura 4. Distribución de la superficie de viñedo en España por provincia	11
Figura 5. Superficie vitícola por CC.AA	12
Figura 6. (%) Superficie vitícola en España por variedades	12
Figura 7. Factores de producción del viñedo y su influencia en la calidad de la uva	41
Figura 8. Análisis de suelos	49
Figura 9. Diagrama ombrotérmico (año 2004)	67
Figura 10. Diagrama ombrotérmico (año 2005)	67
Figura 11. Diagrama ombrotérmico (año 2006)	67
Figura 12. Diagrama ombrotérmico (año 2007)	67
Figura 13. Diagrama ombrotérmico (año 2008)	67
Figura 14. Diagrama ombrotérmico (1990-2010)	67
Figura 15. Número de pulgares por cepa, tratamiento y año	69
Figura 16. Número de yemas vistas por cepa, tratamiento y años	72
Figura 17. Número de yemas vistas por pulgar, tratamiento y años	74
Figura 18. Número de yemas brotadas por pulgar, tratamiento y años	76
Figura 19. Número de yema brotada por cepa, tratamiento y años	80
Figura 20. Número de yemas brotadas por yemas vistas, tratamiento y años	83
Figura 21. Número de racimos por cepa, tratamiento y años	86

	Pág.
Figura 22. Número de racimos por pulgar, tratamiento y años	89
Figura 23. Número de racimos por yemas brotadas, tratamiento y años	91
Figura 24. Peso medio del racimo	94
Figura 25. Producción media por hectárea	98
Figura 26. Evolución del grado Baumé	104

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Insumos de trabajo para diferentes métodos de poda	23
Tabla 2. Desviación de la temperatura y precipitación media del período del (2004–2005), respecto a la serie histórica (1990–2010)	63
Tabla 3. Índices climáticos vitícolas del área de ensayo. Lobón (Badajoz)	65
Tabla 4. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de pulgares en función del año y tratamiento	68
Tabla 5. Número de pulgares por cepa, año y media del ensayo	69
Tabla 6. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas vistas por cepa en función del año y tratamiento	70
Tabla 7. Número de yemas vistas por cepa	71
Tabla 8. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas vistas por pulgar en función del año y tratamiento	72
Tabla 9. Número de yemas vistas por pulgar	73
Tabla 10. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por pulgar en función del año y tratamiento	74
Tabla 11. Índice de brotación	75
Tabla 12. Número de yemas brotadas por pulgar	76
Tabla 13. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por cepa en función del año y tratamiento	77
Tabla 14. Número de yemas brotadas por cepa	79
Tabla 15. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por número de yemas vistas en función del año y tratamiento	80
Tabla 16. Número de yemas brotadas por número de yemas vistas	81

	Pág.
Tabla 17. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por cepa en función del año y tratamiento	83
Tabla 18. Número de racimos por cepa	85
Tabla 19. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por pulgar en función del año y tratamiento	87
Tabla 20. Número de racimos por pulgar y yema vista	87
Tabla 21. Número de racimos por pulgar	88
Tabla 22. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por yema brotada en función del año y tratamiento	90
Tabla 23. Número de racimos por yema brotada	90
Tabla 24. Número de racimos por pulgar y brotada	91
Tabla 25. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del peso medio del racimo en función del año y tratamientos	92
Tabla 26. Peso medio del racimo	93
Tabla 27. Análisis de la varianza (media de cuadrados) de los kilogramos producidos por hectárea en función del año y tratamientos	94
Tabla 28. Producción media	96
Tabla 29. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del pH en función del momento de la toma de muestra y tratamiento	99
Tabla 30. Comportamiento del pH	100
Tabla 31. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del Acidez Total en función del momento de la toma de muestra y tratamiento	101
Tabla 32. Comportamiento de la Acidez Total	102
Tabla 33. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del grado Baumé en función del momento de la toma de muestra y tratamiento	102
Tabla 34. Resultados de la concentración de sólidos solubles	103

	Pág.
Tabla 35. Anova (Poda x Peso de Bayas)	105
Tabla 36. Valores medios en peso de 50 bayas de tratamientos y años	106
Tabla 37. Anova (Poda x °Brix)	106
Tabla 38. Valores medios en °Brix de tratamientos	107
Tabla 39. Anova (Poda x Densidad)	108
Tabla 40. Valores medios en densidad de tratamientos y años	108
Tabla 41. Anova (Poda x Alcohol Probable)	108
Tabla 42. Valores medios en alcohol probable de tratamientos	109
Tabla 43. Anova (Poda x Ácido Tartárico)	109
Tabla 44. Valores medios en ácido tartárico de tratamientos y años	110
Tabla 45. Anova (Poda x Ácido Málico).	110
Tabla 46. Valores medios en ácido málico de tratamientos y años	111
Tabla 47. Anova (Poda x Madurez Celular)	111
Tabla 48. Valores medios en madurez celular de tratamientos y años	112
Tabla 49. Anova (Poda x Madurez de las pepitas)	112
Tabla 50. Valores medios en madurez de las pepitas de tratamientos y años	113
Tabla 51. Anova (Poda x I.P.T.)	113
Tabla 52. Valores medios en I.P.T. por tratamientos	113
Tabla 53. Anova (Poda x I.P.T. extraíbles)	114
Tabla 54. Valores medios en I.P.T. extraíbles por tratamientos	114
Tabla 55. Anova (Poda x antocianos totales)	115
Tabla 56. Valores medios en antocianos totales por tratamientos	115
Tabla 57. Anova (Poda x antocianos extraíbles)	115

	Pág.
Tabla 58. Valores medios en antocianos extraíbles por tratamientos	116
Tabla 59. % Antocianos no extraíbles	117
Tabla 60. Anova (Poda x pH)	117
Tabla 61. Valores medios en pH de tratamientos y años	118
Tabla 62. Anova (Poda x acidez total)	118
Tabla 63. Valores medios en acidez total de tratamientos	119
Tabla 64. Anova (Poda x IPT)	119
Tabla 65. Valores medios en I.P.T. de tratamientos	120
Tabla 66. Anova (Poda x Antocianos)	120
Tabla 67. Valores medios en antocianos de tratamientos y años	121
Tabla 68. Anova (Poda x Taninos.)	121
Tabla 69. Valores medios en taninos tratamientos y años	122
Tabla 70. Anova (Poda x I.C.)	122
Tabla 71. Valores medios en I.C. de tratamientos	123
Tabla 72. Anova (Poda x %v/v)	123
Tabla 73. Valores medios en grado alcohólico de tratamientos y años	124

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. 1 bis. Equipos de prepoda (espaldera y vaso)	20
Fotografía 2. Línea nº 3. Cepa 6. Poda Manual a 1 yema. (Enero 2005)	52
Fotografía 3. Línea nº 2. Cepa 5. Poda Manual a 2 yemas. (Enero 2005)	52
Fotografía 4. Línea nº 4. Cepa 9. Poda Mecánica. (Marzo 2004)	53
Fotografía 5. Línea nº 4. Cepa 9. Poda Mecánica. (Enero 2005)	53
Fotografía 6. Línea nº 4. Cepa 11. Poda Mecánica. (Enero 2007)	54
Fotografía 7. Línea nº 4. Cepa 6. Poda Mecánica. (Diciembre 2007)	54

RESUMEN

La poda es una de las principales operaciones de cultivo del viñedo que más incide sobre los costes de producción, la producción y calidad de mostos y vinos. En un viñedo (cv. Tempranillo) se estudió el efecto de la poda manual con diferente carga y la poda mecánica con y sin aclareo de racimos. Se analizaron resultados agronómicos: (fertilidad real, fertilidad potencial, producción en kg/cepa); además, se estudió la madurez tecnológica en mosto: (pH, sólidos solubles y acidez total), madurez fenólica: (pH, acidez, azúcares, madurez, polifenoles y antocianos); y en vinos: (grado alcohólico, acidez, pH, polifenoles, antocianos, taninos e intensidad de color). El ensayo del viñedo se planteó en condiciones de campo comercial con sistema de conducción en espaldera y riego localizado por goteo, en la finca "Miraflores" del término municipal de Lobón (Badajoz), en un período de cinco años (2004-2008).

La experiencia se llevó a cabo con cuatro tratamientos: poda mecánica (T1), poda manual a 2 yemas (T2), poda manual a 1 yema (T3) y poda mecánica con aclareo de racimos (T4). En el tercer año (2006), se realizó una poda de reconversión en los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), para que su estado fuera similar al del año previo al inicio del ensayo.

Los resultados agronómicos mostraron que la fertilidad potencial y real fue superior en los tratamientos de poda manual a una y dos yemas (T2) y (T3), que con la poda mecánica (T1) y poda mecánica con aclareo de racimos (T4). En relación a los índices de yemas brotadas respecto a yemas dejadas, los resultados fueron para las podas mecánicas (T1) y (T4) de 0,91 y 0,94, respectivamente, es decir de cada yema vista dejada se obtuvo aproximadamente una yema brotada, en la poda manual a dos yemas vistas (T2) fue de 1,57 yemas brotadas por cada yema vista dejada y en poda manual a una yema (T3) de 2,96 yemas brotadas por cada yema vista dejada. En este último tratamiento, debido a la severidad de la poda, las plantas respondieron en vigor triplicando, prácticamente, el número de yemas vistas dejadas.

El tratamiento (T2), poda manual a dos yemas fue el que produjo racimos con más peso, siguiéndole el tratamiento (T3), poda manual a una yema, y por último las podas mecánicas con y sin aclareo de racimos (T1) y (T4).

El tratamiento con poda mecánica (T1) proporcionó una producción media de 21.860 kg, seguido de la poda manual a dos yemas (T2) 20.924,72 kg y poda manual a una yema (T3) 17.850 kg. En el caso de la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), la producción media fue de 12.259 kg.

Por el contrario el número de racimos por cepa fue muy superior con la poda mecanizada (T1) que en el resto de los tratamientos (T2) y (T3), en torno a un 30%; y un 25% inferior en el peso medio de los racimos.

Del estudio realizado sobre la evolución de la madurez tecnológica en mostos, se desprende que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para pH. El tratamiento (T4), poda mecánica con aclareo de racimos, generó mostos con menor acidez total y mayor concentración de sólidos solubles que el resto de tratamientos, no encontrando diferencias significativas entre los tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas para el peso de 50 bayas entre tratamientos. El momento de recolección se determinó de acuerdo a la madurez fenólica de los mostos. De todos los parámetros estudiados en madurez fenólica, para los diferentes tipos de podas analizados: concentración de sólidos solubles, densidad, ácido tartárico, ácido málico, acidez total, madurez celular, polifenoles extraíbles, antocianos totales y alcohol probable, no diferenciaron significativamente entre tratamientos, al contrario, si hubo diferencias en la madurez de las pepitas, índice de polifenoles totales y antocianos extraíbles. En madurez de pepitas, el tratamiento poda mecánica (T1) se diferenció del resto de tratamientos con valores más elevados, asimismo ocurrió para el tratamiento poda mecánica con aclareo de racimos (T4) en el índice de polifenoles totales. Los antocianos extraíbles, en los tratamientos de poda manual a dos yema (T2), poda manual a una yema (T3) y poda mecánica con aclareo de racimos (T4), fueron significativamente superiores que en el tratamiento poda mecánica (T1).

En cuanto a los resultados sobre los vinos, en este trabajo no hubo diferencias significativas en el pH, acidez total, polifenoles totales, antocianos, taninos e índice colorante; sin embargo el grado alcohólico fue superior en el tratamiento con poda manual a una yema (T3), sin diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en mostos y vinos, con la salvedad de algunos parámetros marcados en madurez tecnológica, donde el tratamiento (T4), poda mecánica con aclareo de racimos, obtuvo mayor cantidad en sólidos solubles y menor acidez; en madurez fenólica más maduración de pepitas en el tratamiento poda mecánica (T1), mayor índice de polifenoles en la poda mecánica con aclareo de racimos (T4) y antocianos totales y extraíbles e inferiores en el tratamiento poda mecánica (T1). El mayor grado alcohólico se obtuvo en el tratamiento poda mecánica con aclareo de racimos (T4).

Puede afirmarse, que la estrategia de podar manualmente a dos yemas a las podas mecánicas (T1) y (T4) en el tercer año (2006), y posterior poda mecánica en el cuarto año (2007); fue positiva, al no observarse desviación significativa en los resultados de los años posteriores.

Los resultados obtenidos nos indican, en las condiciones del viñedo objeto de estudio, que se podría sustituir la operación tradicional de poda manual por la poda mecanizada con pre-podadora, sin que las cepas decaigan ni en fertilidad de las yemas, ni en producción, mejorando algunos parámetros de calidad en mostos y vinos, al aplicar aclareo de racimos, al menos en los cinco años analizados.

Palabras claves: vid, poda mecánica, fertilidad, producción, calidad.

ABSTRACT

Pruning is one of the main vine growing operations which contributes to the production costs. This statement was addressed, as proven by others, developing a trial in a vineyard (cv. Tempranillo) where the effect of manual pruning with different load and mechanical pruning with and without clusters clarify was studied on actual fertility, potential fertility, production kg / strain; besides technological maturity: pH, soluble solids and total acidity, phenolic maturity: pH, acidity, sugars, maturity, polyphenols and anthocyanins; and in wine: alcohol content, acidity, pH, polyphenols, anthocyanins, tannins and color intensity in (cv Tempranillo.). The experimental vineyard was in commercial field conditions with trellis conduction system and drip irrigation located in the "Miraflores" farm in the town of Lobón (Badajoz), over a period of four years (2004-2008).

The experiment was carried out with four treatments: mechanical pruning (T1), manual pruning with two buds (T2), manual pruning with one bud (T3) and mechanical pruning with clusters clarify (T4). In the third year (2006), pruning conversion in mechanical pruning treatments (T1) and (T4) was performed, so that their state was similar to the previous year at the beginning of the experiment.

Agronomic. The potential and actual fertility was higher in manual pruning treatments with one and two buds (T2) and (T3), Than in mechanical pruning (T1) and mechanical pruning with cluster clarify (T4) and the number of buds buds sprouted views regarding the buds int sight turned out that the ratio was 1/1 in mechanical pruning (T1) and (T4), in manual pruning in two buds in sight (T2) stop sprouting 0,5 buds and in manual pruning in a bud (T1), due to the severity of the pruning the plant responds tripling effect, practically, the number of buds in sight left.

The treatment (T2), manual pruning in two buds was the one that produced the heavierst clusters, followed by treatment (T3), manual pruning yolk, and finally the mechanical pruning with and without clusters clarify (T1) and (T4).

The mechanical pruning treatment (T1) provided an average yield of 21860.00 kg, followed by manual pruning to two buds (T2) 20,924.72 kg and manual pruning in a bud (T3) 17850 kg. In the case of mechanical pruning with clusters clarify (T4), the average output was 12,259 kg.

On the other hand the number of bunches per vine was much higher in mechanized pruning (T1) than the other treatments (T2) and (T3), about 30%; and 25% lower in the average weight of the bunches.

Technological maturity. No significant differences between treatments for pH parameter were found. The treatment (T4), mechanical pruning with clusters clarify generated unfermented grape juice with lower total acidity and of soluble solids greater concentration than other treatments, with no significant difference among all treatments.

Phenolic maturity. The parameters studied in phenolic maturity for the different types of pruning analyzed: weight of 50 berries, soluble solids concentration, density, tartaric acid, malic acid, total acidity, cell maturity, extractable polyphenols, total anthocyanins and probable alcohol, had not significant differences; if among all treatments; on the contrary there were some differences in the maturity of the pips, total polyphenol index and removable anthocyanins. In mature seeds, the mechanical pruning treatment (T1) was different from other treatments with higher values, like this came to the mechanical pruning with clusters clarify treatment (T4) in the total polyphenol index. Removable anthocyanins in manual pruning treatments two bud (T2), manual in a bud (T3) and mechanical pruning crop thinning (T4) pruning, were higher than in the mechanical pruning treatment (T1).

Wines. In this study there was no significant difference for pH, total acidity, total polyphenols, anthocyanins, tannins and coloring index; however the alcohol content was higher in the manual pruning treatments in a bud (T3), with no significant differences among the four treatments.

No significant differences were found between treatments whit unfermented grape juice and wines, with the exception of some parameters set in technological maturity, where treatment (T4), mechanical pruning with clusters clarify, won more in soluble solids and lower acidity; in phenolic maturity more seeds maturation in mechanical pruning treatment (T1), higher rate of polyphenols in mechanical pruning with clusters clarify (T4) and total and extractable and lower anthocyanies in mechanical pruning treatment (T1) anthocyanins. The higher alcohol content was obtained in the mechanical pruning with clusters clarify treatment (T4).

The results indicate, in the conditions of the vineyard under study, that the traditional manual pruning operation mechanized pruning could be replace by with pre-mower without the vines decay or fertility, or production, improving some quality parameters of unfermented grape juice and wines by applying cluster clarify, at least in the five years analyzed.

Key words: vine, pruning mechanics, fertility, production, quality.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA VID

Según Picornell and Melero (2012) la vid (*Vitis vinifera* L.), podría definirse como un arbusto o planta leñosa trepadora, caducifolia, que se cultiva por sus frutos comestibles y vinificables. Se cultiva en climas templados de todo el mundo (Sánchez-Monge, 2001).

Picornell and Melero (2012), clasifican la vid como una planta que pertenece al subgénero *Euvitis* comprendiendo unas 30 especies. Estas especies se pueden agrupar en tres grandes grupos: vides asiáticas (*Vitis romaneti*, *Vitis lanata* y *Vitis amurensis*); vides americanas (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri*, *Vitis lambrusca* y *Vitis cordifolia*); y vides europeas (*Vitis vinifera*). La especie (*Vitis vinifera* L.), es la especie que mayores y mejores cualidades presenta para la producción de vino, uvas de mesa y uvas pasas, comprendiendo millares de variedades que son el resultado de cruzamientos naturales y dirigidos. Además, expone que mediante selección natural se han eliminado aquellas especies inadaptadas al medio y se ha escogido las que mejor se ajustan a las necesidades de la viticultura.

Más de la mitad de la vid plantada en el mundo se encuentra en Europa, aunque en el resto de continentes están experimentando una subida de la superficie plantada, (Picornell and Melero, 2012).

A nivel mundial se reduce la superficie de viñedo alrededor de 20.000/30.000 ha al año. Se observa un desplazamiento de viñedo desde los países de la UE de 27, que pierden unas 30.000 ha al año, hacia los países de fuera de la UE de 27 que, aunque han ralentizado su crecimiento, ganan unas 10.000 ha al año, (Lissarrague, and Martínez de Toda, 2014).

Para la Organización Internacional de la Viña y el Vino (2012), el descenso de la superficie cultivada incidió en la caída de la producción, que se situó en los 260 millones de hl en el año 2010, 11,2 millones menos que en 2009. Dentro de los

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

principales países viticultores fuera de la UE destacan: Turquía, China, Estados Unidos, Argentina, Chile, Brasil, Suráfrica, Australia, Nueva Zelanda, Rusia y Suiza (Figura 1). Muchas de estos países con alto potencial vitícolas, poseen con un amplio desarrollo tecnológico en la industria del vino, compitiendo en el mercado internacional para lograr vinos de alta calidad. Argentina, Chile y Estados Unidos han mantenido la superficie de viñedos, mientras que Brasil, China y Nueva Zelanda la han incrementado en un 1%, la redujeron Australia en un 3%, Sudáfrica en un 1%. Asia produce una gran cantidad de uva para productos no vinificados, siendo Irán, Turquía y Siria los países que más viñedo han plantado junto a China. En África destacan Egipto y Suráfrica como países con más superficie vitícola. En Suramérica sigue aumentando la superficie de viñedo en un 1,5% debido sobre todos a los países de Argentina, Brasil y Chile.

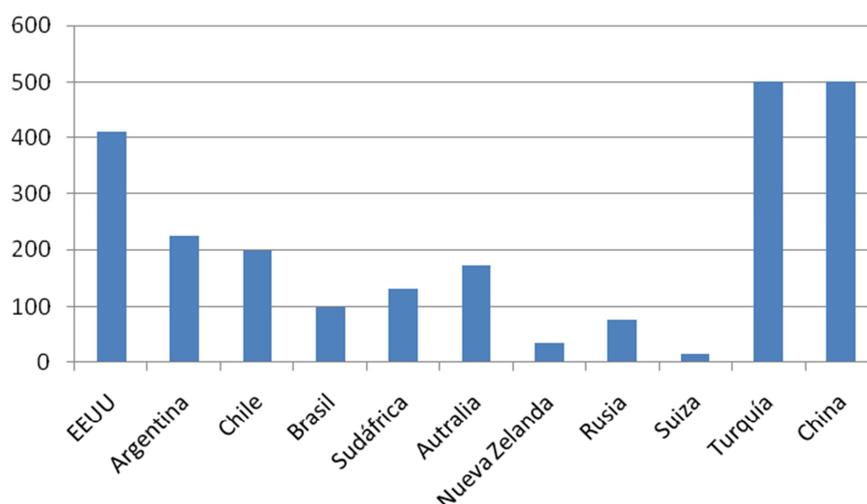


Figura 1. Superficie de viñedo en países con tradición vitícola en el mundo en (mha).
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OIV (2012)

Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014), el potencial de producción vitícola de la UE ascienden a 3.511.264 ha. España es el Estado Miembro que cuenta con más superficie seguido de Francia e Italia. Entre los tres países alcanzan casi el 75% del total de la UE. El potencial vitícola en los principales países productores de la UE se reparte de manera similar en España, Francia e Italia, donde la superficie plantada supone más del 90% del total, solo en países como Bulgaria o Austria la superficie plantada supone menos del 80% del

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

total de su potencial vitícola, el resto del potencial productivo corresponde a derechos de plantación de viñedo aún sin plantar. Casi todos los Estados Miembros han visto reducido su potencial vitícola desde la campaña 2000/2001 en 400.215 has para la UE-8, destacando los casos de España que se ha visto reducido en 170.550 ha (43% del total), Italia en 125.965 ha (31%) y Francia en 76.562 ha (19%). Pero ese descenso ha sido más acusado desde la campaña 2007/2008. La superficie plantada de viñedo de uva de vinificación de la UE asciende a de 3.221.810 ha. Destaca España con 957.573 ha, casi el 30% del total de la UE, seguida por Francia, con 804.831 ha (25%) e Italia, con 646.486 ha (20%) del total comunitario; estos tres países juntos, representan casi el 75% de la superficie plantada de viñedo de la UE, y junto con Rumania, Portugal y Alemania alcanzan el 85% (Figura 2). Desde la campaña 2007/2008, se ha experimentado un descenso importante de la superficie plantada de viñedo en la UE donde se han perdido 327.928 ha. La mitad de la superficie de viñedo desaparecida tiene su origen en el régimen de arranque con prima aplicado en la UE desde 2009-2012, así como respecto al inventario de 2012, la superficie plantada de viñedo de uva para vinificación en la UE se ha reducido en 14.273 ha.

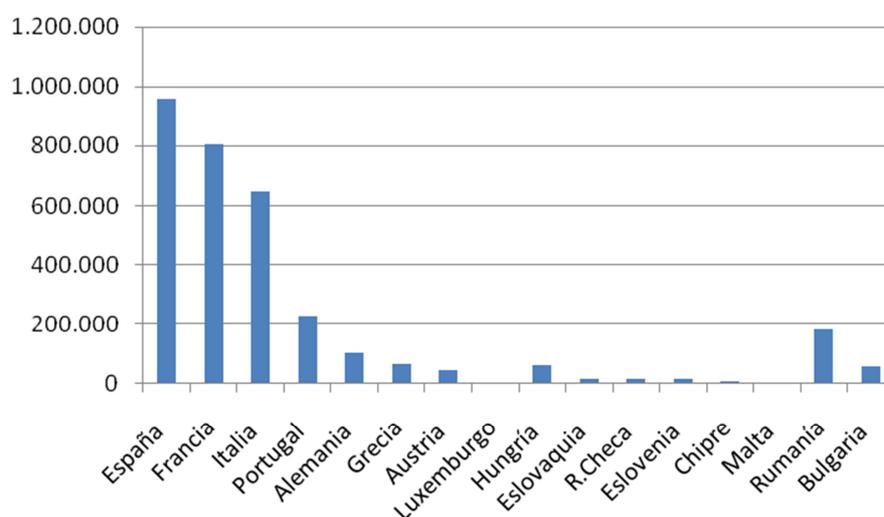


Figura 2. Superficie de viñedo en países con tradición vitícola en Europa (ha).
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OIV (2012)

La superficie de viñedo en España ha sufrido una importante disminución (Figura 3), sobre todo a causa del arranque de cepas en la Unión Europea para adaptarse

a las disposiciones de la Organización Común del Mercado Vitivinícola (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014).

Lissarrague *and* Martínez de Toda (2014) en un informe que les fue solicitado por la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), determinaron que la superficie vitícola española, en torno a la campaña 2008/2009, se reducía alrededor de las 10.000 ha al año, debido a la autorización de arranque con ayudas comunitarias de 43.534 ha. Se detalla en el informe un desplazamiento de las zonas de producción desde regiones en las que disminuye, de manera importante, la superficie de viñedo que, por orden de importancia son las siguientes: Castilla–La Mancha, Valencia, Aragón, Extremadura, Murcia y Navarra, hacia regiones en las que aumenta, aunque en menor medida dicha superficie, entre las que destaca la Denominación de Origen Clasificada de La Rioja, especialmente por la autorización de plantación de 2.500 nuevas hectáreas de variedades blancas en el año 2010.

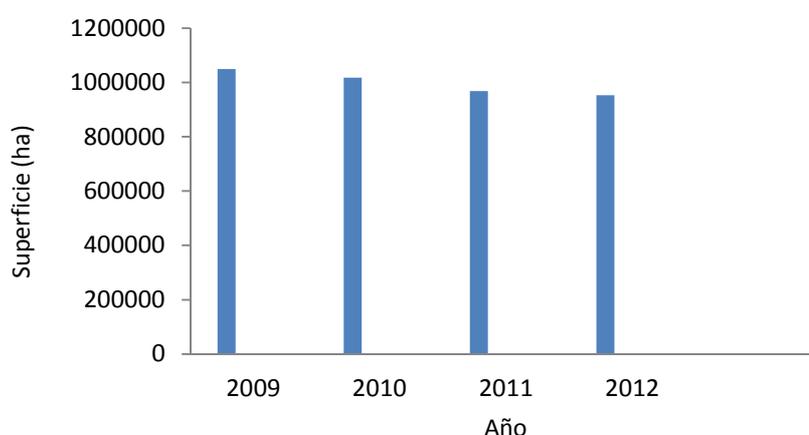


Figura 3. Evolución de la superficie de viñedo en España (ha).
Fuente: Elaboración propia con base en datos del MAGRAMA (2014)

La distribución de la superficie en España (Figura 4), nos revela grandes diferencias regionales. Aproximadamente, tres cuartas partes de viña se encuentran en secano, lo que supone unas 740.498 ha, mientras que el resto se cultivan en regadío. La mayoría de las parcelas regadas se hacen mediante riego localizado seguido por aspersión y gravedad.

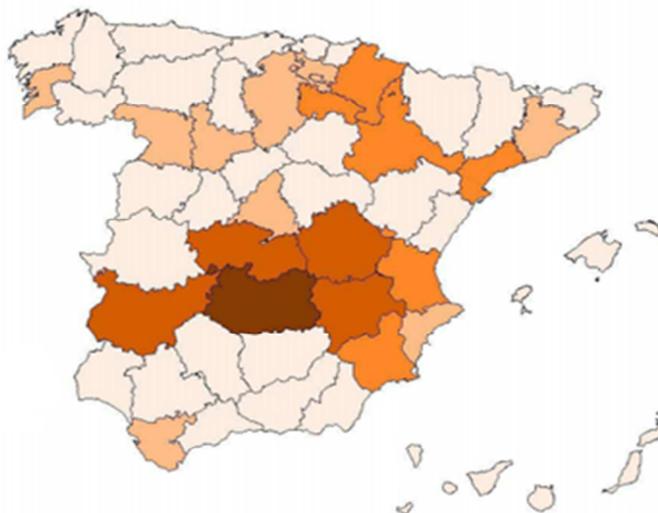


Figura 4. Distribución de la superficie de viñedo en España por provincia.
Fuente MAGRAMA (2014)

La distribución por autonomía de la superficie vitícola en España se detalla en la Figura 5 y las variedades más destacadas según el porcentaje de ocupación sobre el total de superficie en España se detallan en la Figura 6 (Organización Internacional de la Viña y el Vino, 2012).

Estudios realizados por la Asociación Empresarial de Bodegas de Vinos de España (2012), establecen que la mayor parte de la superficie plantada con vid son variedades autóctonas, mientras que las foráneas ocupan una superficie mínima. El 96% de la producción de uva es destinada a la vinificación, tan sólo el 3% se destina a su consumo en fresco y, el resto, 1% para pasificación y viveros.

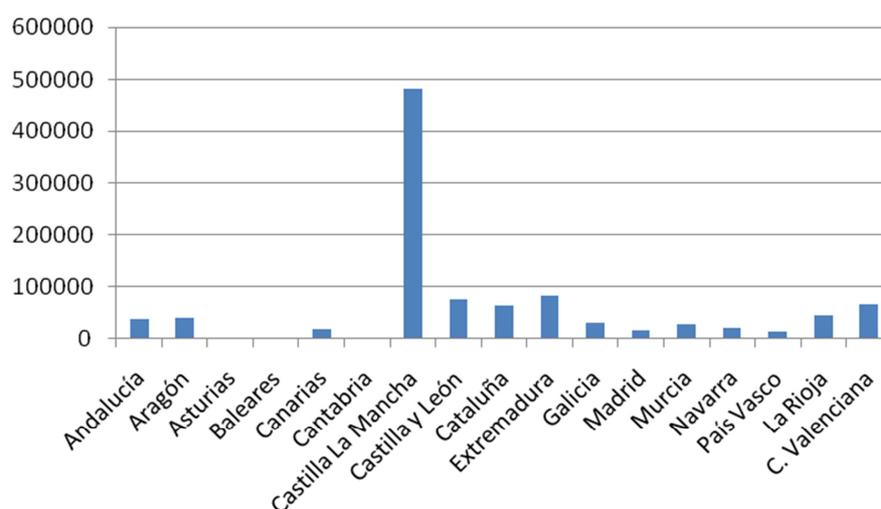


Figura 5. Superficie vitícola por CC.AA (ha).
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OIV (2012)

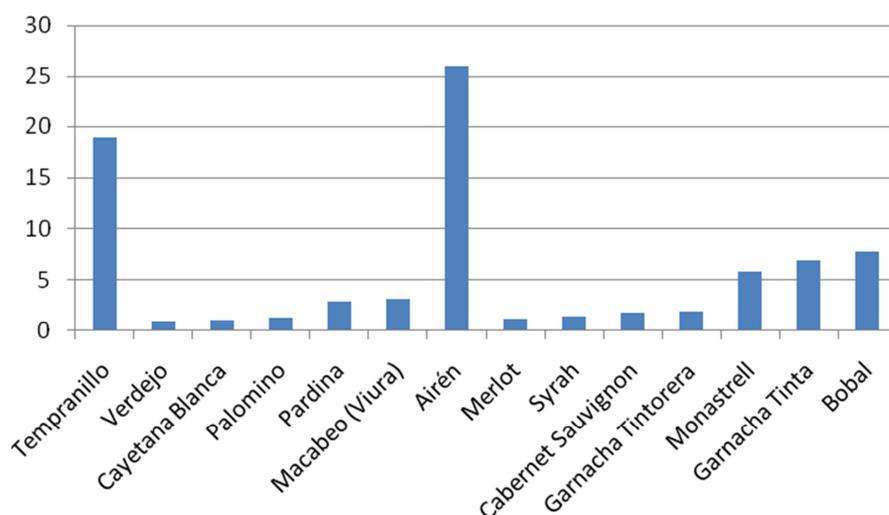


Figura 6. (%) Superficie vitícola en España por Variedades
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OIV (2012)

La viticultura actual, en todo el mundo, se enfrenta a una crisis muy profunda que se refleja en los bajos precios de venta de la uva y que hace indispensable la reducción de los costes de producción, por lo menos para determinados mercados, OIV *Vine and Wine Outlook* (2010-2011).

En España la viticultura, al igual que en el resto del mundo, pasa actualmente por una mala situación en cuanto a su rentabilidad, siendo los motivos principales los

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

precios bajos de la uva, competencias muy fuertes en el mercado del vino de países emergentes (Argentina, Sudáfrica, Australia, Chile) y elevados costes de cultivo, que hace que la viticultura española sea menos competitiva en relación a viticulturas de otros países; por lo que disminuir los costes de cultivo debe de ser una prioridad sin menos cabo de la calidad de la uva y el vino (Fernández, 2011).

Entre las diferentes técnicas de cultivo del viñedo donde se podría abordar la estrategia de minimizar costes, son: la poda, operaciones en verde y la cosecha, sobre todo por sus grandes necesidades de mano de obra y por su incidencia directa en los costes de producción (Martínez de Toda, 2010).

Se ha evolucionado en las técnicas utilizadas antes y después de la poda, pre poda y tratamiento de la madera, respectivamente; pero no en la operación específica de la poda (Martínez de Toda, 1995).

1.2. EFECTOS DE LA PODA DE LA VID, SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y COSTES DE CULTIVO

Aliquó, Catania *and* Aguado (2010) establecieron que la práctica de la poda consiste en la eliminación de partes vivas de la planta (*sarmientos, brazos, partes del tronco, partes herbáceas, etc...*), con el fin de modificar el hábito de crecimiento natural de la cepa, adecuándola a las necesidades del viticultor.

La vid fructifica en los pámpanos de un año, generalmente nacidos sobre madera del año anterior. Con la poda se limita el número y longitudes de los sarmientos. De esta manera se efectúa un balance entre su vigor y producción, regulando esta última tanto en cantidad como en calidad. Una poda normal equilibrada, es aquella que logra la mayor producción de frutos sin provocar el debilitamiento de la cepa (Hidalgo, 1993 b).

Según Hidalgo (1999 a y b), los pámpanos que nacen sobre madera vieja de dos o más años, denominados chupones, tienen su origen en yemas latentes y pueden ser frutales o no, según la fertilidad de estas yemas. Las yemas terminales de un sarmiento en posición vertical, son las que desarrollan mejores pámpanos por razones nutricionales y hormonales (acrotonía e inhibición correlativa). Los

sarmientos de mediano vigor son los más fructíferos. Los excesivamente vigorosos y los débiles presentan yemas poco diferenciadas, debido en ocasiones, a un exceso o déficit nutricional. El vigor de los pámpanos de una planta es inversamente proporcional al número de estos y a la cantidad de los frutos.

Determinar el nivel adecuado de carga para unas condiciones edafoclimáticas, es un aspecto importante para conseguir el resultado deseado de producción y calidad a lo largo de los años, sin dar lugar a un desequilibrio en la planta, con consecuencias negativas como el envejecimiento prematuro de la viña, o fenómenos de vecería (Komm *and* Moyer, 2015).

La vid con la poda de invierno, consigue aumentar su vida útil debido a la renovación de material vegetativo, además de formar a la planta de acuerdo al espacio que va a ocupar, la densidad de plantación, sistema de conducción y la cantidad de yemas de acuerdo a la capacidad de la cepa, es decir el potencial de crecimiento respecto al desarrollo que cada planta posee (Almanza, Camacho *and* Balaguera, 2012).

La capacidad de una planta (producción total de fruto y madera) depende de su actividad fotosintética. Como ésta tiene lugar casi exclusivamente en las hojas del vegetal, resulta que la capacidad está estrechamente vinculada con la superficie foliar. La poda debe adecuarse por lo tanto al hábito de fructificación de la variedad como así también a la capacidad de la planta. La poda y la producción de frutos, por separado y en conjunto, reducen la capacidad de la planta, esto es; una poda intensa reduce el número de hojas y como consecuencias, la elaboración de sustancias nutritivas por fotosíntesis. Una producción excesiva de frutos demanda gran cantidad de sustancias nutritivas, disminuye entonces las reservas que de la cepa necesita para alcanzar una brotación, floración y cuaje normales la temporada siguiente (Baeza *et al.*, 1999).

En definitiva, con la poda se persigue: contribuir a establecer la forma de la planta, según el sistema de conducción elegido, y su posterior mantenimiento a fin de lograr la mayor operatividad y eficiencia en las labores propias del cultivo, reducir el envejecimiento de la cepa mediante la renovación de sus partes, seleccionar

yemas fértiles, limitar el número de yemas a fin de mantener el necesario equilibrio entre la producción de frutos y la producción de madera, lo que permitirá asegurar una capacidad adecuada de la planta, distribuir armónicamente las unidades de carga en la planta (pitones y cargadores), según su capacidad (cantidad total de frutos y madera obtenidos), para mantener producciones adecuadas y uniformes en el tiempo y por último regular el número de brotes y por lo tanto el número y tamaño de los racimos. Puede, en este sentido observarse dos situaciones extremas y una media: una buena cantidad de sarmientos, con vigor normal y maduros dará la idea de una poda anterior balanceada y ajustada a la capacidad de la planta, por lo cual deberá mantenerse el mismo número de nudos que el año anterior, pero si los sarmientos son pocos, demasiados vigorosos, largos y gruesos, aunque maduros y además se han desarrollado numerosos chupones, debe suponerse que la poda anterior fue pobre. En estas condiciones la planta orientó su actividad hacia la producción de madera, en razón de no haber tenido la posibilidad de fructificar normalmente por falta de yemas, por lo tanto la nueva poda deberá ser más rica. En el lado opuesto si la cepa manifiesta debilidad, con sarmientos cortos y delgados, se tendrá la evidencia de una poda anterior excesivamente rica que produjo demasiados frutos y que rompió el equilibrio que debe de existir ente estas producciones. Para restituirlos, se deberá hacer un poda pobre, disminuyendo el número de yemas. Por lo tanto la decisión respecto a la riqueza de poda que se deje cada año dependerá de cómo evaluemos el balance del crecimiento vegetativo y productivo del ciclo anterior (Aliquó *et al.*, 2010).

Champagnol (1984), sostuvo que la poda invernal determina la relación entre hojas y racimos, por lo que incide en los rendimientos del viñedo y en la composición de las uvas. La capacidad fotosintética determinada por el número y posición de la hoja condiciona la producción. Cuanto más severa sea la poda, menor superficie de área foliar, y vice-versa.

Unos de los indicadores utilizados en la poda de la vid de acuerdo a su capacidad productiva, es el número de yemas dejadas por cepa (Hidalgo, 1999 a y b), sin embargo García (2009), determinó que aplicando la poda mecánica en el cultivo del viñedo, el número de yemas dejadas no es un factor tan crítico o decisivo para

la producción de uva, como se considera en la poda tradicional, debido a que la planta con una alta carga de yemas, tiende a autorregularse.

Hidalgo (1999 a y b), determinó que es evidente que la producción tiene una relación directa con la fertilidad del cultivar, así como con el tipo de poda practicado. A nivel de yemas, denominó fertilidad al número de inflorescencias que en ella se diferencian en un periodo vegetativo. Esta fertilidad se expresará en el ciclo vegetativo siguiente al de su diferenciación.

Asimismo, Aguado (2014), explicó en su trabajo titulado “La vid. Organigrafía y Fisiología”, que la poda es un factor determinante en la fertilidad de las yemas productivas y que la producción de una cepa depende del número de yemas dejadas en la poda y de la fertilidad de éstas; influyendo la capacidad de desborre de las yemas, el tamaño de las inflorescencias, número de flores y el porcentaje de cuajado. La fertilidad de las yemas dependerá de la naturaleza de la yema y de los conos principales si son más fértiles que los secundarios, asimismo señala que las yemas anticipadas son menos fértiles que las yemas normales, que influye su posición en el pámpano, la fertilidad de las yemas aumenta desde las situadas en la base hasta la zona media del pámpano y posteriormente vuelve a decrecer. Es frecuente que las yemas de la corona no tengan diferenciados racimos, excepto en cultivares muy fértiles como es el caso de Airén. Algunas variedades no diferencian racimos o no de suficiente tamaño en las yemas de los primeros nudos; en estos cultivares es obligado dejar sarmientos largos (varas) en la poda invernal, para asegurar la rentabilidad del cultivo. En el desarrollo vegetativo del pámpano, en general las mayores fertilidades se obtienen en pámpanos de vigor medio. Igualmente determina que las condiciones ambientales influyen en la diferenciación floral, justamente en la fase de diferenciación de las inflorescencias, sobre todo por la iluminación.

Según el estudio de Reyes, *et al.* (2004), se determinó que la fertilidad de las yemas de las variedades uva blanca: Gual, Marmajuelo, Listán Blanco, Verdello, Moscatel y Vijariego; y seis variedades de uva tinta: Caíño, Garnacha Tintorera, Listán Negro, Negramolle, Ruby Cabernet y Tempranillo, según su posición o rango en los sarmientos, fluctuaban según su rango o posición en el sarmiento. La

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

fertilidad de las yemas crece desde la base, yema ciega, hacia la yema de rango 3 en el sarmiento, a partir de la cual hay un pequeño descenso. Las yemas ciegas y de rango 1 también son fructíferas en menor medida. En las variedades de uva para vinificación blancas, se delimitaron tres grupos con referencia al vigor: bajo para la variedad Vijariego y Gual, medio para Marmajuelo y Moscatel, y vigoroso para Verdello y Listán Blanco. En las variedades de uva tinta para vinificación también se dividen en tres grupos según el vigor: bajo para Garnacha Tintorera y Ruby Cabernet, medio para Negramolle y Listán Negro, y vigoroso para Cañño y Tempranillo. Los coeficientes de correlación entre la fertilidad (capacidad productiva) y el diámetro de los sarmientos son muy bajos, lo que indica que para las condiciones de la zona de estudio, norte de Tenerife, no existió correlación entre el vigor de una vara o pulgar y el número de racimos que pudiese producir.

Precisamente, de todas las operaciones culturales que se realizan en el cultivo del viñedo, la única operación que se resiste a ser en su totalidad mecanizada en los cultivos arbóreos es la de la poda, puesto que ya las labores al suelo se sustituyen por el no laboreo con herbicidas o cubiertas vegetales, además de la aplicación de tratamientos fitosanitarios y recolección, en el caso de la vid para vinificación, se han mecanizado. Los estudios sobre la aplicación de poda mecanizada en el cultivo del viñedo se han hecho necesarios (Andreu and Núñez, 2.004).

El fundamento de la poda mecánica consiste en hacer una poda invernal definitiva, ligada a poda corta. El equipo utilizado es la prepodadora, realizando un corte no selectivo de los sarmientos por encima de las yemas de segundo rango, lo que significa en la mayoría de los casos, a una altura aproximada de 20 cm sobre la horizontal de los brazos. La práctica de poda mecanizada con prepodadora, tiene su inicio, auge y desarrollo en países caracterizados por la nueva viticultura, es decir, países sin una gran tradición vitícola, que tiende a disminuir la dependencia de la mano de obra, cada vez más cara, menos especializada y más difícil de conseguir. Se trata de una alternativa a la forma tradicional de realizar la poda, tal y como se entiende en el entorno vitícola, enmarcándose dentro de la tendencia actual hacia la mecanización del cultivo para intentar una mayor racionalización del trabajo (Martínez de Toda, 1989 a y b).

Se estudió por Martínez de Toda *and* Sancha (1992) la influencia de la poda manual y la poda mínima sobre la producción de uva, sólidos solubles, producción de materia seca y superficie foliar en la variedad Garnacha Tinta, en La Rioja, a lo largo de un período de nueve años (1988-1996). La poda mínima consistió en cortar los extremos de la vegetación, aproximadamente a 30 cm del suelo, cuando se aproximan a este abriéndose hacia la calle, para facilitar las operaciones de cultivo; es una intervención tan mínima que se puede calificar de no poda ya que no afecta más que a una pequeña proporción de la vegetación. El tratamiento de poda mínima mostró, significativamente, mayor producción de uva, de azúcar y de materia seca que el tratamiento de poda manual. El contenido en sólidos solubles fue menor para la poda mínima aunque no llegan a existir diferencias significativas.

En un ensayo desarrollado por Andreu *and* Núñez (2004), compararon el empleo de poda mecánica frente a poda manual en un viñedo durante los años (1998-2002). La parcela estuvo situada en la DO Cariñena. El estudio se realizó sobre cuatro variedades: Granacha, Tempranillo y Mazuela como tintas, y Macabeo como blanca. El sistema de formación era el doble cordón Royat. De cada variedad señalada controlaron una parcela elemental podada de forma habitual en la zona y otra paralela en la que se realiza la poda mecánica, tratando de que los cortes se hagan lo más próximos a los brazos. En el caso de la poda mecánica tuvieron que retrasar la vendimia entrono a quince días con el fin de que alcanzara la madurez. El objetivo consistió en estudiar y comparar plantas testigo con poda manual realizada según el uso de la zona, frente a la poda mecánica de cada una de las cuatro variedades. Los resultados determinaron un incremento de la productividad unitaria por cepa con el sistema de poda mecánica respecto a la poda manual, que para las variedades cultivas en Aragón fue Tempranillo 37%, Garnacha 70%, Mazuela 50% y Macabeo 19%. En cuanto al número de racimos por cepa, cabe destacar que el sistema de poda mecánica aumentó significativamente su número, lo que haría inviable una vendimia manual. Los incrementos para la variedades más significativas son en Garnacha 77%, Tempranillo 39%, Mazuela 4% y Macabeo 7%. Respecto al peso de los racimos en el conjunto de variedades, se observaron una disminución del método poda mecánica con respecto a la poda manual. En Garnacha el peso del racimo de poda mecánica disminuyó un 39% con

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

respecto a la poda manual, en Macabeo un 43%, en Tempranillo 27% y en Mazuela un 19%. Para medir el peso de las bayas, se utilizó el peso de cien bayas siendo menor los valores en la poda mecánica que en la poda manual, cifrándose la disminución con respecto a la poda manual en Macabeo un 24%, en Garnacha un 12%, en Mazuela 5% y en Tempranillo 12%. En azúcar medio como alcohol probable del mosto, se observó una ligera disminución de lo obtenido en los grupos de poda mecánica con respecto a los podados manualmente, aunque se retrasó la vendimia entre siete y quince días en los de poda mecánica. Los promedios de disminución del grado alcohólico fue para las variedades podadas mecánicamente, con los siguientes porcentajes: Tempranillo 2%, Garnacha 7%, Mazuela 7% y Macabeo 8%. Se observó además que las variedades podadas mecánicamente brotaron antes que las podadas manualmente.

Con el interés de conocer hasta donde es capaz el viñedo de mantener su capacidad productiva y vegetativa, sin un exceso de decaimiento prematuro, Martínez de Toda (1995), comprobó en un ensayo durante ocho años, que la vid no sólo es capaz de sobrevivir un largo período de tiempo sin poda, sino que, además, mantiene los niveles de producción y de alcohol probable constantes año tras año, debido a su alta capacidad de autorregulación productiva-vegetativa, con autolimitación de brotes efectivos y eliminación de nietos y chupones, equilibrio de la producción a lo largo del tiempo debido a que hay un mayor número de puntos en brotación y por lo tanto mejor distribución de la vegetación en el espacio. En este ensayo, además del estudio del comportamiento de la poda mínima, utilizó otros métodos de poda: poda mecánica y poda cero. Observó que el peso del sarmiento, en el caso de la poda mecánica, se redujo el 40% respecto del testigo o poda manual, consiguiendo un índice de Ravaz adecuado, mejorando el equilibrio entra la producción de uva y la madera de poda, con un mejor rendimiento fisiológico de la planta. Asimismo determinó que el índice de Ravaz (F/V: producción de uva/producción de madera) representó el doble en la poda mecánica que en el testigo o poda manual (6,28 frente a 3,09). Este índice en el tratamiento de poda mecánica, aunque es elevado, se mantiene en un nivel muy adecuado, además, se puede definir esta práctica como una defensa indirecta frente a las heladas, ya que si se hielan las primeras yemas brotadas, debido a la acrotonía;

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

aún quedarían yemas pendientes de brotación. Además hay que considerar que la maquinaria es sencilla, barata y puede coincidir, en muchos casos, con la maquinaria de prepodadora y/o despunte (Fotografías 1 y 1bis).



Fotografía 1. 1 bis. Equipos de prepoda (espaldera y vaso)
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, Martínez de Toda (1995), mantuvo, que al realizar poda mecánica en la vid, los primeros años son de alta producción de uvas, no brotando todas las yemas dejadas en la poda invernal. Además determinó que la floración coincidió con la máxima superficie foliar activa, unido a un menor vigor por pámpano, tendiendo a disminuir el corrimiento fisiológico. Con la poda mecánica siempre quedó la posibilidad de retornar hacia la poda manual, es por tanto un proceso reversible que no registra pérdidas significativas en la calidad del producto final, así también lo afirman (Cargnello *and* Lisa, 1982).

Con la poda mecánica se obtienen racimos más pequeños y granos más sueltos, así como bayas de menor tamaño, lo que proporciona una ventaja considerable frente a enfermedades criptogámicas. Esto supone una mejor relación superficie/volumen en términos enológicos, consiguiendo vinos de calidad muy aceptable; además la vid responde al someterla a poda mecánica, año tras año, dando una producción de alcohol probable comparable al testigo (poda manual) y superior en muchos casos (Martínez de Toda, 1995).

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

Considerando lo anteriormente expuesto, cabe destacar que la viticultura, se trata de un subsector agrario muy social por el elevado consumo de mano de obra y sobre todo especializada. Actualmente, las tecnologías que se han ido poniendo a punto, sustituyen en buena parte a la mano de obra, a través de la mecanización de casi todas las operaciones agrícolas, con el propósito principal de minimizar los costes de producción.

Martínez de Toda (1995), en su publicación, explica la importancia que tiene la utilización de nuevas técnicas en el cultivo del viñedo, sobre todo para la búsqueda de la minimización de los costes de producción utilizando podas mecanizadas.

En un trabajo sobre costes de cultivo en la vid, Andreu *and* Núñez (2004), establecieron que la labor de poda manual de un viñedo adulto requiere unas cuarenta horas por hectárea y aproximadamente unas dos horas de un equipo mecánico en la recogida y eliminación de sarmientos, lo que unido a la escasez de mano de obra cualificada para realizar las labores, hace cada vez más necesaria la búsqueda de sistemas alternativos de producción. Un viñedo que se poda y se vendimia mecánicamente, puede alcanzar un ahorro de mano de obra de un 70%., sobre los costes que tendría con la ejecución con labores tradicionales.

Fernández (2011) determinó que las necesidades de mano de obra específica en el cultivo de la vid son: la poda, el espergurado, la vendimia (en el caso de sistemas de formación en vaso) y el aclareo de racimos. La mano de obra es el principal componente de los costes, ya que representa alrededor del 40% del total. Además, en el análisis de sensibilidad de este estudio, se concluyó que producir alrededor a 6.000 kg/ha en viñedo en vaso, tendría unas necesidades de mano de obra que rondaría los 1.000 € en vaso y 630 € en espaldera.

En el estudio realizado sobre las técnicas de cultivo orientadas a la rentabilidad del viñedo, Yuste (2013), señaló que los costes unitarios de producción de la poda de invierno y poda en verde rondaron el 36%, siendo un 25 % sobre el total de costes los correspondientes a la poda en seco. Igualmente sostuvo que la realización de la poda mecánica supone un abaratamiento de los costes de cultivo de aproximadamente 0,03 €/kg.

Existe una alta dificultad para disponer de la suficiente mano de obra especializada en poda de vid, principalmente en zonas de grandes superficies de viñedo, considerando además que el coste en horas de la operación de poda manual tradicional asciende a 40 horas/ha, frente a las 3 horas/ha de la poda mecánica, hace que los viticultores y técnicos tengan que buscar soluciones o alternativas menos costosas. Además, en el caso del viñedo instalado con sistema de conducción en espaldera, y optando por la mecanización de la vendimia y la poda, éste podría ser cultivado con unas necesidades de mano de obra por hectárea de aproximadamente 130 hora/año, pudiendo llegar a reducir el tiempo de dedicación al cultivo, en mano de obra, respecto al sistema tradicional en un 69% (Martínez de Toda, 1995), por lo tanto la aplicación ideal de estos tipos de poda debería hacerse en viñedos cuya conducción, además permitiera una vendimia mecanizada para tener viñedos íntegramente mecanizados, pudiendo prescindir de las operaciones en verde, espergurado, despunte y desnietado, ya que no son necesarias debido a la autorregulación que muestra la planta.

Archer *and* Schalkwyk (2007), estudiaron la aplicación de diferentes técnicas de poda sobre nueve variedades de vid para vinificación durante los años (2000–2004), con el objetivo entre otros, de conocer las diferencias entre los costes de producción al aplicar diferentes modelos de poda. La experiencia se llevó a cabo en tres localidades diferentes, planteando tres ensayos donde se practicaron cuatro tipos de poda: poda manual, poda mecánica, poda mínima y poda cero. El trabajo se basó en el estudio del comportamiento y respuesta fisiológica de la operación de poda mecánica con prepodadora a 10 cm de los brazos, poda mínima a 30 cm del suelo sobre el ápice de los sarmientos y poda cero, frente a poda manual a dos yemas, en las variedades: Cabernet Sauvignon, Pinotage, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Merlot, Chenin blanc, Shiraz, Colombar y Ruby Cabernet. Los parámetros evaluados y comparados fueron los siguientes: composición de los mostos, caracteres morfológicos, calidad del vino y costes de producción. Se redujo el vigor y aumentó la producción de las podas mecánica, mínima y cero, frente a la poda manual. La calidad del vino no se redujo al practicar la poda mecánica, mínima y cero, respecto a la poda manual; e incluso en algunos casos la calidad del vino aumentó.

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

En la Tabla 1, se detallan los resultados de los insumos de trabajo para los diferentes métodos de poda en Cabernet Sauvignon durante el periodo (2000-2004), resultando un ahorro de mano de obra en horas entorno a un 70 %.

Tabla 1. Insumos de trabajo para diferentes métodos de poda

PODA	Horas (m.o./ha)
Manual	91,4
Mecánica	20,4
Mínima	0,7
Cero	0

Fuente: Elaboración propia. Datos en base a Archer *and* Schalkwyk (2007)

Como conclusión general de la publicación de Martínez de Toda (1999), queda asentado, que los resultados obtenidos en las experiencias de poda mecánica y poda manual, son lo suficientemente prometedores como para continuar con este tipo de estudios, con el objetivo de su posible aplicación práctica en muchas situaciones vitícolas.

1.3. EFECTO DE LA PODA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL ÁREA FOLIAR DEL VIÑEDO

El estado de la cubierta vegetal entendida como morfología, distribución, volumen, exposición solar y sanidad; determina la productividad potencial de una plantación de vid (Morris, 2007). La capacidad fotosintética está estrechamente relacionada con el estado de la cubierta vegetal y la intercepción de radiación, por lo tanto la estrategia utilizada en la poda de cada viñedo, es el punto de partida para obtener unos resultados determinados, derivados del comportamientos del área foliar durante el ciclo vegetativo (Reynolds *and* Wardle, 2001).

Uno de los indicadores utilizados en la valoración de la expresión vegetativa de las plantas es la superficie foliar. Conociendo este parámetro se podría medir la respuesta de la vid a los factores ambientales, además de poder calcular el índice de área foliar o la relación entre el área foliar y la producción, aplicando diferentes tipos de poda (López *et al.*, 2004). Por lo tanto se puede afirmar que la utilización de diferentes métodos de poda en el cultivo del viñedo, afecta directamente a la superficie foliar, así como a la expresión vegetativa.

Andreu *and* Núñez (2004) sostuvieron, que un mayor número de yemas de las cepas prepodadas produce una mayor superficie foliar inicial y una brotación más anticipada que las podas manuales, efecto que es importante en el momento de la floración, ya que se pueden evitar, en zonas cálidas, los golpes de calor en los periodos de fecundación. Más tarde, la superficie foliar se iguala con la de las podas manuales, aunque la menor superficie de estas últimas pudieran haber causado un peor cuajado del racimo.

Es erróneo también pensar, que un viñedo poco vigoroso es siempre ideal para producir mostos de alta calidad, así como se puede señalar que la aplicación sin control de la técnica del estrés hídrico puede llevar a una excesiva debilidad del viñedo y a una disfunción del metabolismo de las cepas que, finalmente, produce un efecto contrario al que se busca: poca acumulación de azúcares y de polifenoles (Ojeda *et al.*, 2002).

En un trabajo elaborado por Kaps *and* Cahoom (1992) sobre variedades de uva blanca, estudiaron el ajuste de la superficie de área foliar a la producción de uva, determinando que la relación (8 -12) cm² de superficie de área foliar por gramo de uva resultó ser el dato más favorable para obtener el máximo peso total de la cepa, mejor peso medio de la baya y °Brix; así como cuando se alcanzaron los 15 cm²/g hubo un aumento de hojas, diámetro de tallo y peso de raíz. En la calidad de los mostos no hubo diferencias significativas en lo relativo a pH y acidez total. Una reducción en la superficie del área foliar afecta directamente al crecimiento vegetativo, disminuye la concentración de sólidos solubles y el peso de la baya. La calidad de la uva y vino están íntimamente ligada a la carga de cosecha, expresada como área total o área foliar efectiva por unidad de producción. Como conclusión a

lo expuesto, los autores de este estudio determinaron que, los resultados obtenidos en distintos cultivares de vid de variedades blancas y zonas, indican que valores de (0,8-1,2) m² de superficie de área foliar por kilogramos de uva producida, son necesarios para obtener uvas de alta calidad.

Kliewer *and* Nick (2005) relacionaron en un estudio, la capacidad de fructificación de la vid, con el área foliar total y el porcentaje del área total de superficie de hojas expuestas. Consistió el trabajo en utilizar diferentes tipos de poda, podas cortas y largas, modificando el grado de defoliación y eliminación de racimos, en diferentes variedades y sistemas de conducción; concluyendo que con sistemas de conducción tipo enrejado que consistía en una doble cortina (GDC) sobre un plano horizontal, dividiendo la canopy en dos partes y con el objetivo de reducir la densidad foliar, los frutos reciban una mayor cantidad de luz solar. La relación superficie de área foliar respecto a la producción de uva ideal, fue de (0,8-1,2) m² de superficie de área foliar por kilogramo de uva conseguido en el sistema (GDC) con mayor carga de yemas, mientras que para el sistema de conducción en lira los valores fueron de (0,5–0,8) m² de superficie de área foliar por kilogramo de uva, con menor carga de yemas. En conclusión la superficie de área foliar depende del vigor de las plantas, el cual estuvo condicionado por el sistema de formación, conducción, así como del tipo de poda; incidiendo sobre los valores de superficie de área foliar total y expuesta, y como consecuencia afectando de forma directa a la producción de uva. La mayor superficie foliar por kilogramo de uva, fue la que ofreció mayor producción.

En un trabajo del investigador Kliewer (2009) denominado “Recientes Avances en el Manejo de la Canopy del Viñedo”, se describen diferentes experiencias relacionadas con la gestión de la vegetación en el viñedo, utilizando distintas técnicas. Se realizó un estudio profundo sobre la incidencia de la luz y la temperatura, sobre la síntesis y catabolismo de los azúcares, antocianos, ácidos orgánicos y aminoácidos, además del manejo del nitrógeno en el viñedo y el papel que juega en la síntesis de aminoácidos y su acumulación en las bayas. Demostraron la importancia que tiene el bueno o mal manejo de la densidad del área foliar, sobre todo en viñedos productivos para alcanzar la maduración

correcta, alta calidad del fruto y una correcta elaboración de los vinos. La cantidad de interceptación de radiación de los viñedos y el porcentaje de área foliar total expuesto al sol, son incidente en la dimensión de la masa foliar e influyentes en la asimilación de carbono y el uso del agua por el viñedo.

En un estudio sobre el desarrollo de la canopy en la vid, Buttrose (1966) determinó que el crecimiento vegetativo fue más rápido para aquellas plantas a las que se dejó mayor carga de yemas en la poda, justo en el momento en que el área foliar del brote alcanzaba los 50 cm². Las cepas con mayor número de tallos en crecimiento, caso de las plantas podadas mecánicamente, presentaron una mayor capacidad para aprovechar la radiación solar y asimilar CO₂. Aunque el crecimiento de los pámpanos fue más rápido en la poda mecánica que en la poda tradicional, la longitud de los sarmientos finales de las cepas podadas mecánicamente fue inferior a las cepas podadas de forma tradicional, consiguiéndose una mejor relación crecimiento-desarrollo de la planta en el primer caso. Vasconcelos *and* Castagnoli (2000), sostuvieron la importancia que tiene el mantener una buena canopy con el fin de tener una buena relación hoja/fruta.

Howell (2001) verificó que la relación área foliar/racimo, condiciona el microclima de los racimos, al ser determinante de la iluminación y ventilación de los mismos.

Asimismo, May *and* Clingekeffer (1977), determinaron que la superioridad del tratamiento de poda mínima, en cuanto a producción de uva, frente a la poda manual, fue debido a la mayor superficie foliar desarrollada a lo largo del ciclo vegetativo. Esta afirmación fue fruto de los resultados obtenidos en un ensayo de viñedo variedad Garnacha Tinta, localizado en Badarán, Rioja Alta, en condiciones de secano y con una precipitación anual media para todo el período estudiado de 487 mm. El tratamiento de poda manual consistió en dejar una carga de 14 yemas por cepa repartida en siete pulgares, como es tradicional en Rioja para esta variedad. Las producciones anuales fueron más heterogéneas en el tratamiento de poda mínima, siendo esa precisamente, una de las características de este tipo de podas, al ser mayor el número de yemas se limita menos la capacidad de la cepa para aprovechar las condiciones del medio; sin embargo la poda manual limitó esa capacidad de la cepa y los resultados son más homogéneos en los diferentes años.

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

Las variables productivas para ambos tratamientos se analizaron en el año 1994, después de siete años desde el inicio de la experiencia. En conclusión para estos autores, la poda mínima durante un período de nueve años incrementó, de forma significativa, la producción de uva y de azúcar, siendo menor su efecto, próximo a la significación, sobre la disminución del contenido en sólidos solubles. Esta superioridad de la poda mínima la explicaron por la mayor superficie foliar que desarrolla en comparación con la poda manual.

En un estudio llevado a cabo por Muñoz *et al.* (2002) durante los años (1999–2000) donde evaluaron los efectos de tres niveles de carga, 100%, 66% y 33% del total de carga, así como tres niveles de exposición de los racimos: normal, sombra y expuesto, sobre los componentes del rendimiento y la composición y calidad de las bayas y el vino de Cabernet Sauvignon. Se obtuvo un grado de sobremadurez más avanzado en los tratamientos con menor nivel de carga y mayor superficie foliar bien iluminada. Los niveles de carga y de microclima no afectaron componentes del rendimiento como peso de bayas y peso de racimos. La acidez total del mosto fue superior y el pH, contenido de potasio menores en plantas con mayor carga. No hubo diferencias entre mostos provenientes de microclimas distintos en esos parámetros. El microclima influyó sobre el tenor de azúcar y la intensidad colorante del vino. El nivel de carga afectó principalmente a la madurez de las bayas, encontrando una estrecha relación con la superficie de área foliar.

En el informe de expertos publicado por la Fundación para la Cultura del Vino INAO, (2005), se prescribe que la relación área foliar/rendimiento o más precisamente m^2 de follaje /kg de uva, es señalada por todos los autores como factor determinante de la calidad de la cosecha y concreta que la relación mínima debe de ser de $1,2 \text{ m}^2 \text{ SECV/kg}$ de uva.

1.4. EFECTO DEL CLIMA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA COSECHA Y VINOS

El medio físico donde se encuentra un viñedo, la variedad, así como las condiciones anuales influyen decisivamente en las características de los vinos, no solo en la relación con la producción sino también en otros parámetros como la

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

acidez a través del contenido en potasio y del ph del suelo. Esta conclusión la obtuvieron los científicos Carey *et al.* (2008) en un estudio realizado en una red de ensayos durante un periodo de siete años sobre la influencia del medio ambiente y la respuesta fisiológica de las variedades Cabernet Sauvignon y Sauvignon Blanc. Se ponen en evidencia el peso específico que tiene la influencia del medio ambiente sobre el comportamiento de las variedades estudiadas y su adaptabilidad, determinando que el rendimiento de la variedad Cabernet Sauvignon estaba influenciado por el contenido en potasio del suelo, la temperatura y precipitaciones anuales, sin embargo el rendimiento de Sauvignon Blanc parecía estar relacionada con la textura del suelo, la exposición al viento y la temperatura del sitio y la temporada.

Resultados similares determinaron los autores Jackson *and* Lombard (1993), al estudiar los factores que causan cambios directos en la composición de la uva y la calidad del vino, afirmando que el papel que desempeñan estos factores pueden ser muy variables y de complejo entendimiento. Los factores de mayor peso específico en la influencia sobre la composición de la uva y la calidad del vino son: el clima, el suelo, la geografía y la gestión vitícola. Esta última determinante en la respuesta de la vid a nivel de crecimiento, desarrollo, rendimiento e incidencia de plagas y enfermedades.

En un estudio realizado por De la Cruz *et al.* (2012), sobre la calidad de vinos tintos obtenidos de microvinificaciones de uvas procedentes de las variedades Cabernet Sauvignon y Merlot, establecidos en tres viñedos de diferentes regiones de Querétaron (México), determinaron que los mejores vinos obtenidos en el estudio, de acuerdo con sus características químicas, son los de 'Merlot' provenientes de Ezequiel Montes porque presentan el mayor grado alcohólico y concentración de antocianos totales. Los vinos de Cabernet Sauvignon procedentes de esta región también resultaron sobresalientes comparándolos a los de San Juan del Río. Merlot obtuvo mayor grado alcohólico que Cabernet Sauvignon en las tres regiones. Se recomendaba en este trabajo la realización de análisis sensoriales de los vinos obtenidos con el fin de ampliar más la caracterización de los vinos del Estado de Querétaro.

Según Moral *et al.* (2014), se requiere de un conocimiento de la variabilidad térmica a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo de la vid, con el fin de poder clasificar y delimitar zonas de viabilidad del cultivo y variedades. Se estudiaron cuatro índices climáticos basados en la variación de la temperatura, obtenida de 117 estaciones meteorológicas, durante el periodo (1980–2011). Los datos se analizaron utilizando el sistema de información geográfica y geoestadística multivariante aleatoria. Se encontraron diferencias significativas entre la variación de la temperatura y las distintas regiones de la C.A. de Extremadura, delimitando ocho clases de climas, siendo cada área delimitada homogénea significativamente para el parámetro temperatura. Se podría precisar, utilizando estos resultados, las variedades más adaptadas a cada zona, pudiendo además hacer comparativas con otras zonas del mundo que tengan similares características, e incluso desarrollar líneas directas de investigación y desarrollo de esas variedades y elaboración de vinos en otras latitudes. Los cuatro índices estudiados fueron: GST, GDD ó WI, HI y BEDD. El estudio de estos índices se acotaron desde el 1 de abril al 31 de octubre, a excepción del HI, que fue desde el 1 de abril al 30 de septiembre y todos consideran la temperatura variable independiente. El método BEDD es un ajuste el método WI, considerando la latitud y el rango de temperaturas máximas y mínimas diarias. De los resultados de este trabajo se concluye que la influencia de la temperatura durante el ciclo vegetativo de la vid es importante en la toma de decisión de la variedad a implantar. Los resultados de los modelos GST YGDD son muy similares ya que participa la temperatura media diaria, al igual que los modelos HI y BEED, con la única salvedad de que estos últimos consideran las diferencias de temperatura máxima y mínima diaria.

Moral *et al.* (2014), en otro trabajo relacionado con la influencia del clima en el cultivo de la vid, estudiaron siete índices bioclimáticos con base en la información obtenida de 80 estaciones localizadas en la C.A. de Extremadura y con el fin de conocer la acumulación de calor, el potencial hídrico y régimen térmico durante el ciclo vegetativo de la vid en esta región. De las 80 estaciones se delimitaron cuatro grupos homogéneos, con la variabilidad entre grupos por acumulación de calor, temperatura y régimen térmico durante la maduración del fruto. Durante el periodo de maduración del fruto, se observó que las noches fueron templadas y por el día

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

no hubo restricciones térmicas, afectando esta condición a la calidad de la uva y vinos producidos. Los cuatro grupos definidos dentro de las regiones naturales de la C.A. de Extremadura son similares a otras zonas con características parecidas de clima. Los cambios producidos por las temperaturas mínimas en todos los grupos fueron incidentes en la fenología de la vid, afectado al equilibrio de en la composición de la baya y por lo tanto en la elaboración de vinos.

1.5. INFLUENCIA DEL ACLAREO DE RACIMOS EN LA PRODUCCIÓN DE UVA Y CALIDAD DE MOSTOS Y VINOS

Una de las técnicas utilizadas para regular la producción de la planta es el aclareo de racimos que puede tener influencia en la vegetación, favoreciendo la calidad de los mostos y del vino, además de producir una mayor acumulación de reservas en la planta (Bertamini *et al.*, 1989), además de ser una práctica propuesta para mejorar la calidad de las uvas, modificando los contenidos de azúcares, ácidos, polifenoles y aromas, lo cual incide positivamente en la calidad del vino (Scienza, 1991).

La aplicación del aclareo de racimos en la vid, conlleva el manejo de producciones moderadas con fines de obtener vinos de calidad, siendo de especial interés precisar la relación entre el nivel de rendimiento y el desarrollo vegetativo de la cepa (García-Escudero *et al.*, 1995). En resumen es una de las técnicas con la que se puede regular la producción de la planta, influyendo sobre la vegetación de la cepa, favoreciendo la calidad del mosto y del vino, además de producir una mayor acumulación de reservas en la planta

El efecto más directo del aclareo de racimos es la reducción del rendimiento, que en muchos casos se puede ver modificado o compensado por otros factores que influyen en él, como es el aumento del peso del racimo y de la baya (Fregoni *and* Corazzina, 1984).

No obstante, Hidalgo (1999 a y b), afirma que una reducción excesiva del rendimiento, puede producir un desequilibrio hacia el aspecto vegetativo lo que finalmente es contraproducente para la calidad. El mismo razonamiento puede

aplicarse si consideramos la técnica del aclareo de racimos para controlar el rendimiento.

En la mayor parte de los casos, cuando se aplica aclareo de racimos en el cultivo de la vid, se produce una maduración más rápida de la uva y una mejora cualitativa, lo que depende muy estrechamente del periodo de realización del aclareo (Carbonneau, *et al.*, 1977; Bertamini, *et al.*, 1991).

La época más efectiva para hacer el aclareo es el envero, ya que en ese momento se alcanza la parada vegetativa y los ápices de los pámpanos no son activos, por tanto los azúcares sintetizados por las hojas se acumularán sólo en los racimos (Tardáguila *and* Bertamini, 1993).

La reducción del rendimiento causada por el aclareo de racimos permite un incremento del contenido de azúcares en el mosto, conclusión a la que han llegado numerosos autores con ensayos en distintos lugares del mundo como cita en su publicación Carbonneau *et al.* (1977).

Fregoni *and* Corazzina (1984), concluyeron que al realizar la práctica de aclareo de racimos, en el mosto se constata un incremento del pH, del contenido de potasio, de antocianos y de carga aromática, y que esta influencia es menor en el pH, acidez total, que en la acumulación de azúcar.

Iacono *et al.* (1995), establecieron que con el aclareo de racimos se obtiene mayor concentración de azúcar al realizarlo en el periodo de enverado de la baya, cuando la tasa de azúcar es mayor y la planta amortigua mejor la operación cultural practicada. Asimismo en otros estudios, se ha encontrado que los mostos procedentes de la práctica del aclareo presentan mayor intensidad colorante (Puertas *et al.*, 2003).

Según Jackson *and* Lombard (1993), entre las operaciones de cultivo que mejora la relación superficie de área foliar/producción, está el aclareo de racimos, obteniéndose un mayor contenido en antocianos y fenoles.

Por otro lado, aunque la calidad final del vino depende en buena medida de la calidad de la uva que llega a la bodega, puede no existir una relación clara entre la composición de las bayas y la del vino, principalmente en cuanto a composición polifenólica se refiere, ya que existen diversos factores que inciden sobre la evolución de los diferentes compuestos durante la fermentación, lo que explica el interés de estudiar la incidencia de diferentes tratamientos agronómicos, por ejemplo la poda, sobre el vino final resultante (Harbertson, Kennedy *and* Douglas, 2002).

Gamero *et al.* (2014), refieren en un trabajo basado en un ensayo sobre la variedad tempranillo, sistema de conducción en espaldera, consistente en la aplicación de diferentes dosis de riego (100 y 25 % de la ETc) y aclareo de racimos en la fase de envero (7-9 y 4-5 racimos / m² de área de foliar);.que al aplicar riego deficitario (25 % ETc) y aclareo de racimos en envero hubo una alta incidencia sobre la composición de química y propiedades sensoriales del vino. El aclareo de racimos mejoró considerablemente las cualidades sensoriales del vino obtenido, independientemente de la estrategia de riego utilizada. Además se prescribió la fuerte correlación entre el crecimiento de la baya y el agua aplicada. Los parámetros analizados para los mostos fueron: concentración de sólidos solubles, ácido málico, ácido tartárico, acidez total e índice de polifenoles totales, además de la producción, peso de la baya, bayas por racimo y racimos por cepa. En ninguno de los tratamientos se encontraron diferencias significativas en la concentración de ácido málico, ácido tartárico e índice de polifenoles totales, tan solo la concentración de sólidos solubles se vio afectada por el aclareo de racimos. La reducción de la acidez total con déficit de agua (25 % ETc) se atribuyó a la reducción de la concentración de malato. En relación a la composición química de los vinos se estudió la influencia de las dos estrategias en: pH, etanol, acidez total, TPC, antocianinas, taninos, catequinas, CI, TC y dA% de los vinos. Aplicando riego a (100 % ETc), aumentó el pH y la TC, pero disminuyendo dA%. Con el aclareo de racimos aumentó el índice colorante, el grado alcohólico, sustancias fenólicas, disminuyendo el pH. En resumen, al combinar riego (100 % ETc) con aclareo de racimos, y déficit hídrico (25 % ETc) con aclareo de racimos mejoran las

características químicas de los mostos generalmente asociado a la mejora de la calidad del vino.

Diversos ensayos han determinado que los aclareos manuales de racimos permiten mantener las plantas equilibradas, en producción de uvas y madera, con una mejor calidad de los mostos y vinos con respecto a las plantas sin raleo (González-Neves *and* Ferrer, 2000; Ferrer *and* González-Neves, 2002).

Uno de estos ensayos consistió en verificar qué influencia tenía el aclareo de racimos en la variedad Tannat, dependiendo de la intensidad de aclareo y momento de aplicación, sobre la producción de uva y vinos. Considerando los 7 años de ensayos que se realizaron del año 1994 al año 2000, González-Neves, *et al.* (2001), constataron que el aclareo de racimos en Tannat determinó una disminución de la producción de uva que no fue proporcional a la intensidad del mismo y dependió del momento (cuajado o envero) en que se quitaron los racimos y de las condiciones de cada año. La disminución de la producción fue mayor, en todos los años, con el aclareo de racimos en envero que con el aclareo de racimos en el período de cuajado, siendo más proporcional a la producción en el momento del cuajado. El aclareo de racimos determinó que los vinos tuvieran mayores contenidos de alcohol, polifenoles totales, antocianos y flavanos, y mayores intensidades colorantes y (% de rojo), con diferencias importantes entre los resultados obtenidos en cada año, y una respuesta mejor con el aclareo en envero en la mayoría de los años.

En otro caso, González-Neves, Gil *and* Ferrer (2002), analizaron mediante un ensayo realizado en la variedad Tannat con sistema de conducción en espaldera, con poda Guyot doble, ubicado en la región Sur de Uruguay durante los años (1997–2000), el efecto de distintos tratamientos de aclareo de racimos sobre la producción de uva y madera, así como las características de los vinos. Se analizaron 30 plantas por cada tratamiento. El primer tratamiento fue aclareo manual al 50% en cuajado o envero, aclareo químico en los mismos momentos, combinados con podas a 4 y 6 yemas por pulgar. Este último se utilizó como testigo. Se analizaron y determinando la composición global, fenólica y de color.

Hubo diferencias significativas en el comportamiento de los distintos tratamientos respecto a los años. En cada año hubo diferencias significativas estadísticas entre los distintos parámetros. Los mayores contenidos de alcohol se obtuvieron con el aclareo químico en cuajado y con aclareo manual en enero. En cambio los mayores contenidos en polifenoles totales, antocianos, flavanos y proantocianinas, y por lo tanto las mayores intensidades colorantes de los vinos se obtuvieron con la aplicación de aclareo de racimos mediante tratamiento químico en enero.

Bravdo *et al.* (1984), en un ensayo situado en un viñedo comercial en el Valle de Napa y en la variedad Cabernet Sauvignon, aplicaron aclareo de racimos en dos niveles 20 y 40 % y en tres etapas, tamaño guisante, enero y con el 21% de grados Brix. Como resultado, obtuvieron que el aclareo de racimos tuvo influencia en el rendimiento, pero no afectó al tamaño de las bayas. Si se encontraron diferencias significativas en el Brix, pH y acidez total, diferencias que iban disminuyendo conforme aumentaba la maduración de la uva. Encontraron diferencias significativas del Brix, 50 días antes de la vendimia, aunque en la cosecha todos los tratamientos tuvieron resultados similares.

En síntesis, no necesariamente los menores rendimientos del viñedo llevan a una mayor calidad de la uva o del vino. Existe una calidad máxima posible que corresponde a un rendimiento óptimo según un modelo que está determinado por el equilibrio vegetativo/reproductivo de las cepas y las características agroclimáticas del viñedo. Cada viñedo tiene un potencial cualitativo modificable por prácticas culturales como la poda y el aclareo de racimo, así se podría alcanzar un nuevo equilibrio que nos permita una ganancia en calidad o en rendimiento o en ambos parámetros simultáneamente (Archer *and* Schalkwyk, 2007).

Además el aclareo constituye una firme alternativa para corregir en un año determinado los excesos de producción, lo que resulta interesante para zonas vitícolas que deben ajustar sus rendimientos a las exigencias de una normativa legal, como puede ocurrir en denominaciones de origen u otras zonas amparadas por figuras de calidad (García de Luján, 1992).

1.6. CALIDAD DE MOSTOS Y VINOS

Una vez establecido el sistema de conducción en el viñedo, factor de la producción permanente, la poda anual tiene como principal objeto equilibrar la producción del viñedo, con el potencial del medio vitícola (suelo, clima y microclima), así como las fluctuaciones anuales de los factores variables (iluminación, temperatura y humedad). Estos factores a su vez inciden directamente sobre la composición química de la baya y como consecuencia sobre el mosto a obtener (Hidalgo, 2006).

González-Neves *and* Ferrer (2002), determinaron que la intensidad de la poda invernal, dada por la cantidad de yemas que se deja en la planta, influye considerablemente sobre la producción de uva, madera y sobre la composición de la baya, esta afirmación está avalada por otros autores como (Champagnol, 1984).

Otros autores como González-Neves, *et al.*, 2008, también coinciden con esta afirmación, determinando que el sistema de conducción, tipo e intensidad de poda, están entre los factores que inciden en la composición de la uva y por lo tanto en la madurez fenólica; influyendo además las condiciones medioambientales, dadas por el suelo y clima, la variedad de uva y el manejo del viñedo.

En otra publicación realizada por Gary *and* Morris (2007), no encontraron diferencias significativas en mostos, para la producción de sólidos solubles y ácido tartárico, aunque si hubo diferencias en los niveles de pH, acidez total y potasio, al aplicar diferentes métodos de poda, podas largas y cortas, así como distintas cargas de yemas.

Asimismo otros autores, determinaron que aplicar la poda mecánica en el cultivo del viñedo, es considerada como una de las prácticas tendientes a mejorar la calidad organoléptica de los mostos y vinos (Petrie, Clingeleffer *and* Krstic, 2003; Intrieri *and* Marangoni, 1995).

Hay un nivel de carga específico que incide en la maduración de la fruta, por encima del cual producen retrasos en la maduración y pérdida de calidad (Bravdo, *et al.*, 1985b), afectando al tamaño de las bayas, racimos y la acumulación de azúcar (Bravdo *et al.*, 1984).

El aumento del rendimiento se consigue aumentando el número de yemas por planta, que trae consigo un aumento del número de brotes, aunque al no aumentar la distancia de plantación, provoca una densidad mayor de brotes creando un microclima del follaje que puede reducir la acumulación de azúcar en la fruta y otros factores de la calidad, como el color (Smart, 1985), sin embargo, existen antecedentes que indican que el nivel de carga por planta no afecta a la acumulación de azúcar y la calidad de la fruta (Freema, 1983).

En un trabajo de revisión elaborado por Jackson *and* Lombard (1993), no encontraron diferencias significativas en la calidad del mosto de uvas procedentes de cepas podadas con poda larga y poda corta. Si bien estos resultados deberían de ser revisados para cada zona vitícola y variedad. La poda larga produjo el mayor número de racimos por planta, peso fresco de racimos y rendimiento, mayores contenidos de sólidos solubles totales y menor acidez total titulable, posicionándola como una opción a tener en cuenta para la obtención de frutos de calidad en la variedad Cabernet Sauvignon en la elaboración de vinos tropicales.

Según Jackson *and* Lombard (1993), estos estudios se pueden llevar a cabo con el manejo de la poda de invierno; así como con otras operaciones en verde tales como la eliminación de pámpanos fuera de carga y el aclareo de racimos.

Los resultados conseguidos Almanza, Camacho *and* Balaguera (2012) al aplicar poda (larga, corta y mixta) mostraron que la poda larga presentó el mayor número de racimos/planta, peso fresco de racimos y rendimiento, los mayores contenidos de sólidos solubles totales 21,91 °Brix, la menor acidez total 6,4 g/l. La poda larga y mixta generaron las concentraciones más adecuadas en grados probables de alcohol (12,73%) y (12,65%) respectivamente, lo que las favorece como una opción en la obtención de frutos de calidad para la elaboración de vinos. El tipo de poda (larga, corta y mixta), generó diferencias significativas en el pH y los sólidos solubles totales, siendo la poda larga la encargada de generar bayas con mayor concentración de sólidos solubles totales y menor acidez total; mientras que con la poda mixta se obtuvo el mayor valor de pH con 4,68 y con la poda corta se produjo las bayas con mayor acidez total y menor concentración de sólidos solubles totales.

Hay diferencias bibliográficas en cuanto al efecto de la poda sobre los resultados enológicos., así Lannini, *et al.* (1991) determinaron mejores resultados enológicos para la poda en varas. En otros casos Carbonneau *and* Zhankg (1989), determinaron ventajas para la poda en cordón Royat.

Se han conseguido diversos resultados de calidad en mostos y vinos, dependiendo del tipo de poda aplicado, según las variedades y los ambientes considerados. Los investigadores González-Neves *and* Ferrer (2000), en un ensayo realizado en un viñedo de Tannat, conducido en espaldera alta y podado a Guyot, se comparó el efecto de dejar 4, 6 u 8 yemas por vara en la variedad Tannat, con el fin de encontrar las determinaciones en: concentración de polifenoles y el color de los vinos. Se obtuvieron resultados diferentes en cada año, lo que marca la gran incidencia de las condiciones climáticas. Las mayores concentraciones de polifenoles totales y antocianos fueron obtenidas con la poda más corta en dos de los tres años considerados, en tanto las intensidades colorantes más elevadas correspondieron también a la poda de 4 yemas por vara en todos los años. Estos resultados confirman que la poda corta puede ayudar a obtener mejores resultados, desde el punto de vista del color, polifenoles y antocianos de los vinos.

Smart (1985), afirmó que el aumento del rendimiento se consigue aumentando el número de yemas por planta, lo que trae consigo un aumento del número de brotes, aunque al no aumentar la distancia de plantación, provoca una densidad mayor de brotes creando un microclima del follaje que puede reducir la acumulación de azúcar en la fruta y otros factores de la calidad, como el color

En ensayos realizados en 2001 y 2002 por González-Neves *et al.* (2008) constataron que las concentraciones de polifenoles totales, antocianos, catequinas y proantocianidinas fueron mayores en vinos Tannat provenientes de viñedos conducidos en lira con poda corta (en cordón Royat), en comparación con los provenientes de viñedos con poda larga (a varas tipo Guyot), aunque las diferencias verificadas en el segundo año fueron significativas solamente para las concentraciones de catequinas. Los vinos de la poda corta tuvieron intensidad

colorante significativamente mayor en 2001, pero en 2002 no hubo diferencias estadísticas para las variables cromáticas.

Martínez de Toda (1995) afirma que durante el envero además de la ganancia propia por la actividad fotosintética, el tronco y los brazos contribuyen al aumento de sólidos solubles; posiblemente esta fue alguna de las razones, por las cuales la poda larga presentó los mayores valores en contenidos de azúcar. La poda larga presentó los valores más altos de pH, posiblemente a un alto contenido de K⁺ que está asociado con un microclima sombreado.

Además de la poda, el aclareo de racimos y el manejo de la superficie foliar pueden llegar a afectar a la calidad de mostos y vinos.

Según Iacono *et al.* (1995), al practicar del aclareo de racimos y deshoje en el período de envero sobre la variedad Cabernet Sauvignon, durante dos años consecutivos, aumentó la concentración de sólidos solubles en baya. En la zona de sombreado de la cepa se redujo la concentración de sólido solubles debido a la disminución de la conductancia estomática.

El efecto de la poda influye sobre la superficie foliar expuesta, ya que ésta depende directamente del número de yemas brotadas (Reynolds *and* Wardle, 2001). Las podas donde se dejan una gran número de yemas, favorecen el incremento de la superficie foliar (Andreu *and* Núñez, 2004).

Koblet (1988) expuso que los efectos a una mayor exposición de radiación solar de los racimos, provocan mayor concentración de azúcar y color, asimismo una menor acidez y pudrición gris. Estas consideraciones son más acentuados en años fríos y cuando los racimos reciben muy bajos niveles de radiación (Kliewer *et al.*, 1988).

Los efectos en la composición de las bayas a una alta exposición de los racimos, son: mayor concentración de sólidos solubles y color, menor acidez e incidencia de las enfermedades por hongos (Petrie *et al.*, 2008, 2009), sin embargo, en climas cálidos con alta radiación, la iluminación va acompañada de un aumento en la temperatura del racimo que puede llegar a ser indeseable, produciendo quemaduras en las uvas, baja acidez (menor ácido málico) y menor concentración

de algunos compuestos responsables del color antocianos totales en el hollejo (Spayd, 2002).

En un estudio realizado por Bergqvist *et al.* (2001) sobre las variedades Cabernet Sauvignon y Garnacha Tinta, se trabajó sobre los efectos de la exposición solar de las bayas y su composición química. El planteamiento del ensayo fue plantar hileras orientas (norte-sur) y (este-oeste). La exposición al sol de las bayas ubicadas en las hileras con orientación este-oeste, produjo que tuvieran una diferencia de temperatura de entorno a (3-4 °C), menos en la cara norte que en la cara sur de la espaldera, lo que influyó en un aumento de la concentración de sólidos solubles y menor acidez en el mosto obtenido de la cara sur, respecto al de la cara norte, asimismo no se encontraron diferencias significativas para los parámetros polifenoles totales, color y pH del vino. La influencia de la superficie foliar expuesta sobre la calidad de mostos, estuvo condicionada por la temperatura adquirida por la baya dependiendo sobre todo del volumen foliar y la orientación de las hileras.

En lo concerniente al pH de los vinos, mencionar que el sabor ácido del vino es imprescindible, pues, junto con los polifenoles, contrarresta el apreciado sabor dulce del etanol. El sabor ácido depende tanto de la acidez total como del pH. Efectivamente, los ácidos intervienen no sólo a través de los iones H⁺ que emiten, sino también a través de su molécula completa, que tiene su propio sabor en cada ácido. Con un mismo pH, los ácidos acético, tártrico y málico parecen mucho más ácidos que el ácido clorhídrico; en cambio, una fuerte concentración de iones H⁺ contribuye directamente a volver el vino más débil y más seco (Ribereau-Gayon *et al.*, 1976 a y b). Por lo tanto, el pH no explica en su totalidad el sabor ácido de los vinos. Un vino tinto no soporta una acidez tan fuerte como un vino blanco, pues el sabor amargo de sus taninos se suma al de sus ácidos. El pH influye asimismo en la sensación de astringencia de los vinos tintos. Se observa fácilmente que el incremento del pH reduce la sensación de astringencia de los vinos o de los zumos de frutas tánicas (Peleg *and* Noble, 1999). Un vino tinto soporta mejor la acidez si tiene un alto contenido de alcohol. Los vinos más duros son los ricos tanto en acidez como en taninos. Un gran contenido de taninos sólo es aceptable si la

acidez es muy débil. De ello se desprende que los vinos con un alto contenido de alcohol, ricos en taninos y de acidez muy débil pueden resultar "pesados", "pastosos" y sobre todo fatigosos en la cata. En el informe de expertos publicado por la Fundación para la Cultura del Vino INAO (2005), se determinó que el pH de los vinos tintos embotellados suele rondar con frecuencia de (3,45-3,55). En la actualidad, debido al sensible incremento del contenido medio de polifenoles y en especial de taninos, se ha vuelto difícil catar un vino tinto "moderno" que presente semejante nivel de pH: debido a la astringencia y la sequedad que éste confiere, esos vinos resultan difícilmente bebibles por debajo de pH (3,60 - 3,65), (Fundación para la Cultura del Vino INAO, 2005)

La evolución visible del color de la uva tinta ha conducido a valorar los antocianos y los taninos: se trata del seguimiento de la madurez fenólica. Se observa una acumulación de antocianos, importantes variaciones en los taninos según su estructura (polimerización) y sus orígenes (pepitas, hollejos) y una extractabilidad del color normalmente creciente. La valoración de antocianos de las uvas, al final de la maduración, permite diferenciar mejor las parcelas a cosechar con antelación. (Guimberteau, 2003).

Otros autores también relacionaron el color de los vinos tintos con la concentración de antocianos y las combinaciones taninos-antocianos. Los antocianos se comportan como ácidos débiles, cuyo color varía del incoloro al azul o al rojo en función de la acidez del medio (Almela, *et al.*, 1995).

Somers (1977) señaló las relaciones existentes entre el contenido de potasio de los vinos, y el color apagado y con tendencia evolucionada anaranjada de los vinos australianos con un alto nivel de pH.

El pH influye en la evolución del color del vino tinto con el paso del tiempo. El color inicialmente rojo azulado evoluciona hacia notas amarillas anaranjadas tanto más intensa y rápidamente cuanto más alto es el pH (Sims *and* Morris, 1984).

Durante la maduración de la uva, el contenido en taninos de las pepitas disminuye por migración de éstos hacia el hollejo donde aumentan. En las semillas, los

taninos están poco polimerizados, por lo que presentan caracteres sensoriales de acidez y astringencia, pero tienen una gran importancia en la elaboración de vinos tintos de crianza, donde se polimerizan con los antocianos, suavizándose y contribuyendo a la estabilización del color. El manejo de las pepitas en la elaboración de los vinos y especialmente en los anteriormente citados, debe ser respetuoso con su integridad, evitando siempre en todo caso su posible rotura, que de producirse elevaría en demasía las sensaciones de dureza y verdor, además de liberarse las sustancias grasas que contienen en su interior (Informe Técnico: Gestión de pH en Vinos de Calidad. Fundación para la Cultura del Vino, 2005).

En conclusión y en relación a las consideraciones anteriormente expuestas, Hidalgo (2006) detalló (Figura 7) los componentes más significativos que afectaron a la fisiología de la planta de vid, composición de la uva, que junto con las prácticas enológicas, incidieron en la calidad del vino.

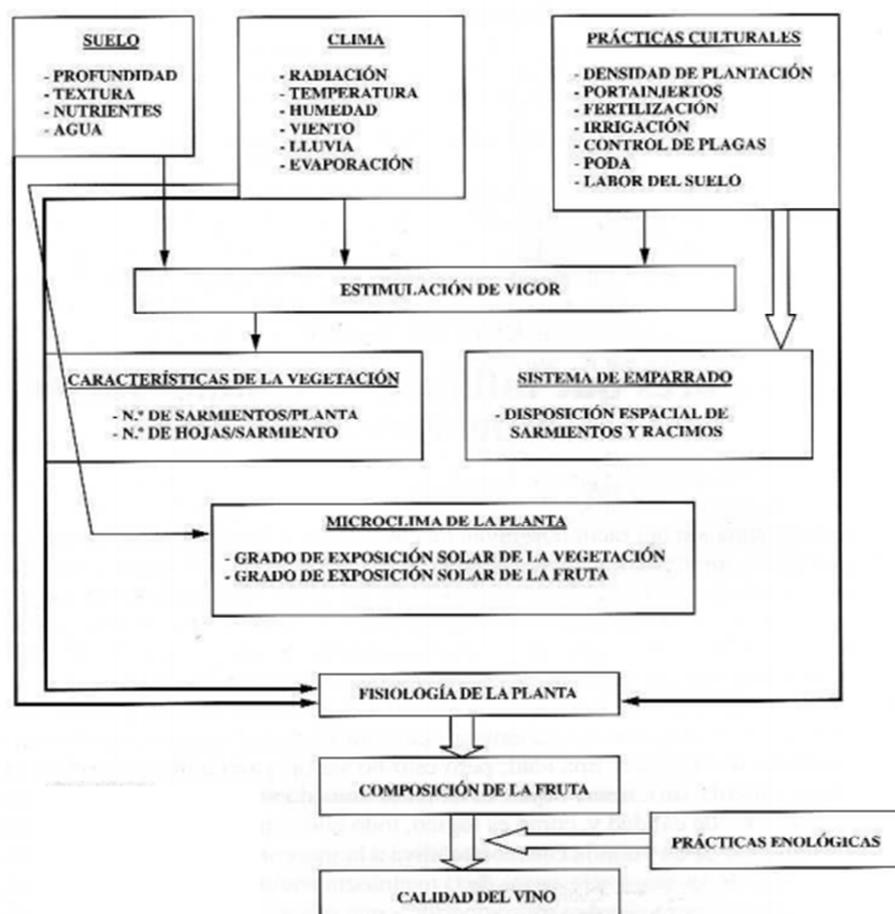


Figura 7. Factores de producción del viñedo y su influencia en la calidad de la uva.
Fuente: Hidalgo Togores (2006)

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

1.7. NUEVAS TÉCNICAS DE CULTIVO EN VIÑEDO: PODA MECÁNICA

En Extremadura buena parte de la modernización del viñedo se ha basado en la introducción de material vegetal de otras zonas, junto con la adopción de técnicas de cultivo sin cuestionar si eran las correctas para esta zona o bien debían atravesar un proceso de adaptación previo. El problema que se plantea en la utilización de estas técnicas vitivinícolas es el desconocimiento por agricultores y técnicos de la correcta aplicación conjunta de las mismas para conseguir un adecuado equilibrio vegetativo/reproductivo y obtener vinos de calidad que posibiliten la elaboración de crianzas, reservas y/o grandes reservas, incrementando así la rentabilidad del cultivo y la competitividad de las explotaciones vitícolas y de las empresas vitícolas.

Se ha notado una creciente demanda de información, por parte del sector vitivinícola, sobre la correcta aplicación de estas nuevas técnicas de cultivo que permitan alcanzar este equilibrio, como son la poda, el aclareo de racimos, el riego, la fertilización, la conducción en espaldera y la mecanización de las labores agrícolas con el objetivo de disponer de un sector vitivinícola moderno, competitivo, compatible con el medio ambiente y desarrollo sostenible, que permita poner en el mercado agrario, unos productos de la mayor calidad posible.

La entrada en producción de los viñedos tras la reconversión junto con la modernización del viñedo, acarrea un incremento espectacular en los primeros años de cambio de los costes del cultivo. Los precios de la uva y las ayudas parecían ser suficientes como para rentabilizar dicho incremento, pero la saturación de los mercados y la disminución de los precios de la uva en las últimas campañas, presentan un futuro complicado en el que la supervivencia dependerá de una buena estrategia comercial y una necesaria reducción de costes de cultivo.

La poda, junto con la vendimia son las prácticas más costosas y que mayor mano de obra especializada necesita. La disponibilidad de mano de obra necesaria, gran parte de carácter eventual, es aceleradamente decreciente siendo cada mayor el absentismo campesino y el paso del sector agrario a otros sectores económicos. Esta dificultad creciente para disponer de podadores capacitados para realizar la

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

poda de invierno y el consecuente encarecimiento de los costes de producción, inducen decididamente a su mecanización lo más completa posible.

Con el ánimo de reducir los costes de cultivo del viñedo y de lograr su mecanización integral se desarrollan, en diversos países, una serie de experiencias para cultivar el viñedo prescindiendo de la poda tradicional, es decir, sustituyéndola por otro tipo de intervención o poda totalmente mecanizada.

Las primeras experiencias en el mundo sobre poda mecánica del viñedo datan de los años sesenta en Argentina y en Estados Unidos (Shaulis *et al.*, 1972) pero el comienzo de los ensayos más significativos es posterior: 1974 en Australia (May and Clingeleffer, 1977); 1975 en Italia (Baldini *et al.*, 1976); 1979 en Francia (Carbonneau *et al.*, 1979 y 1989) y en España (Martínez de Toda, 1999). Así, hoy, se conoce la repuesta del viñedo ante tratamientos plurianuales de poda mecánica en situaciones vitícolas muy concretas, aunque no existen experiencias en zonas con condiciones de clima cálido como las que se dan en el Suroeste de la península.

La poda mecánica incrementa la producción (Morris *and* Cawthon, 1981; Cargnello *and* Lisa, 1982; Reynolds, 1988; Intrieri *and* Poni, 1995; Martínez de Toda *and* Sancha, 1999) pero reduce el vigor y los pesos del racimo y de la baya (Freeman *and* Cullis, 1981; Reynolds, 1988) y los sólidos solubles (Freeman *and* Cullis, 1981; Intrieri *and* Marangoni, 1982; Intrieri *and* Silvestroni, 1983). La no poda ha demostrado, hace tiempo, que incrementa el crecimiento y la producción de la cepa (Winkler, 1958), pero no ha sido considerada práctica debido a los efectos atribuidos a la superproducción (Winkler, 1954).

En los últimos años se está demostrando que estos efectos se deben a limitaciones impuestas por las prácticas de cultivo. La adopción de otras técnicas de cultivo en muchas zonas vitícolas del mundo, con en climas templados húmedos, ha demostrado que, con una poda mecánica, mínima o no poda, se pueden mantener viñedos, capaces de dar mayores producciones y calidad a lo largo de los años (Clingeleffer, 1983; 1984).

Se habla indistintamente de poda mínima y de no poda, porque la técnica consiste en cortar los extremos de la vegetación cuando se aproximan al suelo, abriéndose hacia la calle, para facilitar las operaciones de cultivo; es una intervención tan mínima que se puede calificar de “no poda” ya que no afecta más que a la pequeña proporción de la vegetación (Martínez de Toda *and* Sancha, 1998).

La práctica totalidad de las experiencias citadas corresponden a países o zonas caracterizados por una viticultura “moderna” frente a la viticultura “tradicional” europea. Es una viticultura totalmente distinta en la que prima el rendimiento y la rentabilidad, pasando a segundo plano la calidad del producto, según el criterio europeo clásico. Son experiencias realizadas en viñedos vigorosos, con suelos fértiles y en los que las técnicas de cultivo se dirigen hacia la obtención de grandes producciones (riego, fertilización, poda, etc.). En situaciones de viticultura “tradicional” se considera, en general, que estos tipos de poda no son posibles, Así lo determina Hidalgo (1999 a y b) como representativo del concepto tradicional de la poda: “La mecanización integral de la poda por los medios actuales es difícil de realizar en una viticultura cuidadosa, en la que se debe ser preciso en la carga de yemas a dejar en cada cepa, por tratarse de viñedos pocos vigorosos, impuesto por la pobreza del suelo, la sequía del verano o por la calidad de los productos a obtener”.

En la C.A. de Extremadura no se han realizado proyectos de I+D que aborden esta temática de control de producción de uva a través de aplicación de técnicas de poda.

En cualquier variedad de uva un sistema adecuado de poda es la herramienta correcta que el viticultor usa para equilibrar las producciones esperadas.

1.8. REQUISITOS DE LA D.O. RIBERA DEL GUADIANA

En lo que se refiere a aclareo de racimos y con el objetivo planteado de cumplimiento de la normativa a nivel de D.O. Ribera del Guadiana, es preciso mencionar los aspectos más relevantes y relacionados con la poda que se detallan en la Resolución de 7 de septiembre de 2009, de la Dirección General de Industria

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

y Mercados Alimentarios, por la que se publica el Decreto 170/2009, de 24 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen «Ribera del Guadiana» y de su Consejo Regulador.

Así en su anexo II, determina que la variedad tempranillo está autorizada para la producción de caldos con destino a elaboración de vinos dentro del marco normativo de la D.O. Ribera del Guadiana.

El término municipal donde se ha desarrollado la experimentación, también está contemplada dentro de las zonas de producción. Ribera Baja: La Albuera, Almendral, Badajoz, **Lobón**, Montijo, Olivenza, La Roca de la Sierra, Talavera de la Real, Torremayor, Valverde de Leganés, Villar del Rey.

La densidad máxima de plantación será de 5.000 cepas por hectárea y un mínimo de 1.000 cepas por hectárea, estando el ensayo en una densidad de 2.222 plantas/ha.

La producción máxima admitida por hectárea será de 10.000 Kg de uva para las variedades tintas y de 12.000 Kg para las blancas. Este límite máximo podrá ser modificado justificadamente en determinadas campañas por acuerdo del Consejo Regulador, a iniciativa propia o a petición de los viticultores interesados, siempre que se realice con anterioridad a la vendimia. La modificación no podrá superar el 25%, al alza o a la baja, del límite establecido.

La uva procedente de viñedos, cuyos rendimientos sean superiores al límite autorizado, no podrá ser utilizada en la elaboración de vinos protegidos por esta denominación.

Las técnicas empleadas en la manipulación de la uva, el mosto y el vino, el control de la fermentación y el proceso de conservación, tenderán a obtener productos de máxima calidad manteniendo los caracteres tradicionales de los tipos de vinos amparados por la Denominación de Origen «Ribera del Guadiana».

En la producción de mostos se seguirán las prácticas tradicionales aplicadas con una moderna tecnología orientada hacia la mejora de la calidad de los vinos. Se aplicarán presiones adecuadas para la extracción del mosto o del vino y su

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

separación de los orujos, de forma que el rendimiento no sea superior a 70 l de vino por cada 100 kg de vendimia.

Para la extracción del mosto o vino sólo podrán utilizarse sistemas mecánicos que no dañen o dilaceren los componentes sólidos del racimo.

Características de los vinos.

Las características físico-químicas y organolépticas que han de cumplir los vinos amparados por la Denominación de Origen «Ribera del Guadiana», además de las previstas en la normativa aplicable en cada caso, será las que a continuación se indican.

- ✓ Grado alcohólico volumétrico adquirido: grado alcohólico volumétrico adquirido mínimo de los vinos: (10%) Vol los blancos, (11%) Vol los rosados y 12% Vol los tintos. Los vinos destinados a Crianza, Reserva y Gran Reserva deberán tener un grado alcohólico volumétrico adquirido mínimo de (12,5%) Vol.
- ✓ Acidez total expresada en ácido tartárico: será como mínimo de 4 g/l para los vinos tintos y 4,5 g/l para vinos blancos y rosados.
- ✓ Acidez volátil expresada en ácido acético: los vinos blancos y rosados tendrán una acidez volátil inferior a 0,6 g/l El límite para los vinos tintos será de 0,8 g/l. Los vinos de edad superior a un año no podrán superar el límite de 1 g/l hasta once grados de alcohol y 0,06 g/l por cada grado de alcohol que sobrepase los once grados. En ningún caso podrá superar el límite de 1,2 g/l.
- ✓ Anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre total: para vinos con riqueza en azúcares reductores inferior a 5 g/l el contenido en anhídrido sulfuroso total máximo será de 180 mg/l en vinos blancos y rosados y 150 mg/l en vinos tintos. Para vinos con riqueza en azúcares reductores superior a 5 g/l el contenido en anhídrido sulfuroso total máximo será de 240 mg/l en vinos blancos y rosados y 180 mg/l en vinos tintos.

- ✓ Azúcares totales y grado alcohólico total máximo: se tendrá en cuenta la legislación aplicable en cada caso.

1.9. OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesis es evaluar el efecto sobre la producción y calidad de la uva, mosto y vino, de una estrategia de poda de 5 años en los que se realizarán diferentes tipos de poda, incluida la poda mecánica.

Cómo objetivos particulares se plantean los siguientes:

- ✓ Conocer la respuesta de la planta de vid al aplicar poda mecánica versus poda tradicional, (cv. Tempranillo), sobre producción, parámetros de fertilidad, calidad de cosecha y vinos obtenidos.
- ✓ Evaluar el efecto del aclareo de racimos en poda mecánica sobre parámetros fisiológicos, calidad de cosecha y vinos elaborados.
- ✓ Analizar el efecto de la reconversión de poda mecánica a poda tradicional y posterior poda mecánica, efectuada en el año 2006.
- ✓ Verificar que la técnica de poda mecánica y operación de cultivo “aclareo de racimos”, permiten cumplir los requisitos de producción impuestos por la D.O. Ribera del Guadiana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y LOCALIZACIÓN

Se realizó un ensayo experimental de campo durante los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008. El diseño experimental fue un split-plot con 16 repeticiones, donde el factor principal fue el año y el factor secundario el tipo de poda. La parcela experimental consistió en nueve filas de 18 cepas. Cada fila estuvo franqueada de dos filas borde. La primera y última cepa de cada fila también fue considerada como cepa borde. La unidad experimental fue la cepa.

La localización del ensayo estuvo en el Término Municipal de Lobón, provincia de Badajoz, en la finca “Miraflores”, latitud: 38° 50′26,4″N: y longitud: 6° 36′13.89″W, con una altitud de 317 m. sobre el nivel del mar. Está situada en plena Vegas Bajas del Guadiana.

La explotación es propiedad de la empresa “SAT Los Torrejones”, en un viñedo de 35 ha de la variedad Tempranillo, sobre patrón Ritcher-110 plantada en el año 2000 en espaldera, con sistema de formación en doble cordón Royat, con una altura de tronco de 60 cm y un marco de plantación de 3 m x 1,5 m (2.222 plantas/ha). La finca está dotada de sistema de riego localizado subterráneo. El abonado se realizaba, aplicando mediante fertirrigación y a lo largo del periodo vegetativo del cultivo, 24, 72 y 24 kg·ha⁻¹ de N, P y K (unidades fertilizantes). El suelo de esta explotación es típico de “Tierra de Barros” con alto contenido en arcilla y de elevada profundidad (80 cm), buena textura y estructura, ideal para el cultivo de la vid, ya que según los análisis, llevados a cabo en el Centro de Investigación Agraria “Finca La Orden–Valdesequera”, no tiene ningún factor limitante, ni físico, ni químico, ni biológico. Al inicio del ensayo se determinaron las características físico-químicas del suelo de la parcela a diferentes profundidades, a 30, 60 y 90 cm. (Figura 9).

Profundidad (0-30) cm

Determinación	Resultado	Método
Textura	ARCILLOSO	M.I.
Arcilla	49.88 %	M.I.
Arena	24.53 %	M.I.
Limo	25.59 %	M.I.
pH en agua 1:2,5	7.87	M.I.
Materia orgánica oxidable	5.54 %	M.I.
Capacidad de Inter. Catiónico	35.99 meq/100 gr.	M.I.
Conductividad eléct. 1:5 a 20°C	0.233 mmhos/cm.	M.I.
Potasio (K+)	0.837 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Calcio(Ca++)	28.00 meq/100 gr.	M.I.
Magnesio (Mg++)	5.52 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Fósforo asimilable, mét. Olsen (P)	8.88 ppm	M.I.

Profundidad (30-60) cm

Determinación	Resultado	Método
Textura	ARCILLOSO	M.I.
Arcilla	47.87 %	M.I.
Arena	27.30 %	M.I.
Limo	24.83 %	M.I.
pH en agua 1:2,5	8.24	M.I.
Materia orgánica oxidable	0.61 %	M.I.
Capacidad de Inter. Catiónico	30.50 meq/100 gr.	M.I.
Conductividad eléct. 1:5 a 20°C	0.106 mmhos/cm.	M.I.
Potasio (K+)	0.563 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Calcio(Ca++)	24.00 meq/100 gr.	M.I.
Magnesio (Mg++)	4.62 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Fósforo asimilable, mét. Olsen (P)	< 0.4 ppm	M.I.

Profundidad (60-100) cm

Determinación	Resultado	Método
Textura	FRANCO-ARCILLOSO	M.I.
Arcilla	29.82 %	M.I.
Arena	29.15 %	M.I.
Limo	41.03 %	M.I.
pH en agua 1:2,5	8.37	M.I.
Materia orgánica oxidable	0.19 %	M.I.
Capacidad de Inter. Catiónico	16.37 meq/100 gr.	M.I.
Conductividad eléct. 1:5 a 20°C	0.081 mmhos/cm.	M.I.
Potasio (K+)	0.290 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Calcio(Ca++)	11.50 meq/100 gr.	M.I.
Magnesio (Mg++)	3.43 meq/100 gr.	M.I. (ICP-AES)
Fósforo asimilable, mét. Olsen (P)	< 0.4 ppm	M.I.

Figura 8. Análisis de suelos.

El sistema de laboreo es el tradicional con pases de cultivador con intercepa y “cuchilla” de verano, así mismo como los tratamientos fitosanitarios los determinados por la propiedad, siguiendo buenas prácticas agrícolas.

La estrategia del estudio consistió en plantear un ensayo con 4 tratamientos (T1, T2, T3 y T4), aplicando diferentes métodos de poda, con el fin de poder evaluar la

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

respuesta de la planta a distintos niveles de carga. Asimismo, en uno de los tratamientos, además se realizó aclareo de racimos.

Los tratamientos (T3) y (T2) se utilizaron como testigos, podándose de forma manual a ocho pulgares con una y dos yemas por pulgar, respectivamente. Este tipo de poda es el habitual de la zona.

En el tratamiento (T1) y (T4) el número de yemas va a depender de la altura de corte que realice la prepodadora, que en este caso se quedó establecida en 20 cm aproximadamente por encima de los brazos de la cepa.

En (T4) se suprimieron forma aleatoria y en fase de envero, uno de cada tres racimos que tenía la cepa, resultando un total de 20 racimos aproximadamente por cada cepa, con el fin de regular la producción a 8000 kg/ha. En el primer año del ensayo, 2004, no se llevó a cabo la estrategia de aclareo de racimos, por no estar aún determinado el número de racimos que dejar por cepa, excediéndose la fase de envero cuando se determinó.

En el año 3 (2006) y para los tratamientos (T1) y (T4), se practicó poda manual a dos yemas, con el fin de revertir al estado inicial de las cepas y así evitar una proliferación excesiva de pulgares que aumenten mucho el número de yemas vistas, evitando así un exceso de desequilibrio en la cepa. Quedaron los cuatro tratamientos podados manualmente a dos yemas, a excepción del tratamiento (T3) que se podó a una yema.

Se procedió a realizar un estudio climático con el fin de tener constancia de la homogeneidad o heterogeneidad de los años estudiados, la posible desviación de cada año respecto a la serie histórica, además de constatar posibles influencias en los resultados obtenidos. La serie histórica de referencia comprendió el periodo anual (1990-2010). La zona climática a la que pertenece el término municipal de Lobón, según las fichas agroclimáticas de Extremadura, publicadas en el Informe Anual de Caja de Badajoz (2013), se denomina Vegas del Guadiana.

Las bases de datos utilizadas para la elaboración del estudio climático fueron:

- ✓ MOTEDAS: base de datos mensual de la temperatura en España durante la serie histórica (1951-2010), (González-Hidalgo *et al.*, 2015).
- ✓ Variabilidad de la temperatura máxima y mínima mensual en España durante la serie histórica (1981-2010), evaluadas por Correlación Decay Distancia (CDD), (Peña-Angulo *et al.*, 2014).
- ✓ Variabilidad de la precipitación en España (Cortesi *et al.*, 2014).
- ✓ MOPREDAS: base de datos con las tendencias de precipitación (mensual de diciembre de 1945-noviembre 2005), (González-Hidalgo *et al.*, 2010).

2.2. DETALLES FOTOGRÁFICOS DE TRATAMIENTOS



Fotografía 2. Línea nº 3. Cepa 6. Poda Manual a 1 yema. (Enero 2005)
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 3. Línea nº 2. Cepa 5. Poda Manual a 2 yemas. (Enero 2005)
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 4. Línea nº 4. Cepa 9. Poda Mecánica. (Marzo 2004)
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 5. Línea nº 4. Cepa 9. Poda Mecánica. (Enero 2005)
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 6. Línea nº 4. Cepa 11. Poda Mecánica. (Enero 2007)
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 7. Línea nº 4. Cepa 6. Poda Mecánica. (Diciembre 2007)
Fuente: Elaboración propia

2.3. PLAN DE TRABAJO SEGUIDO

Durante los meses de enero y febrero se realizó la poda de invierno estableciendo en cada uno de los tratamientos de poda tradicional el número de pulgares y yemas correspondientes, así como la altura de corte de la prepodadora para los tratamientos de poda mecánica.

A partir de marzo y hasta septiembre, se realizaron controles del riego y fertilización con el fin de comprobar que eran homogéneos anualmente. Para ello se procedía a comprobar la homogeneidad en el sector de riego donde se ubicaba el experimento en caudales y fertirrigación.

La sanidad de la plantación se llevaba a cabo por los propios agricultores según criterios apoyados en asesoramiento externo por técnico competente, así como siguiendo las buenas prácticas agrícolas.

El seguimiento de la maduración comenzó con el inicio del envero (final de julio) y concluyó tras la vendimia (septiembre).

El análisis de los mosto, así como de las vinificaciones, se realizaron a partir de vendimia (septiembre-octubre).

Durante la vendimia se realizó el control de la producción, conteo del número de racimos y determinación de los kilogramos por cepa.

2.4. DETERMINACIONES

Las variables respuesta estudiadas, respecto a los diferentes tratamientos aplicados, se detallan a continuación.

2.4.1. AGRONÓMICAS

Después de la poda, y antes de la brotación, se contaron el número de yemas vistas por cepa y tras la brotación, el número de brotes. Estos datos se correlacionaron con el fin de observar su evolución. El conteo se llevó a cabo por operarios pertenecientes al Centro de Investigación Agraria “Finca La Orden-

Valdesequera". Así mismo se tomaron notas sobre la sanidad vegetal, las cuales fueron poco relevantes e incidentes a efecto de resultados.

✓ **Pulgares (PI)**

El corte de sarmientos realizados con poda mecánica, prepodadora, se realizó de forma indiscriminada sobre los elementos. Con el fin de observar la evolución de los pulgares dejados en años anteriores, respecto a los pulgares que van quedando como elementos efectivos en la cepa. Se procedió al conteo anual de pulgares en el mes de enero en todos los tratamientos y analizar los resultados estadísticamente.

✓ **Fertilidad Real (Fr)**

La fertilidad real determinó la relación entre el número de racimos que genera una cepa y el número de yemas vistas dejadas en la poda de invierno. Para obtener estos datos se procedió anualmente al conteo de yemas vistas después de la poda invernal realizada en el mes de enero, y conteo del número de racimos el día de vendimia. Este parámetro determinó la fertilidad del conjunto de yemas dejadas, así como la respuesta a generar brotes puramente vegetativos.

✓ **Fertilidad Potencial (Fp)**

En el caso de la fertilidad potencial la relación se consiguió dividiendo el número de racimos contados cada año, el día de vendimia, por el número de yemas brotadas contadas en el mes de abril de cada anualidad. El objetivo fue conocer con este índice la fertilidad de cada brote vegetativo.

✓ **Respuesta fisiológica de las yemas brotadas, respecto a las yemas dejadas (Rf)**

Con el conteo anual de las yemas vistas en el mes enero y posterior conteo de las yemas brotadas en el mes de abril, se obtiene el rendimiento neto de producción de brotes, tanto fructíferos como vegetativos que tiene la cepa. Los resultados obtenidos fueron fruto de los conteos realizados de yemas vistas y brotadas realizados para estudiar los parámetros de fertilidad real y fertilidad potencial.

✓ Estudio de la producción

Cada año la fecha de vendimia fue diferente, determinándose de acuerdo a los resultados que se iban obteniendo del muestreo realizado en el estudio de la evolución del pH, acidez total y concentración de sólidos solubles, así como las relaciones entre estos. El peso de cada tratamiento fue el resultado de la suma de pesos de cada parcela elemental (cepa).

La uva de vendimia de cada cepa se colocó en cajas de plástico, procediéndose al pesado en báscula con el correspondiente destarado y obtención del neto.

2.4.2. MADUREZ TECNOLÓGICA. EVOLUCIÓN

La madurez tecnológica consistió en el estudio de la evolución de los siguientes parámetros: pH, acidez total y concentración de sólidos solubles.

En la última semana del mes de julio de cada año estudiado, se procedió a la toma de muestras al azar realizadas sobre cada línea de tratamiento. De cada cepa seleccionada se tomaron muestras sobre racimos posicionados en diferentes pámpanos, y de estos se extraían las bayas, incluyendo el pedicelo (raspón), de diferentes posiciones, hombros, parte media y parte baja. Las uvas muestreadas se fueron almacenados en bolsas y las mismas identificadas con el fin de asociar los resultados obtenidos con el tratamiento de procedencia. Los muestreos se realizaron en cinco momentos cada año, comenzando con la primera toma de muestra en la última semana de julio y así sucesivamente hasta la última semana de agosto.

En el caso de la concentración de sólidos solubles se realizaba in-situ con refractómetro de campo. Para el caso del pH y acidez total, las muestras eran transportadas al laboratorio del Centro de Investigación Agraria “Finca La Orden-Valdesequera”, donde se procedía al análisis. En el caso del pH se realizaba con con método potenciométrico y la acidez total por volumetría ácido-base.

2.4.3. MADUREZ FENÓLICA

Los análisis de madurez fenólica se realizaron en el Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX). Los parámetros analizados fueron los siguientes: peso de bayas, concentración de sólidos solubles en madurez fenólica, densidad, alcohol probable, ácido tartárico, ácido málico, acidez total, madurez celular, madurez de las pepitas, I.P.T., I.P.T. extraíbles, antocianos totales. y antocianos extraíbles.

Se entregaron al laboratorio del (INTAEX) cada año y momentos antes de la vendimia, el muestreo tomado de aproximadamente 500 bayas de cada línea de tratamiento, con el fin de poder fijar la fecha definitiva de la vendimia. Con los datos obtenidos de los análisis de madurez fenólica, junto con los obtenidos de la madurez tecnológica en campo y laboratorio realizada en el Centro de Investigación Agraria "Finca La Orden-Valdesequera", se determinaba la fecha de vendimia.

Se examinó la concentración de azúcares y de acidez total en las bayas, permitiendo definir el índice de madurez expresado bajo forma de la relación Azúcar/Acidez total. Debido a que este índice representa la maduración de la uva solo a efectos parciales, ya que está basado sobre la evolución de la pulpa, consecuentemente fue necesario evaluar la madurez del hollejo, con el fin de conocer la degradación de las paredes y las membranas celulares, medida relacionada con el aumento de la extracción de los antocianos en los procesos de maceración prefermentativa, pudiendo llevar a vinos a menudo más ricos y más equilibrados.

En consecuencia, la elección de la mejor fecha de vendimiao, no sólo dependió de la evolución de la relación Azúcar/Acidez total (que queda imprescindible), sino también de la evolución de la madurez fenólica que corresponde a uvas maduras que presenten una buena extracción de los compuestos fenólicos y una contribución de los taninos de semillas la más débil posible.

Igualmente se procedió a pesar las bayas con báscula de precisión y posteriormente se analizó la pulpa y hollejo, determinando la madurez celular y de pepitas.

Mediante refractómetro se comprobó el grado Brix y el alcohol probable mediante método densimétrico.

Los resultados del ácido málico y tartárico se obtuvieron mediante métodos enzimáticos, así como los de polifenoles y antocianos se aplicaron métodos clorimétricos.

2.4.4. VINOS

Una vez determinada la fecha de vendimia, el equipo de operarios del Centro de Investigación Agraria “Finca La Orden-Valdesequera” procedía a la recolección de la uva del ensayo.

La recogida de uva se realizaba en cajas de plástico, tomándose el peso de racimos por cada cepa. La suma de todos los pesajes de la producción por cepa, determinó el peso total de cada tratamiento.

En cada caja se quedaba indicado del tratamiento del que procedía, con el fin de que en bodega se pudieran elaborar y analizar los vinos de acuerdo a la indicación determinada.

La uva se transportó a la Estación Enológica de Almendralejo donde fue recepcionada y clasificada por los técnicos responsables del procesado, elaboración y análisis del vino.

En la bodega experimental de la Estación Enológica de Almendralejo se efectuaron vinificaciones de 250 l. Se llevó a cabo únicamente una vinificación por cada tratamiento y año.

Una vez procesado y elaborado el vino, se analizaron los parámetros siguientes: Ph, Acidez Total, I.P.T., antocianos, taninos, índice colorante y grado alcohólico.

Se analizó el pH mediante método potenciométrico, la acidez total mediante método de volumetría ácido-base, así como los polifenoles, antocianos, taninos e índice colorante, se analizaron con métodos clorimétricos y el grado alcohólico con método densimétrico.

Todos los resultados de los análisis realizados se relacionaron con los tipos de podas (tratamientos).

Los análisis de densidad, concentración de sólidos solubles y acidez total, se realizaron de acuerdo a los métodos oficiales de la Organización Internacional de la Viña y del Vino (1990).

El ácido málico y ácido tartárico fueron, respectivamente, analizados enzimáticamente utilizando un sistema denominado Easychem multidetector (Systea S.p.a., Anagni, Italia).

Las sustancias fenólicas del mosto y sustancias fenólicas de vino se midieron por espectrofotometría a 280 nm (Ribéreau-Gayon *et al.* 1999).

Las antocianinas, catequinas y los taninos se determinaron de acuerdo con Di Stefano *and* Guidoni (1989); Ribéreau-Gayon *and* Stonestreet (1966), respectivamente.

El atributo de color, intensidad de color (IC), se midió según Glories (1984) utilizando un espectrofotómetro Shimadzu con cromatografía software de control del sistema de datos (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japón).

2.4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

Para los datos de Madurez tecnológica, debido a que se midió durante 5 momentos antes de la vendimia, el diseño fue un Split-split-plot, en el que la jerarquía de factores fue: año-momento-tipo de poda.

Para los datos de calidad de vinos, debido a que los racimos de toda la fila-tratamiento se juntaron para la elaboración enológica, se ha considerado el año

como factor repetición del tratamiento, por lo que el análisis estadístico fue un ANOVA simple (Unianova)

El análisis estadístico de los resultados se hizo mediante un ANOVA (Análisis de la Varianza para cada año por separado y para el conjunto de todos los años. Tanto para los datos anuales como para la media de los años y tratamientos, se realizó una separación de medias cuando el ANOVA mostó diferencias significativas, mediante el test de tukey, al $p=0,05$.

Para los tratamientos estadísticos se utilizó el paquete estadístico SPSS. Ver. 15.0 (IBM, Armonk, NY) y para las tablas y gráficos la aplicación Microsoft Excel 2010.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DE ENSAYO

La influencia del clima y la respuesta del viñedo a la producción y calidad de mostos y vino es indudable (Carey *et al.*, 2008). Asimismo, Jackson *and* Lombard (1993) al estudiar los factores que causan cambios directos en la composición de la uva y la calidad del vino, afirmaron que los factores con mayor peso específico en la influencia sobre la composición de la uva y la calidad del vino son: el clima, el suelo, la geografía y la gestión vitícola. Esta última determinante en la respuesta de la vid a nivel de crecimiento, desarrollo, rendimiento e incidencia de plagas y enfermedades.

En un estudio realizado por De la Cruz *et al.* (2012), quedaron reflejado que la influencia de la zona y el clima son incidentes en los resultados de los vinos obtenidos. Determinaron que los mejores vinos logrados, de acuerdo a sus características químicas, son los obtenidos de la variedad Merlot provenientes de Ezequiel Montes, frente a los originados en otras zonas estudiadas.

González *and* Ferrer (2000), en otro ensayo realizado en un viñedo de variedad Tannat, se comparó el efecto de dejar 4, 6 u 8 yemas por vara, con el fin de encontrar las determinaciones en: concentración de polifenoles y el color de los vinos. Se obtuvieron resultados diferentes en cada año. Para el año 2001, debido a que el exceso de lluvias y las elevadas temperaturas incidieron negativamente en la fotosíntesis y en el metabolismo secundario, disminuyendo la concentración de polifenoles y bajando el índice colorante. En cambio, en el año 2002 se dieron muy buenas condiciones para la síntesis de polifenoles y también para la fotosíntesis.

En el año 2003 hubo buenas condiciones para la síntesis de componentes de calidad, pero la elevada disponibilidad hídrica determinó un aumento del tamaño de las bayas lo que pudo determinar cierto efecto de dilución. En 2004 se verificó una menor síntesis polifenólica, probablemente debido al efecto conjunto de las temperaturas altas y el mayor estrés hídrico. En trabajos realizados en los mismos

años y la misma región con la variedad Merlot se verificó un efecto similar del clima sobre la síntesis de azúcares y polifenoles y sus contenidos en las uvas.

Moral *et al.* (2014), estudiaron el clima de la región extremeña clasificándolo en zonas bioclimáticas y grupos de acuerdo a la temperatura y precipitación media en la serie histórica (1980–2011), con el fin de caracterizarlo y poder determinar, según las características agroclimáticas de las variedades de vid, la correcta implantación del cultivo, según zona. La temperatura y pluviometría media anual de la zona en la serie histórica (1990–2010) fue de 23,3 °C y 486,56 mm, respectivamente.

Comparando los datos anuales correspondientes al periodo desarrollado el ensayo, se pudo observar la desviación que existió respecto a las media de la serie histórica (1990–2010) de la temperatura y pluviometría media anual. En la Tabla 2 quedan representados los datos anuales respecto a los datos de la serie histórica y las desviaciones.

Tabla 2. Desviación de la temperatura y precipitación media del período del (2004–2005), respecto a la serie histórica (1990–2010).

AÑO	tm (°C)	ppm (mm)	Serie Histórica (1990–2010) tm (°C)	Serie Histórica (1990–2010) ppm (mm)	Desv. tm (°C)	Desv. Ppm (mm)	Desv. ppm (%)
2004	23,2	448,7	23,3	486,59	-0,1	-37,89	-7,79
2005	23,7	267,4	23,3	486,59	0,4	-219,19	-45,04
2006	24,0	515,4	23,3	486,59	0,7	28,81	5,92
2007	22,8	392,1	23,3	486,59	-0,5	-94,49	-19,42
2008	22,9	449,4	23,3	486,59	-0,4	-37,19	-7,64
MEDIA (2004 –2008)	23,3	414,6	23,3	486,59	0,0	-71,99	-14,79

(Los valores negativos significan que el año de estudio tuvo valores inferiores a la media de la serie histórica)

Como puede observarse en la Tabla 2, a nivel de temperatura, los años de estudio fueron normales respecto a la serie histórica (1990–2010), caso contrario ocurrió con la pluviometría, que tuvo una desviación media de -72,0 mm, que en datos porcentuales estaría en un 15,0 % menos respecto a la media de la serie (1990–2010). Por consiguiente se pudo determinar que fueron años más secos que la media de los años de la serie histórica. El dato más destacable estuvo en la lluvia de los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del año 2005, con una baja pluviometría en primavera respecto al resto de años. El desvío fue de 219,19 mm de lluvia menos que la media de la serie histórica (1990-2010) y 147,20 mm menos respecto a la media del periodo de ensayo.

Moral *et al.* (2014) determinaron cuatro grupos con similitudes climáticas. Según las coordenadas de ubicación del ensayo, esta zona correspondería al grupo climático 2. El grupo climático 2 mostró diferencias significativas respecto al grupo 1 en los modelos WI, HI y GST, frente a todos los grupos en el modelo CI y sin diferencias significativas en el resto de modelos respecto a los demás grupos.

En la Tabla 3, se define la clasificación del área de ensayo, de acuerdo a los índices climáticos estudiados por (Moral *et al.*, 2014). Los datos detallados, de acuerdo a la clasificación establecida en los trabajos anteriormente expuestos, indican que el clima de la zona donde se llevó a cabo el ensayo y en el período (2004-2008), es muy cálido (GTS), pertenece a la Región V (GDD/WI), demasiado cálido para (HI) y nivel 5 en (BEDD).

Consecuentemente, según los índices climáticos de la vid estudiados por Moral *et al.* (2014), los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, se puede decir, que son similares a la media de la serie histórica (1990-2010), luego pueden considerarse años normales.

Tabla 3. Índices climáticos vitícolas del área de ensayo. Lobón (Badajoz).

AÑOS	MODELOS CLIMÁTICOS			
	GST	GDD/WI	HI	BEDD
2004	Muy Cálido	Región V	Demasiado Cálido	5
2005	Muy Cálido	Región V	Demasiado Cálido	6
2006	Muy Cálido	Región IV	Demasiado Cálido	6
2007	Muy Cálido	Región V	Demasiado Cálido	5
2008	Cálido	Región V	Demasiado Cálido	5
MEDIA (2004– 2008)	Muy Cálido	Región V	Demasiado Cálido	5
MEDIA (1999– 2010)	Muy Cálido	Región V	Demasiado Cálido	5

A continuación se detallan los diagramas ombrotérmicos de cada año estudiado y de la media de la serie histórica, donde se puede observar la evolución térmica y pluviométrica mensual.

En la Figura 9, correspondiente al año 2004, se detalla la evolución de la temperatura anual, con una temperatura media de 23,2 °C, siendo el mes más frío diciembre y el mes más cálido julio. Los valores de pluviometría fueron de 448,7 mm. Estos datos, comparados con la media de la serie histórica (Figura 14), reflejan que no hubo diferencias importantes respecto a la temperatura y una disminución relativa a la pluviometría de 38 mm.

En el año 2005 (Figura 10), la temperatura media del año estuvo en 23,7 °C, aumentando 0,4 °C, respecto a la media de la serie histórica (Figura 14), con el mes más frío situado en diciembre y el mes más cálido en el mes de agosto. Se observa en este año un descenso muy pronunciado de la pluviometría, disminuyendo 220 mm.

El año 2006 (Figura 11) fue el año más cálido y de mayor lluvia de todo el periodo (2004-2008), con una temperatura media de 24,0 °C, aumentando respecto a la

temperatura media de la serie histórica (Figura 13) 0,7 °C, con el mes más frío en enero y el mes más cálido en julio. La pluviometría fue de 515,40 mm, aumentando respecto a la serie histórica (Figura 14) 28,81 mm.

La Figura 12, muestra los datos del año 2007. Este año con temperatura media de 22,8 °C, presentó un descenso de la temperatura media respecto a la serie histórica (Figura 14) de 0,5 °C. El mes más frío estuvo en enero y el más cálido en julio. Respecto a la serie histórica en pluviometría hubo un descenso de 94,49 mm.

La temperatura media del año 2008 (Figura 13) fue de 22,9 °C, presentando un descenso de 0,4 °C respecto al mediada de la serie histórica (Figura 14). El mes más frío fue diciembre y el más cálido agosto. La pluviometría del año estuvo en 449,4 mm, mostrando un descenso respecto a la serie histórica de 37,19 mm.

En resumen la desviación de la temperatura media del periodo de ensayo, respecto a la media de la serie histórica (Figura 14), no presentó diferencias, sin embargo si hubo diferencias en lo relativo a la pluviometría, encontrando un descenso de 71,99 mm respecto a la media de la serie histórica, que porcentualmente se traduce en un descenso del 14,79 %. El año con mayor pluviometría fue el año 2006 y por el contario el que menos el año 2005, sin embargo respecto a la temperatura, el año con mayor temperatura media anual fue el año 2006 y el que menos el año 2007.

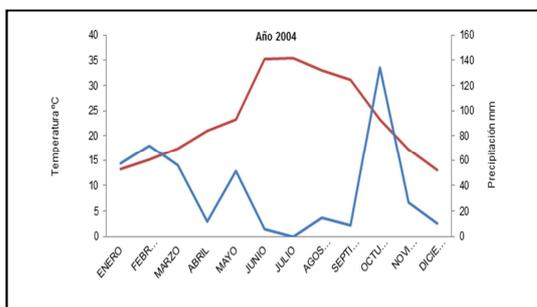


Figura 9. Diagrama ombrotérmico (año 2004)

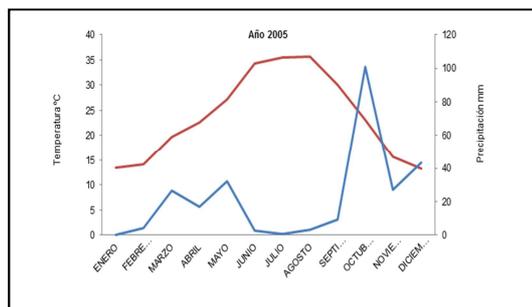


Figura 10. Diagrama ombrotérmico (año 2005)

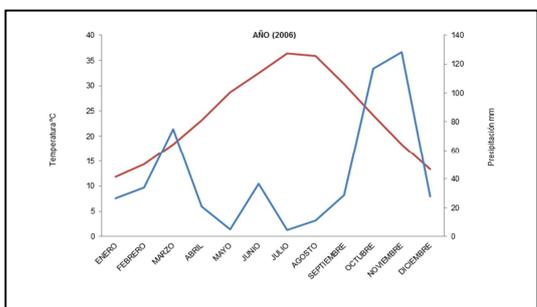


Figura 11. Diagrama ombrotérmico (año 2006)

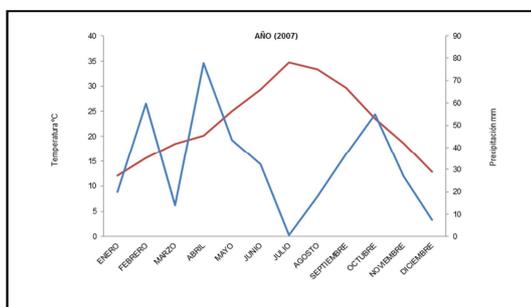


Figura 12. Diagrama ombrotérmico (año 2007)

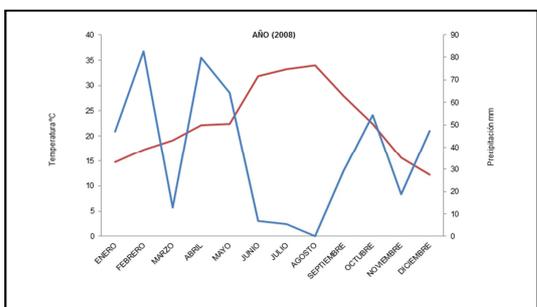


Figura 13. Diagrama ombrotérmico (año 2008)

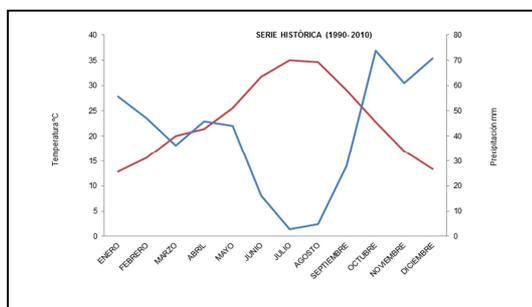


Figura 14. Diagrama ombrotérmico (1990 – 2010)

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

3.2. ASPECTOS AGRONÓMICOS

3.2.1. NÚMERO DE PULGARES POR CEPA

Los datos correspondientes al número de pulgares por cepa (Tabla 4), mostraron diferencias significativas debidas al año, tipo de poda, así como a su interacción.

Tabla 4. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de pulgares en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	1112,31	70,12	***	0,000
Error a	60	15,86			
Poda (P)	3	6632,96	355,88	***	0,000
A x P	12	479,19	25,71	***	0,000
Error b	225	18,64			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Como puede apreciarse en la Tabla 5 el número de pulgares que contenían las cepas tras la poda fue diferente durante el ensayo. Los años 2007 y 2008 la media fue más alta que el resto de los años. En el año 2006 el número de pulgares fue el menor, provocado de manera intencionada, con el fin de reconvertir a poda tradicional los tratamientos de poda mecánica y en el año siguiente volver a poda mecánica, aunque sin diferencia entre los tratamientos. El resto de años los tratamientos mecánicos tuvieron un mayor número de pulgares que los podados manualmente, aspecto que queda reflejado en los valores medios. Tal y como se ha detallado anteriormente, en los tratamientos mecánicos se observa un incremento en los dos últimos años de ensayo del número de pulgares por cepa, lo cual influye en el número medio de pulgares del total del ensayo. Sobre este hecho, pudo tener influencia la severidad de la poda manual a dos yemas practicada en el año 2006 sobre los tratamientos de podas mecánicas (T1) y (T4). Se observa en los datos señalados en la Tabla 5 que la poda mecánica (T1), paso de tener en el año 2005 una media de 27 pulgares por cepa, a una media de 14,63 en el año 2006. Mientras que la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), en el año 2005 presentó una media de 21,25 pulgares por cepa a 15 en el año 2006.

Tabla 5. Número de pulgares por cepa, año y media del ensayo.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	27,94 a	27,00 a	14,63 a	32,06 b	33,31 a	27,00 a
Manual 2 yemas	9,50 c	11,50 c	10,88 a	11,63 c	9,56 b	10,61 b
Manual 1 yema	9,75 c	13,56 c	11,75 a	12,75 c	9,88 b	11,54 b
Mecánica y Aclareo	22,75 b	21,25 b	15,00 a	37,13 a	37,25 a	26,69 a
Media	17,48 B	18,33 B	13,06 C	23,39 A	22,50 A	18,96

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

En el año 2008 y 2007 (Figura 16), se aprecia un incremento importante del número de pulgares por cepa en los tratamientos de podas mecánicas (T1) y (T4), probablemente, debido al efecto de la poda severa realizada en el año 2006, donde la estrategia se basó en reducir el número de pulgares de los tratamientos podados mecánicamente hasta aproximarlos a los pulgares dejados en la poda manual a dos yemas (T2). Se observa que en estos dos años, 2007 y 2008, fue superior el número de pulgares de la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), respecto de la poda mecánica (T1). Este resultado pudo ser debido a la práctica del aclareo de racimos en el tratamiento (T4), ya que los fotoasimilados no consumidos por los racimos eliminados, la planta los destinó a otros sumideros, aumentando la capacidad vegetativa y productiva, y por lo tanto el número de sarmientos que con la poda generarán los pulgares (Martínez de Toda *and* Sancha, 1992).

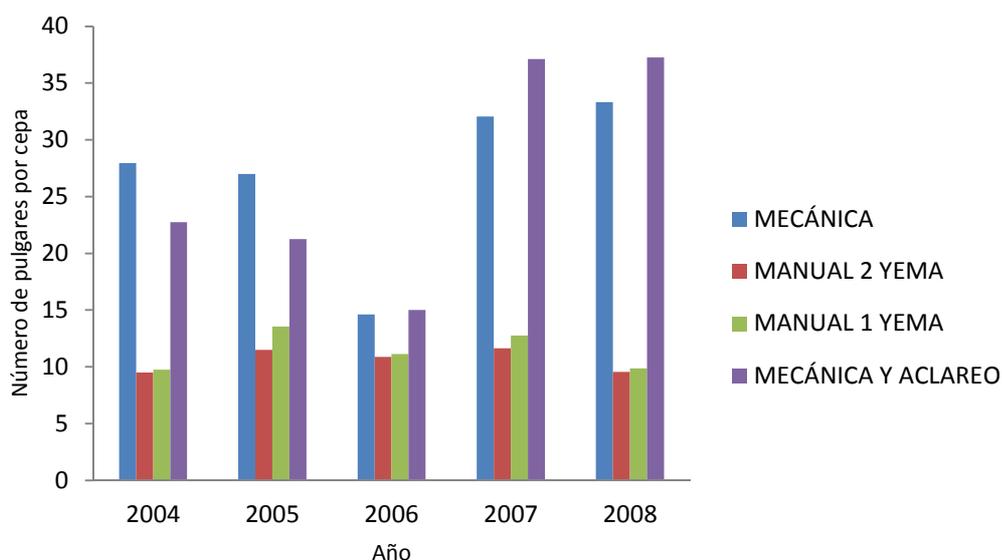


Figura 15. Número de pulgares por cepas, tratamiento y años

3.2.2. NÚMERO DE YEMAS VISTAS POR CEPA

Analizando los datos expuestos en la Tabla 6, se puede observar que hubo diferencias significativas debidas al año, a la poda y a la interacción año por poda.

Tabla 6. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas vistas por cepa en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	20021,11	135,05	***	0,000
Error a	60	148,25			
Poda (P)	3	148,25	0,95	***	0,035
A x P	12	7133,92	45,91	****	0,000
Error b	225	155,40			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Son evidentes las diferencias significativas de yemas dejadas o vistas entre tratamientos de poda mecánica, respecto a poda manual, ya que es lo que se perseguía para conseguir los objetivos planteados en este trabajo. La Tabla 7 muestra las medias de yemas vistas por tratamientos durante el periodo de ensayo y la media de yemas entre tratamiento y año. Analizando los datos, no hubo diferencias significativas entre tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4); ni entre tratamientos de poda manual (T2) y (T3), por el contrario interanualmente si encontramos diferencias significativas, debido a la influencia de las yemas brotadas anualmente en los tratamientos de podas mecánicas. Al podar mecánicamente se aumenta considerablemente el número de yemas vistas, alrededor de cuatro veces más que en la poda manual a dos yemas y ocho veces más que en la poda manual a una yema. Con la poda mecánica, al podar de forma no selectiva los pulgares, el resultado es que quedan un gran número de yemas vistas en la cepa, que en condiciones normales de cultivo brotarán, generando un alto número de yemas brotadas, futuros sarmientos dentro del ciclo vegetativo correspondiente, que a su vez al ser podados en el invierno siguiente formarán parte de la nueva carga de yemas vistas. El comportamiento de la planta frente a este método de poda, año tras año, ha sido objeto de estudios por varios autores, coincidiendo con estos resultados. Así Almanza, Camacho *and* Balaguera (2012), constataron que al

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

podar mecánicamente se incrementó el número de yemas vistas tras la poda, con respecto a las podadas manualmente.

Tabla 7. Número de yemas vistas por cepa.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	70,94 a	101,31 a	34,31 a	73,50 b	126,19 a	81,25 a
Manual 2 yemas	16,06 b	34,50 c	18,75 b	22,31 c	19,13 b	22,15 b
Manual 1 yema	10,63 b	13,88 c	12,44 b	14,00 c	9,88 b	12,16 b
Mecánica y Aclareo	69,25 a	79,44 b	32,38 a	95,31 a	132,31 a	81,74 a
Media	41,72 C	57,28 B	24,47 D	51,28 B	71,88 A	49,32

* Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

Se observa un incremento considerable de yemas vistas por cepa en el año 2008 (Figura 17), siendo más notable en el tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos (T4) que en el tratamiento de poda mecánica (T1), posiblemente ocasionado por el efecto del aclareo de racimos practicado durante los cuatro años anteriores. Esta práctica, provoca que la planta termine su ciclo vegetativo, con mayor acumulación de reservas en madera y mejor reparto de sabia (Bertamini *et al.*, 1989), provocando un incremento en el número de yemas vistas, en los años siguientes. En los años 2005 y 2007 no existió diferencias significativas entre las medias, por el contrario si se hubo un descenso importante en el año 2006 por la estrategia de poda manual de los tratamientos (T1) y (T4). En el año 2004, es evidente que las podas mecánicas tengan un menor número de yemas vistas, ya que el número de sarmientos del año 2003, al provenir de podas manuales, era sustancialmente inferior a la media de los tratamientos.

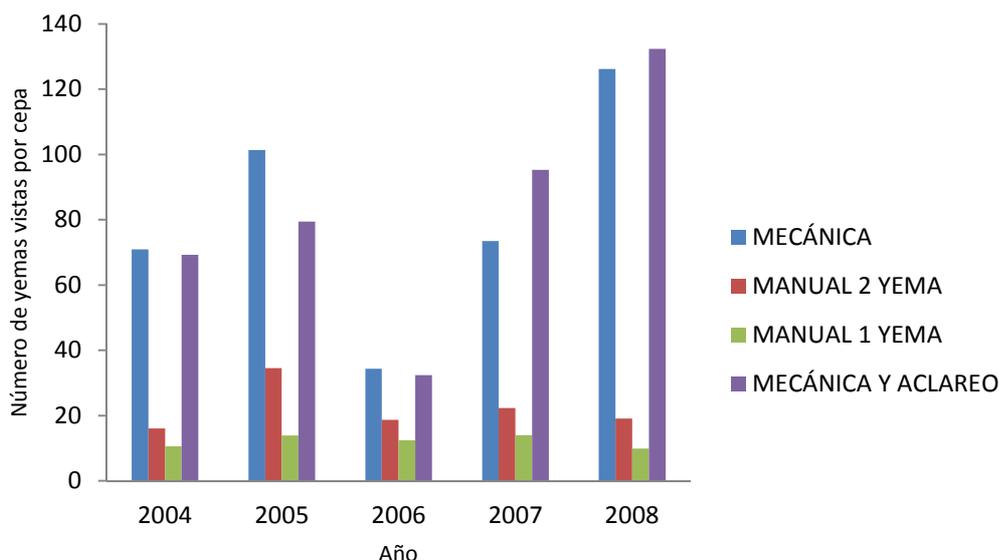


Figura 16. Número de yemas vistas por cepa, tratamiento y años.

3.2.3. NÚMERO DE YEMAS VISTA POR PULGAR

Al estudiar estadísticamente los datos correspondientes a la variable número de yemas vistas por pulgar, respecto a las posibles interacciones con el año, poda y la interacción de ambos (Tabla 8), estos muestran que existen diferencias significativas entre los resultados de las medias, debido a la interacción de la variable con el efecto año y su interacción con la poda, sin embargo el método de poda utilizado en cada tratamiento, no influyó en las diferencias significativas que se observan entre las medias.

Tabla 8. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas vistas por pulgar en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	12,52	56,90 ***	0,000
Error a	60	0,220		
Poda (P)	3	0,220	1,24	0,139
A x P	12	2,75	15,42 ****	0,000
Error b	225	0,18		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Es de señalar que la media de yemas vistas por pulgar resultantes de las podas mecánicas (T1) y (T4), no presentan diferencias significativas, dado que ambos tratamientos se podaron igualmente todos los años. En lo que respecta a las podas

manuales (T2) y (T3) existen diferencias significativas. La media de yemas vistas por pulgar en ambos tratamientos, cumplieron con la estrategia establecida en el ensayo (Tabla 9).

Tabla 9. Número de yemas vistas por pulgar.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	2,62 b	3,82 a	2,47 a	2,30 a	3,81 a	3,00 a
Manual 2 yemas	1,71 c	3,02 b	1,74 b	1,92 b	2,00 b	2,08 b
Manual 1 yema	1,09 c	1,02 c	1,06 c	1,96 b	1,00 c	1,05 c
Mecánica y Aclareo	3,11 a	3,75 a	2,19 a	2,56 a	3,59 a	3,04 a
Media	2,13 C	2,91 A	1,86 D	1,97 D	2,60 B	2,29

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

En el gráfico de la Figura 18, se muestra como las podas mecánicas (T1) y (T4) presentan un número de yemas vistas por pulgar muy superior en todos los años, respecto a las yemas vistas dejadas por pulgar en las podas manuales. Se debe considerar, en la interacción año por poda, que los años 2005 y 2008 presentan un incremento de yemas vistas por pulgar superior al resto de años y además más pronunciado en las podas mecánicas, donde es evidente la tendencia a autorregularse la planta en el número de yemas vistas por pulgar. Se observa que no existen diferencias significativas dentro del mismo tratamiento en las podas mecánicas interanualmente, a excepción de la poda mecánica (T1) en el año 2004, posiblemente debido al cambio y adaptación de la planta al pasar de poda manual en el año 2003 a poda mecánica en el año 2004. Esta autorregulación, en poda mecánica, queda evidente en los pares de años 2005 y 2008, y en los años 2004 y 2007. Las yemas vistas del año 2005, provienen de los sarmientos del año anterior, 2004, donde se practicó poda mecánica sobre cepas que en el año 2003 estuvieron podadas manualmente. Caso similar ocurre en el año 2008, donde las yemas vistas provienen de los sarmientos del año 2007, donde al igual que en el año 2004, se practicó poda mecánica sobre cepas podadas manualmente en el año 2006. Este fenómeno de adaptabilidad de la planta de vid a la poda lo describieron los autores Aliquó, Catania *and* Aguado (2010), donde determinan que la modificación morfológica de la planta de vid mediante la poda, hace que esta se

adecue a la nueva situación, modificando entre otros aspectos, el número de yemas disponibles en la siguiente anualidad. El año con mayor número de yemas vistas por pulgar fue el 2005, seguido del 2008, aunque presentan diferencias significativas. Este aumento de yemas vista se pudo deber a lo expuesto anteriormente en lo relativo al comportamiento vegetativo de los años precedentes.

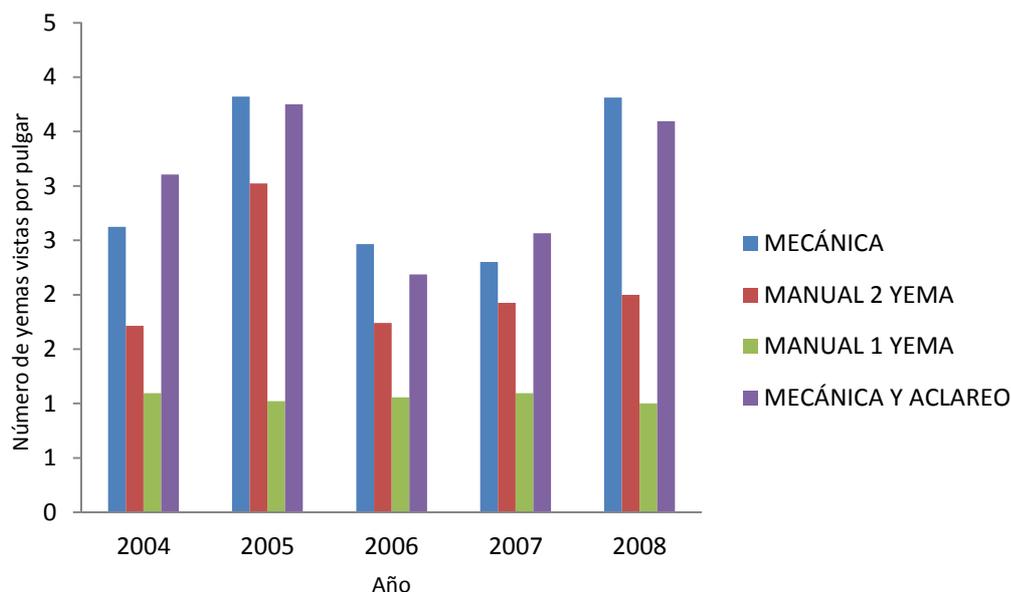


Figura 17. Número de yemas vistas por pulgar, tratamiento y años.

3.2.4. NÚMERO DE YEMAS BROTADAS POR PULGAR

En la Tabla 10, se muestran diferencias significativas debidas al año, poda y a su interacción.

Tabla 10. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por pulgar en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	25,47	50,62	***	0,000
Error a	60	0,50			
Poda (P)	3	8,64	13,95	***	0,002
A x P	12	4,14	6,69	***	0,000
Error b	225	0,62			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Se aprecia en la Tabla 12 que no existen diferencias significativas entre poda mecánica (T1) y (T4), asimismo ocurrió con los tratamientos de poda manual (T2) y (T3). En las podas mecánicas brotaron menos yemas por pulgar que en las podas manuales, que comparado con el número de yemas vista por pulgar, resulta un leve descenso en la brotación de los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), y por el contrario un aumento de la brotación en las podas manuales (T2) y (T3), (Tabla 11).

Tabla 11. Índice de brotación.

PODA	YEMAS VISTAS POR PULGAR	YEMAS BROTADA POR PULGAR	ÍNDICE DE BROTACIÓN
Mecánica	3	2,47	0,82
Manual 2 yemas	2,08	3,07	1,47
Manual 1 yema	1,05	3,08	2,93
Mecánica y Aclareo	3,04	2,55	0,84

Estos datos revelan una regularidad en la brotación de las cepas respecto a la madera de poda dejada, lo que puede llevar a estimar una posible autorregulación de la planta expuesta a distintos tipos de poda. Martínez de Toda (1995) explicó este fenómeno en su publicación sobre la aplicación de diferentes tipos de poda, considerando la poda manual, poda mecánica, poda mínima y poda cero, en el que determinó que el mantenimiento consecutivo, al menos durante ocho años, de podas de invierno con grandes cargas de yemas, conllevó a que las plantas presentaran un alta capacidad de autorregulación, con autolimitación de brotes efectivos y eliminación de nietos y chupones, debido a un mayor número de puntos de brotación, junto con un mejor reparto de fotoasimilados.

Tabla 12. Número de yemas brotadas por pulgar.

Poda	Año										Media	
	2004		2005		2006		2007		2008			
Mecánica	1,97	b	2,14	b	4,35	a	1,91	b	1,98	b	2,47	b
Manual 2 yemas	2,71	a	3,02	a	3,41	a	3,06	a	3,16	a	3,07	a
Manual 1 yema	2,56	a	2,84	a	3,54	a	3,19	a	3,28	a	3,08	a
Mecánica y Aclareo	2,11	b	2,56	b	4,32	a	1,86	b	1,92	b	2,55	b
Media	2,34	B	2,64	B	3,91	A	2,51	B	2,59	B	2,80	

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

Se puede observar que en el año 2006 (Figura 19), tras realizar la poda manual a dos yemas en los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), se redujo considerablemente el número de pulgares, induciendo un descenso en el número de yemas brotadas. Ahora bien, en lo que respecta el número de yemas brotadas por pulgar, en el año 2006 se aprecia un incremento importante. El resto de años presentan una alta regularidad sin diferencias significativas entre años, lo que determina un buen equilibrio de brotación respecto a los pulgares dejados en la poda invernal.

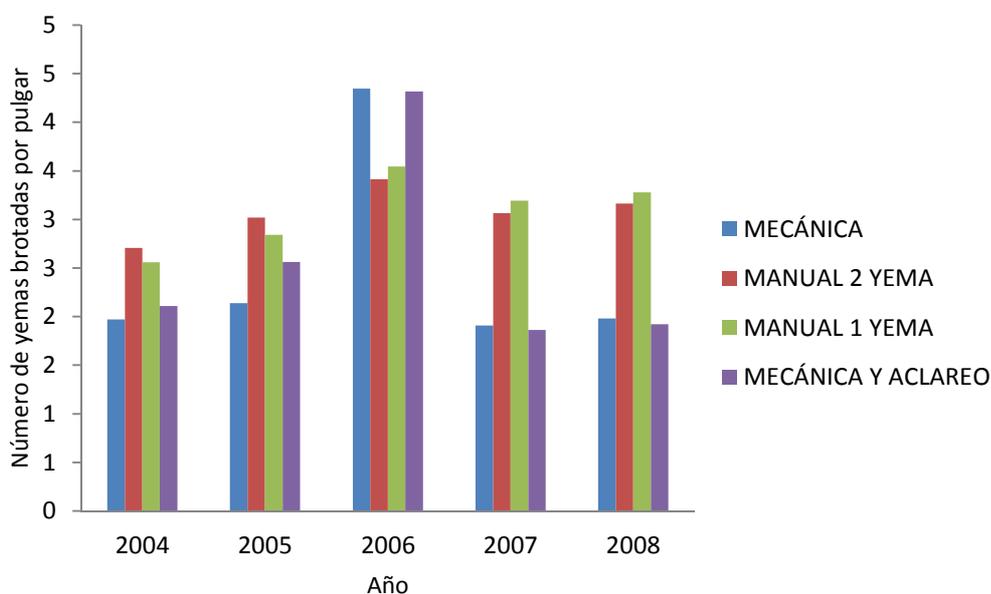


Figura 18. Número de yemas brotadas por pulgar, tratamiento y años.

3.2.5. NÚMERO DE YEMAS BROTADAS EN ESTADO “F” POR CEPA

Los datos correspondientes al número de yemas brotadas por cepa, mostraron diferencias significativas debidas la interacción con el año, tipo de poda, así como a su interacción (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por cepa en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	1758,12	48,50	***	0,000
Error a	60	36,25			
Poda (P)	3	15539,41	288,80	***	0,000
A x P	12	527,26	9,80	***	0,000
Error b	225	53,81			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Como se aprecia en la Tabla 14, existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), respecto a las poda manuales (T2) y (T3).

No se encontraron diferencias significativas en la variable yemas brotadas por cepa, entre tratamientos de poda mecánica (T1) y poda mecánica (T4); así mismo sucedió con las podas manuales (T2) y (T3). Sin embargo, si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos podados mecánicamente y los podados manualmente. Si hubo diferencias significativas interanualmente, encontrando que los años con mayor número de yemas brotadas por cepa fueron el 2007 y 2008, y el año con menor número de yemas brotadas por cepa el 2004. En el año 2004 el comportamiento de este nivel bajo de brotación en las podas mecánicas, se pudo deber a que fue el primer año de práctica de poda con este método y las yemas latentes no se diferenciaron en el año anterior, sin embargo en los años 2007 y 2008, la diferenciación de yemas latentes si pudo ocurrir en el año precedente, al haber existido con anterioridad podas mecánicas sobre esas cepas y haber tenido pulgares procedentes de esperguras que fueron fértiles en los años 2004 y 2005.

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

Este fenómeno es confirmado también por los resultados obtenidos en otro estudio, donde se determinó que un control correcto del balance (crecimiento/desarrollo) en la planta de la vid, perseguido con la poda de invierno incide en el equilibrio de yemas brotadas respecto a las yemas vistas dejadas, retrasando el envejecimiento y mejorando la vecería (Komm *and* Moyer, 2015).

Esto concuerda con lo descrito por otros autores, que afirman que, se estimula la brotación de yemas latentes localizadas en madera de más de un año, aumentando el potencial de crecimiento vegetativo de la planta (Almanza, Camacho *and* Balaquera, 2012).

En el año 2006, Al disminuir notablemente el número de pulgares y volver a podar estos tratamientos (T1) y (T4), en el invierno con poda mecánica, pudo haber yemas latentes en madera vieja, que con la poda mecánica de dos o más años que brotaron, incluso las yemas basales de los pulgares presentes. Estas yemas además de brotar pudieron haber sido fértiles (Hidalgo, 1999). Concretamente con la poda, debido a la adaptabilidad que presenta la planta de vid, se pretende adecuar la planta a las necesidades del viticultor (Aliquó, Catana *and* Aguado, 2010). Por el contrario, Martínez de Toda (1995), determinó que en los primeros años, al realizar poda mecánica en la vid, no brotaron todas las yemas dejadas en la poda invernal, quedando un gran número en latencia. El incremento de yemas vistas, como consecuencia de la aplicación de poda mecánica en viñedo, incide en el aumento del número de yemas brotadas, que a su vez afecta a un incremento de la superficie foliar (Andreu *and* Nuñez, 2007). Otros estudios analizaron la aplicación de la práctica del aclareo de racimos y su incidencia sobre el potencial vegetativo de las plantas, resultando que una reducción en exceso de racimos, afecta directamente al rendimiento, pudiendo ocasionar un desequilibrio que aumenta el potencial vegetativo de la planta, provocado por un incremento de yemas brotadas (Hidalgo, 1999).

Tabla 14. Número de yemas brotadas por cepa.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	52,75 a	55,13 a	51,81 a	60,63 b	65,38 a	57,14 a
Manual 2 yemas	25,50 b	38,31 b	36,94 b	35,50 c	29,75 b	32,48 b
Manual 1 yema	24,94 b	34,69 b	40,56 b	40,31 c	31,25 b	35,08 b
Mecánica y Aclareo	47,00 a	51,94 a	54,81 a	68,69 a	70,13 a	58,51 a
Media	37,55 D	45,02 C	46,03 B	51,28 A	49,13 B	45,80

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

En la Figura 20 se detalla el número de yemas brotadas por cepas, donde se puede observar la gran diferencia de yemas brotadas en las podas mecánicas respecto a las yemas brotadas en las podas manuales en todos los años.

En el año 2004 y 2005 se aprecia que la poda mecánica (T1) fue superior a la poda mecánica con aclareo de racimos, aunque sin diferencias significativas entre ellas.

Puntualizar que, a pesar de la sequía pronunciada del año 2005, el comportamiento de brotación fue bueno para todos los tratamientos.

En el año 2006, contrariamente a lo esperado, en las podas mecánicas, brotaron más yemas que en la poda manual a dos yemas. Esto fue debido a la poda severa efectuada en estos tratamientos, con la consiguiente brotación de yemas basales y adventicias. Se deja de notar este año y siguientes, 2007 y 2008, un incremento de las yemas brotadas por cepa en el tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos, probablemente debido a que los fotoasimilados no consumidos por los racimos eliminados los derivó la planta a otros puntos de demanda y sobre todo a reservas en madera en forma de almidón.

En el año 2007 y 2008 se observa un excelente nivel de brotación de las podas mecánicas respecto a las podas manuales, que incluso descienden en la brotación por cepa.

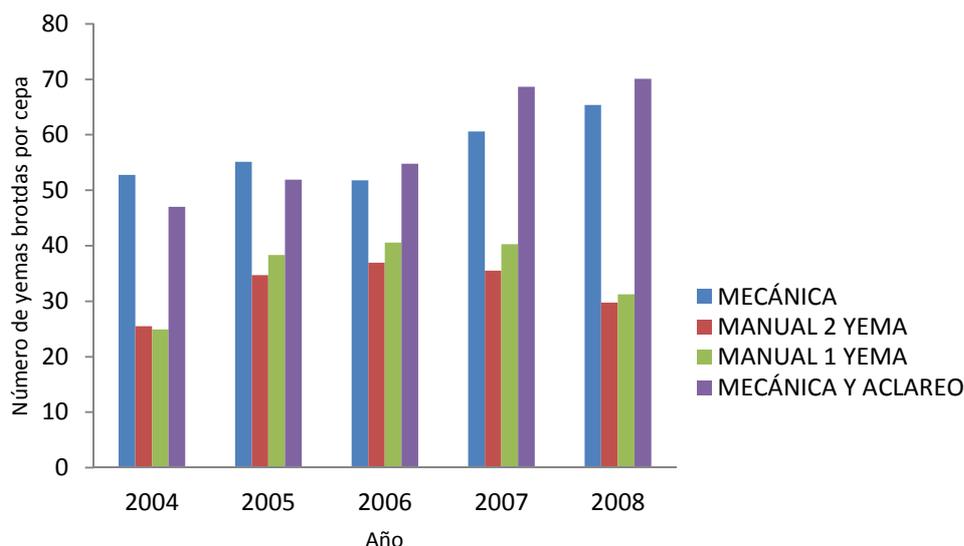


Figura 19. Número de yemas brotadas por cepa, tratamiento y años.

3.2.6. RESPUESTA FISIOLÓGICA (BROTACIÓN). YEMAS BROTADAS, RESPECTO A YEMAS DEJADAS

Se especifica en la Tabla 15 que la relación yemas brotadas respecto a yemas vistas, mostró diferencias significativas debidas al año, tipo de poda y su interacción año por poda.

Tabla 15. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de yemas brotadas por número de yemas vistas en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	11,65	66,43	***	0,000
Error a	60	0,18			
Poda (P)	3	73,58	321,51	***	0,000
A x P	12	1,42	6,22	***	0,000
Error b	225	0,23			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

En la relación yemas brotadas respecto a las yemas vistas (Tabla 16), se puede observar que en las podas mecánicas los valores son muy similares, brotando aproximadamente 1 yema por cada yema vista dejada, en poda manual a dos yemas 1,5 y en poda manual a una yema 3 yemas brotadas respecto a yemas vistas, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas en la relación yemas brotadas respecto a las yemas vistas entre los tratamientos de poda manual

y poda mecánica. La relación fue superior cuando se podó a una yema que cuando se podó a dos. Presumiblemente este hecho pudo ser debido a que al aseverar la poda, limitando a una yema franca por pulgar, la planta podada con este tipo de poda, al provocarle un exceso de debilitamiento, respondió en vigor generando brotaciones en otros tipos de yemas, sobre todo en las basilares de los pulgares y adventicias en brazos.

Tabla 16. Número de yemas brotadas por número de yemas vistas

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	0,75 c	0,56 c	1,86 b	0,84 c	0,53 c	0,91 c
Manual 2 yemas	1,60 b	1,01 b	2,03 b	1,61 b	1,58 b	1,57 b
Manual 1 yema	2,34 a	2,78 a	3,38 a	3,02 a	3,28 a	2,96 a
Mecánica y Aclareo	0,70 c	0,69 c	2,05 b	0,74 c	0,54 c	0,94 c
Media	1,35	1,26 C	2,33 A	1,55 B	1,48 B	1,60

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En el gráfico de la Figura 21, se aprecia que en las podas mecánicas (T1) y (T4), el comportamiento de la brotación respecto a las yemas vistas dejadas en poda y para el transcurso de los cinco años de ensayo, representa la alta capacidad de autorregulación que poseen las plantas de vid, al someterlas a este método de poda no selectiva.

En el año 2004, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de poda mecánica, posiblemente debido a la homogeneidad en la poda de las cepas en años precedentes. Es de señalar la respuesta a la brotación de la poda manual a una yema, al pasar de dos yemas francas en el año 2003 a una yema franca en el año 2004.

Sin embargo en el año 2005, se observa un decaimiento en la brotación, general para todos los tratamientos, a excepción de la poda manual a una yema que

persiste en su respuesta a una brotación excesiva, respecto a la yema vista dejada, efecto que se va a repetir durante todas las anualidades del ensayo.

En el año 2006 aumenta considerablemente el número de yemas brotadas por yema vista en las podas mecánicas (T1) y (T4), debido a que fueron sometidas a la poda manual a dos yemas, reduciendo cuantiosamente el número de pulgares.

En el año 2007 y 2008, las brotaciones por yema vista disminuyen sobre todo en los tratamientos de poda mecánica, posiblemente debido al excesivo número de yemas vistas dejadas en la poda no selectiva realizada en los tratamientos (T1) y (T4).

La media de yemas interanualmente es bastante estable, no encontrado diferencias significativas entre los años 2004, 2007 y 2008, si las hubo para los años 2005 y 2006, probablemente por la sequía pronunciada en 2005 y la reconversión de las podas mecánicas a podas manuales en el año 2006, aumentando consecuentemente en este último año al disminuir los pulgares en (T1) y (T2), afectando al número de yemas vistas por cepa. Esta conclusión está avalada por varios trabajos, donde estudiaron la capacidad de brotación de las plantas en un periodo de ocho años, al someterla a poda mínima y poda cero; observándose una autorregulación de yemas brotadas respecto a yemas dejadas, como consecuencia de la existencia de un mayor número de puntos de brotación, además mejorando la distribución de la vegetación espacialmente (Martínez de Toda *and* Sancha, 1992; Martínez de Toda, 1995).

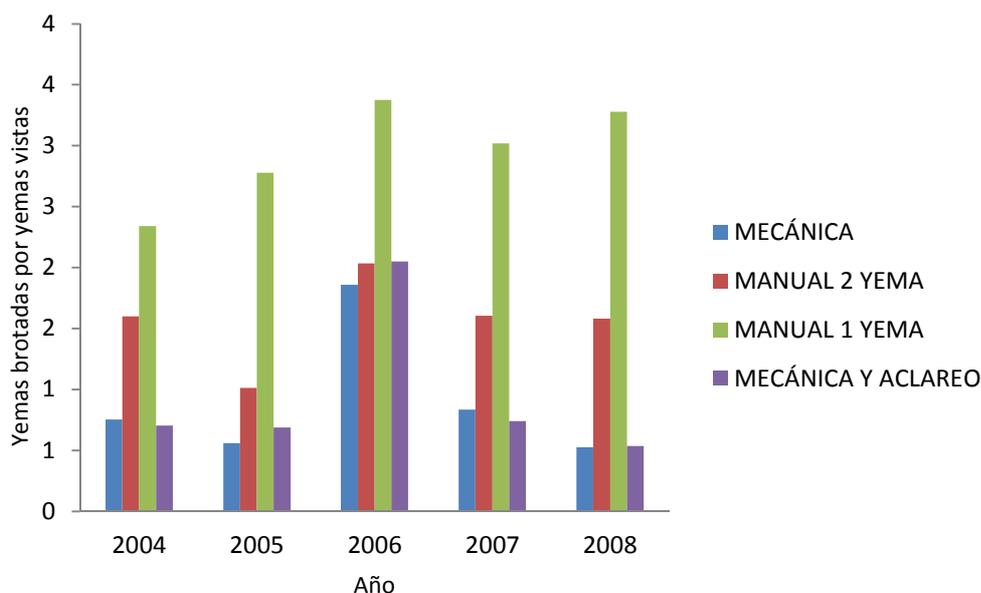


Figura 20. Número de yemas brotadas por yemas vistas.

3.2.7. NÚMERO DE RACIMOS POR CEPA

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos de poda, año, así como la combinación de año por poda (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por cepa en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	3579,11	56,21 ***	0,000
Error a	60	63,68		
Poda (P)	3	8501,73	112,76 ***	0,000
A x P	12	1437,24	19,06 ****	0,000
Error b	225	75,40		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Las poda manual a una yema (T3) y poda manual a dos yemas (T2), ofrecieron valores medios muy similares y sin grado de significación (Tabla 18), posiblemente debido a la respuesta de las cepas podadas a una yema, provocando que las yemas ciegas sean fructíferas y aproximarse a la media del número de racimos obtenidos en la poda manual a dos yemas, o también puede ser debido a que haya más racimos por pámpano en las podas a una yema que en las podas a dos

yemas, ya que al haber menos yemas, las que quedan tienen más fotoasimilados disponibles, lo que puede influir en su fertilidad. Estos resultados están avalados por estudios donde se confirma que las yemas de la corona en los pulgares, normalmente no presentan racimos, a excepción de la yema ciega que podría generar uno, asimismo las yemas anticipadas son menos fértiles que el resto de yemas en el año corriente, pasando a tener cierta carga de fertilidad en los años sucesivos (Aguado, 2014). Hidalgo (1999) también ratifica estos resultados al afirmar que las yemas basales poseen una organización elemental y no llevan racimillos de flor, a excepción del más importante y destacado de una de ellas, la ciega, que a menudo lleva uno. En circunstancias y podas ordinarias suelen quedar dormidas; sin embargo cuando sobreviene la destrucción de las yemas superiores del sarmiento o brotes en desarrollo (por rotura, helada, pedrisco, etc.), evolucionan en brotes siendo infértiles sus pámpanos, a excepción del originado por la ciega, que suele llevar un racimo.

En lo relativo a la media de los resultados obtenidos en la poda mecánica, se aprecia en la Tabla 18, que el número de racimos por cepa en poda mecánica (T1) y en poda mecánica con aclareo de racimos (T4), presentaron diferencias significativas, obteniéndose el mayor número de racimos en el tratamiento (T1). Resultados similares consiguieron Jackson *and* Lombard (1993), afirmando que la poda larga con mayor número de yemas vistas y brotadas, produjo el mayor número de racimos por planta, respecto a podas cortas con menor número de yemas. Es de considerar, que en el año 2004 no se llevó a cabo el aclareo de racimos en el tratamiento (T4), observándose que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en este año, respecto a la poda mecánica (T1). Hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), respecto a las podas manuales (T2) y (T3). El tratamiento con menos racimos por cepa fue el de poda mecánica con aclareo de racimos, con diferencias significativas respecto al resto de tratamientos.

Tabla 18. Número de racimos por cepa.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	59,75 a	45,75 a	43,19 a	58,75 a	56,94 a	52,88 a
Manual 2 yemas	41,19 b	38,88 b	39,50 a	39,50 b	24,25 b	37,03 b
Manual 1 yema	43,00 b	33,25 b	42,69 a	41,31 b	24,69 b	36,63 b
Mecánica y Aclareo	59,75 a	15,50 c	21,81 b	20,31 c	23,50 b	28,18 c
Media	50,92 A	33,34 C	36,80 B	39,97 B	32,34 D	38,67

* Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

En la Figura 22, se puede observar, la falta de aclareo de racimos en el tratamiento (T4) en el año 2004, al comparar con los resultados del tratamiento (T1). Asimismo, la producción de racimos por cepa en las podas manuales son muy similares, efecto que se repite con cierta regularidad en el resto de los años.

En el año 2005 el número racimos por cepa decae significativamente, posiblemente debido a las condiciones climatológicas del año, con un descenso importante de la pluviometría anual que disminuyó respecto la media de la serie histórica (199-2010) en un 45,04 %. En este año, a pesar de la sequía y el gran número de yemas, el tratamiento de poda mecánica (T1) fue el más fructífero, debido a la acumulación de reservas del año precedente, aunque se observó un importante descenso en la producción final afectada por la escasez de recursos hídricos en el suelo; seguido de la poda manual a dos yemas (T2), continuando con la poda manual a una yema (T3) y finalmente el tratamiento (T4) con aclareo de racimos.

Los resultados del año 2006 en relación a número de racimos por cepa, presentó valores sin diferencias significativas entre los tratamientos (T1), (T2) y (T3), debido sobre todo al ajuste de pulgares del tratamiento (T1) al llevarlo a poda manual.

Al podar severamente el tratamiento (T1), de forma manual durante el año 2006 y volver en el año 2007 a podar mecánicamente, las esperguras generadas en el ciclo vegetativo del año 2006, tuvieron una alta procedencia de yemas basales, con cierto carácter fructífero, que a su vez al ser podadas de forma no selectiva, generaron racimos. Resultados parecidos han sido descritos por Baeza, *et al.* (1999). Debido a la disminución de racimos en año 2006 en el tratamiento (T1),

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

ocasionado por la reducción de pulgares, se produjo una acumulación de reservas en madera que favoreció el comportamiento vegetativo y fructífero del año 2007, como así también apuntó García-Escudero, *et al.* (1995). Asimismo Hidalgo (1999), explica el fenómeno de la influencia del año precedente sobre el comportamiento vegetativo y fructífero de la la planta en el año sucesivo, asentando que las yemas al sufrir la diferenciación, momento en el que se determina la capacidad vegetativa y fructífera de la planta, están predeterminando, en cierto modo, la fructificación del año venidero.

En el año 2008 la producción de racimos en el tratamiento de poda mecánica (T1), al igual que en el año 2007, vuelve a diferenciarse respecto al resto de tratamientos. Es de considerar la disminución del número de racimos por cepa de los tratamientos de poda manual a dos y una yema, (T2) y (T3), respectivamente, sin diferencias significativas respecto al tratamiento de poda mecánica con aclareo der racimos (T4).

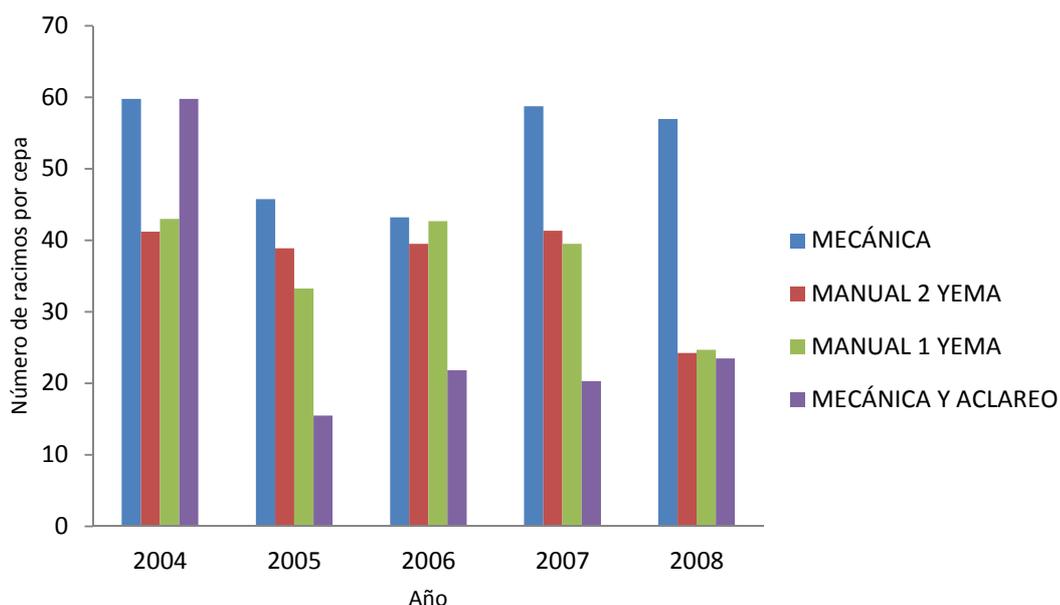


Figura 21. Número de racimos por cepa, tratamiento y años.

3.2.8. NÚMERO DE RACIMOS POR PULGAR

Como se muestra en la Tabla 19, el número de racimos por pulgar se vió afectado por los años, el tipo de poda, así como por su interacción.

Tabla 19. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por pulgar en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	27,74	49,01 ***	0,000
Error a	60	0,57		
Poda (P)	3	88,77	193,81 ***	0,000
A x P	12	3,18	6,95 ***	0,000
Error b	225	0,46		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los valores medios de todos los tratamientos de poda, detallados en la Tabla 21, determinan que entre sí y con los tratamientos de poda manual existieron diferencias significativas, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos manuales.

El resultado del número de racimos por pulgar, está muy relacionado con todos los tipos de tratamientos y años. Es de considerar el número de racimos por pulgar del tratamiento (T3), poda manual con una yema vista. En este tratamiento el número de yemas brotadas es de 2,96 por cada yema vista, lo que viene a representar aproximadamente, que cada pámpano ha originado un racimo. Esto significa que además de brotar las yemas ciegas y generar un racimo, hubo otras yemas basilares y adventicias, que también fueron fructíferas (Tabla 20).

Tabla 20. Número de racimos por pulgar y yema vista

PODA	Nº Yemas vistas por pulgar	Nº Yemas brotadas por pulgar	Nº Racimos por pulgar	Nº Racimos por yema vista
Mecánica	3	2,47	2,18	0,72
Manual 2 yemas	2,08	3,07	3,52	1,69
Manual 1 yema	1,05	3,08	3,25	3,09
Mecánica y Aclareo	3,04	2,55	1,23	0,40

Tabla 21. Número de racimos por pulgar.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	2,21 b	1,74 c	3,37 a	1,86 c	1,71 b	2,18 b
Manual 2 yemas	4,35 a	3,41 a	3,66 a	3,60 a	2,60 a	3,52 a
Manual 1 yema	4,42 a	2,47 b	3,73 a	3,13 b	2,50 a	3,25 a
Mecánica y Acalreo	2,63 b	0,77 d	1,51 b	0,57 d	0,65 c	1,23 c
Media	3,40 A	2,09 C	3,07 B	2,28 C	1,86 D	2,64

* Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

En la Figura 23 se detalla que el año con mayor fructificación por pulgar dejado fue el año 2004, con una clara superioridad en la fertilidad de los tratamientos podados manualmente, seguramente ocasionado por las reservas de la planta en el año 2003. Las podas mecánicas también tuvieron un buen comportamiento, por encima de la media.

En el año 2005 la fertilidad decayó en todos los tratamientos, al igual que ocurrió en el año 2007, diferencias significativas entre los valores medios. Estos dos años la poda mecánica (T1), tuvo un descenso significativo, posiblemente por la falta de lluvia del año 2005 y en el 2007 por la incidencia de de la poda severa manual del año 2006, al generar brotaciones no fructíferas.

El año 2008 fue el año con menor producción de racimos por pulgar en todos los tratamientos, hecho que pudo ser debido a la estabilización de pulgares en las podas mecánicas con un incremento del número de yemas por pulgar.

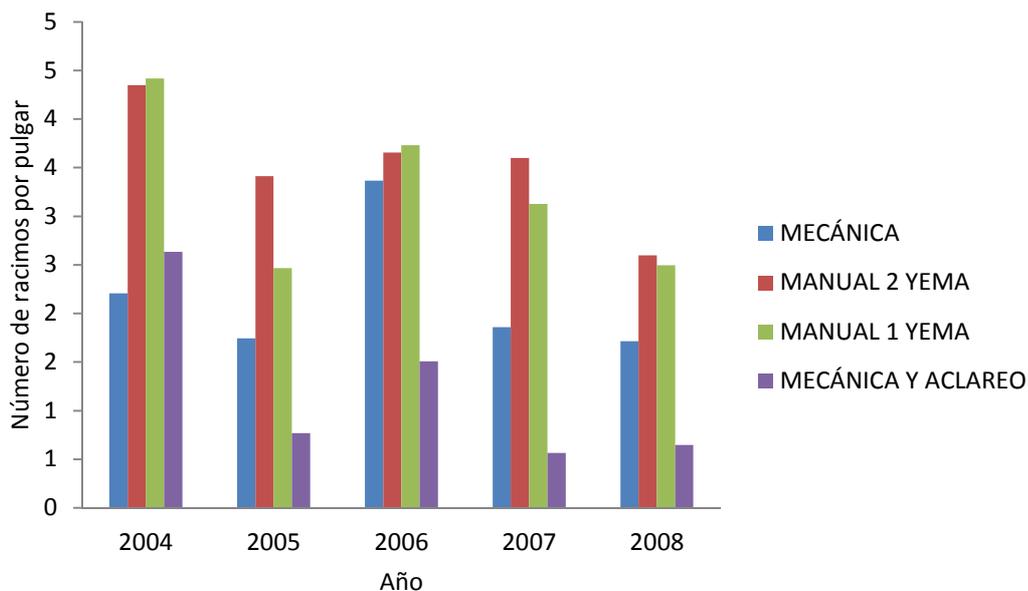


Figura 22. Número de racimos por pulgar, tratamiento y años.

3.2.9. NÚMERO DE RACIMOS POR YEMA BROTADA

En el tratamiento de poda mecánica (T1), se observó una reducción en la relación número de racimos por yema brotada, índice que nos determina la fertilidad potencial de cada tipo de poda, aunque sea inversamente proporcional a la productividad (Tabla 23).

En la interacción año por poda se apreciaron diferencias significativas, así mismo ocurrió para el año y el tipo de poda (Tabla 22).

Estos resultados se explican conociendo que la fertilidad de las yemas aumenta desde las situadas en la base hasta la zona media del pámpano y posteriormente vuelve a decrecer (Aguado, 2014). Otros autores determinaron que la fertilidad de las yemas dependerá de su posición o rango en los sarmientos, concluyendo que, la fluctuación de la fertilidad de las yemas crece desde la base, yema ciega, hacia la yema de rango 3 en el sarmiento, a partir de la cual hay un pequeño descenso. Las yemas ciegas y de rango 1 también son fructíferas en menor medida (Reyes *et al.*, 2004). Estas afirmaciones justifican los resultados de este trabajo, ya que al realizar el corte en el tratamiento (T1) y (T4) a 20 cm sobre los brazos de las cepas, permanecieron entre (2 y 3) yemas francas en el pulgar.

Tabla 22. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del número de racimos por yema brotada en función del año y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.	
Año (A)	4	5,970	102,17	***	0,000
Error a	60	0,06			
Poda (P)	3	6,69	100,13	***	0,000
A x P	12	0,39	5,80	***	0,000
Error b	225	0,07			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

El número racimos producidos por yema brotada, en los tratamientos de poda manual a una y dos yemas (T3) y (T2), respectivamente, resultó no presentar diferencias significativas; por el contrario si las presentaron respecto al tratamiento de poda mecánica (T1), tal y como se detalla en la Tabla 18.

Tabla 23. Número de racimos por yema brotada.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	1,19 b	0,83 b	0,83 b	0,99 b	0,89 a	0,95 b
Manual 2 yemas	1,62 a	1,13 a	1,06 a	1,20 a	0,83 a	1,17 a
Manual 1 yema	1,80 a	0,87 a	1,06 b	0,99 b	0,80 a	1,10 a
Mecánica y Aclareo	1,29 b	0,30 c	0,40 c	0,31 c	0,33 b	0,53 c
Media	1,47 A	0,78 B	0,84 B	0,87 B	0,71 C	0,95

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En el año 2004 los resultados de número de racimos por yema brotada fue muy superior al resto de años, posiblemente relacionado con el gran número de yemas dejadas por el paso de poda manual a poda mecánica. En la primera anualidad no se llevó a cabo el aclareo de racimos.

Para le media del ensayo, la poda mecánica con aclareo de racimos, es evidente que se vio influenciado por la práctica cultural propia de la eliminación de racimos, obteniendo un índice prácticamente el doble, en la media de los tratamientos, entre poda mecánica y poda mecánica con aclareo de racimos (Tabla 24).

Tabla 24. Número de racimos por pulgar y brotada.

PODA	Nº Yemas brotadas por pulgar	Nº Racimos por pulgar	Nº Racimos por yema brotada
Mecánica	2,47	2,18	0,88
Manual 2 yemas	3,07	3,52	1,14
Manual 1 yema	3,08	3,25	1,55
Mecánica y Aclareo	2,55	1,23	0,48

Las poda mecánicas en el 2004 no tuvieron diferencias significativas, ya que como se explicó anteriormente no se realizó el aclareo de racimos en esa anualidad.

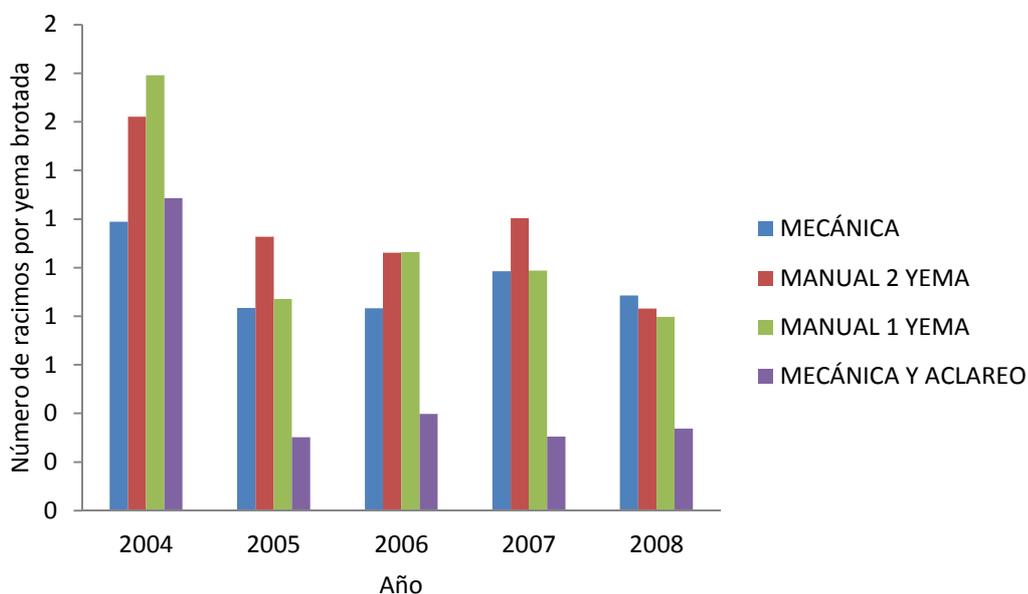


Figura 23. Número de racimos por yema brotada, tratamiento y años.

3.2.10. PESO MEDIO DEL RACIMO (g)

Como se muestra en la Tabla 25, el peso medio del racimo estuvo afectado por los años, el tipo de poda, así como por su interacción.

Tabla 25. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del peso medio del racimo en función del año y tratamientos.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	51364,53	56,81 ***	0,000
Error a	60	904,14		
Poda (P)	3	91199,30	59,93 ***	0,000
A x P	12	7904,29	5,19 ***	0,000
Error b	225	1521,72		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de poda manual y poda mecánica, expresados en la Tabla 26, además de encontrarlas también entre las podas manuales. El tratamiento (T2), poda manual a dos yemas, fue el que más peso medio obtuvo por racimo, siguiéndole el tratamiento (T3), poda manual a una yema, y por último las podas mecánicas sin y con aclareo de racimos (T1) y (T4).

En este trabajo no se encontraron diferencias significativas en el peso medio de racimos entre los tratamientos de poda mecánica, a pesar de que se realizara aclareo de racimos en el (T4); posiblemente, debido al mayor y mejor reparto de fotoasimilados, al aumentar el número de sumideros en forma de ápices vegetativos, así lo demuestran en un trabajo publicado, donde se estudió la incidencia de la carga de yemas dejadas en la poda invernal, sobre el área foliar, determinando que la mayor carga de yemas mejoró el reparto de sabia entre todos sumideros, disminuyendo el vigor, aumentando la fructificación y disminuyendo el peso por racimo (Kliewer *and* Nick, 2005). La reducción del peso medio de racimos del tratamiento (T1) respecto a (T2), fue de un 27%, a (T3) de un 12% y de un 2% respecto a (T4). Estos resultados indican claramente que las podas mecánicas disminuyeron el peso del racimo con respecto a las podas manuales. Esto fue debido a que en la poda mecánica (T1), el número de racimos por cepa fue significativamente superior al resto de tratamientos, por consiguiente en este tratamiento la planta debió de repartir los fotoasimilados por un mayor número de sumideros, con la consecuente disminución del peso de los racimos, en beneficio de la correcta nutrición de todos los puntos de demanda de nutrientes.

Resultados similares han sido descritos por otros autores, precisando que la aplicación de poda mecánica en el cultivo del viñedo, respecto a la poda manual, provocó una disminución del peso medio del racimo, que en términos porcentuales y por variedades fueron: en Garnacha el 39%, en Macabeo un 43%, en Tempranillo 27% y en Mazuela un 19%, (Andreu *and* Núñez, 2.004). Resultados contradictorios se obtuvieron en otros estudios donde se concretó que la poda larga en vid produjo el mayor peso fresco de racimos, respecto a la poda corta (Jackson *and* Lombard, 1993). Asimismo, en los resultados conseguidos al aplicar poda (larga, corta y mixta), en otro trabajo, se demostró que la poda larga presentó el mayor número de racimos/planta, peso fresco de racimos y rendimiento (Almanza, Camacho *and* Balaguera, 2012).

Tabla 26. Peso medio del racimo.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	205,20 c	155,93 c	216,81 a	158,26 c	209,44 c	189,13 c
Manual 2 yemas	226,64 b	195,75 b	208,79 a	207,78 b	245,19 b	259,23 a
Manual 1 yema	266,52 a	230,83 a	241,52 a	241,14 a	316,14 a	216,83 b
Mecánica y Aclareo	197,24 c	162,83 c	130,06 b	184,28 b	258,47 b	186,58 c
Media	223,90 B	186,33 C	199,29 C	197,87 C	257,31 A	

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En la Figura 25, se observa que el menor peso medio del racimo se obtuvo en el año 2005, probablemente debido a la falta de lluvia, sobre todo en las podas mecánicas, debido que las plantas podadas mecánicamente poseen mayor número de puntos sumideros, sobre todo brotes y racimos.

En el año 2006, es la poda mecánica con aclareo de racimos (T4) la que presenta una merma importante en el peso medio del racimo, sin embargo la poda mecánica (T1), sufre un incremento importante, al igual que las podas manuales (T2) y (T3). Por el contrario en el año 2007, el peso medio del racimo en la poda mecánica (T1) presenta un descenso pronunciado, mientras que en la poda mecánica con aclareo de racimos (T4) se incrementa sustancialmente.

Presumiblemente, después de los desequilibrio ocasionados en las podas mecánicas por la poda severa realizada en el año 2006, en el año 2008, las cepas podadas mecánicamente se estabilizan autorregulando su capacidad productiva.

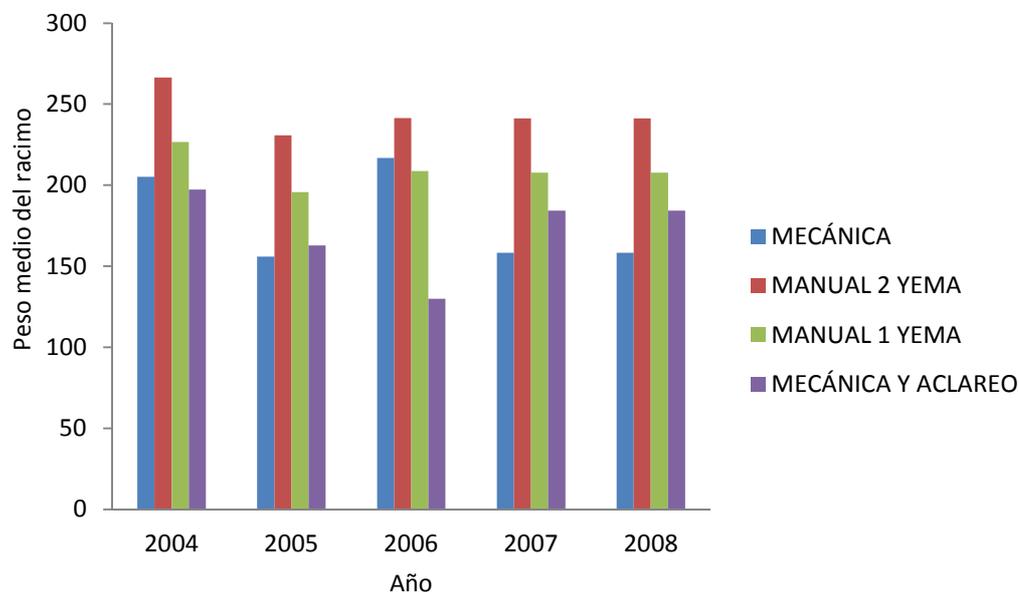


Figura 24. Peso medio del racimo.

3.2.11. ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN

En los resultados de producción, existieron diferencias significativas, debidas a la incidencia del año, tipo de poda y la interacción entre año y poda (Tabal 27).

Tabla 27. Análisis de la varianza (media de cuadrados) de los kilogramos producidos por hectárea en función del año y tratamientos.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	1042231515,38	77,87	*** 0,000
Error a	60	13384457,96		
Poda (P)	3	1499383760,22	58,68	*** 0,000
A x P	12	235888072,03	9,23	*** 0,000
Error b	225	25553692,23		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los datos expuestos en la Tabla 28, corresponden a la producción media obtenida por tratamiento y año. El tratamiento poda mecánica (T1) fue el que más producción obtuvo 21.860 kg, seguido de la poda manual a dos yemas (T2) 20.924,72 kg, poda manual a una yema (T3) 17.850 kg y poda mecánica con aclareo de racimos 12.259,72 kg. No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (T1) y (T2), poda mecánica y poda manual a dos yemas, respectivamente. Igualmente se puede afirmar que la estrategia de poda mecánica diseñada no significó un decaimiento en la producción en los años sucesivos, asimismo lo atestiguan otros autores señalando que, con la poda mecánica, se pueden llegar a conseguir mayor producción que con la poda manual, originado sobre todo por un buen estado de equilibrio entre el crecimiento y desarrollo de la planta (Kliewer *and* Nick, 2005; Andreu *and* Núñez, 2007; López *et al.*, 2004; Muñoz *et al.*, 2002), además, quedando la posibilidad de retornar hacia la poda manual, es por tanto un proceso reversible que no registra pérdidas significativas en la producción (Cargnello *and* Lisa, 1982).

Además Martínez de Toda (1995) *and* Archer *and* Schalkwy (2007), atribuyen a la poda mecánica y mínima como la responsable de que exista un buen equilibrio entre el crecimiento y desarrollo durante el ciclo vegetativo, aseverando que este tipo de poda incide sobre el aumento de la producción, debido a que fenómenos como el corrimiento fisiológico del racimo disminuye precisamente al coincidir la floración con la máxima superficie foliar activa, que unido a que este tipo de podas provoca brotaciones más tempranas, se evitan además, en climas cálidos, los excesos de calor en plena fecundación de la flor (Martínez, 1995; Archer *and* Schalkwy, 2007).

En un trabajo publicado por García (2009), se afirma que el número de yemas dejadas aplicando la poda mecánica en el cultivo del viñedo no es un factor tan crítico o decisivo en los resultados de producción, tal y como se considera en la poda manual.

Por otro lado en otro trabajo publicado, se confirmó que al actuar aplicándole poda mecánica y manual a cuatro variedades: Tempranillo, Garnacha, Mazuela y Macabeo, se consiguió un aumento en la producción de las cepas podadas

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

mecánicamente, frente a las podadas a mano, que porcentualmente fue: en Tempranillo 37%, Garnacha 70%, Mazuela 50% y Macabeo 19% (Andreu *and* Núñez, 2004).

Tabla 28. Producción media.

Poda	Año					Media
	2004	2005	2006	2007	2008	
Mecánica	26863,89 a	15766,67 b	19825,00 a	20729,17 a	26115,28 a	21860,00 a
Manual 2 yemas	24501,39 a	19865,28 a	21272,22 a	21955,56 a	17029,17 b	20924,72 a
Manual 1 yema	22202,78 a	14691,67 b	19830,56 a	18390,28 b	14134,72 b	17850,00 b
Mecánica y Aclareo	26118,05 a	5530,55 c	7749,00 b	8355,56 c	13544,44 b	12259,72 c
Media	24921,53 A	13963,54 C	17169,44 B	17357,64 B	17705,90 B	18223,61

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En el gráfico de la Figura 26, se aprecia que en el año 2004 se obtuvo la máxima producción de todos los tratamientos respecto al resto de años. No existieron diferencias estadísticas significativas en el año 2004 entre el tratamiento (T4) de poda mecánica y el resto de tratamientos, debido a que no se realizó aclareo de racimos. El incremento de producción en el primer año, se debió a que la pluviometría del año 2003 (542,27 mm), estuvo por encima de la media de la serie histórica (1999-2010) en 56,11 mm y probablemente las reservas de las plantas aumentaron, afectando la producción del año siguiente. Además el incremento considerable de yemas, en los tratamientos de poda mecánica, precedido de una poda tradicional a dos yemas por pulgar, originó un exceso de yemas francas fructíferas que provocaron el aumento de la producción. Asimismo lo afirma Martínez de Toda (1995), cuando determina que los primeros años de poda mecanizada en el viñedo son de alta producción debido al excesivo número de yemas francas, disminuyendo la producción en años sucesivos, debido a la autorregulación de las plantas, adaptándose a su capacidad productiva.

En el año 2005, la producción tuvo un descenso muy acentuado, con más incidencia en los tratamientos de poda mecánica (T1) y (T4), debido al mayor

número de yemas brotadas y racimos por cepa, que las podas manuales. Este hecho se puede atribuir a la falta de lluvias en este año respecto a la serie histórica (199-2010) de 219,19 mm, porcentualmente un 45,04 % menos, provocando un desequilibrio entre el crecimiento y desarrollo de la planta (Aliquó, Catania *and* Aguado, 2010; Hidalgo, 1999), y como consecuencia una bajada en la producción. Es de señalar la no existencias de diferencias significativas entre el tratamiento de poda mecánica (T1) y el tratamiento de poda manual a una yema (T3), debido probablemente al efecto de la sequía de este año.

Para el año 2006, no existieron diferencias significativas en la producción entre tratamientos, a excepción del tratamiento (T4) debido a la eliminación de racimos. Estos resultados son acorde a lo esperado, pues la disminución de pulgares en los tratamientos de poda mecánica al convertirlas a poda manual con dos yemas vistas, ocasionó una moderación en la producción del tratamiento (T1), que incluso llega a estar por debajo de los niveles de producción del tratamiento (T2).

Los resultados del año 2007 determinan una clara recuperación de las cepas podadas mecánicamente, tras haber sido podadas manualmente en el año precedente. El tratamiento de poda mecánica (T1), no presentó diferencias significativas respecto al tratamiento de poda manual a dos yemas vistas (T2), aunque aún con menos producción que este. El efecto conseguido en el año 2007, al aplicar la estrategia de poda manual sobre la poda mecánica en el año 2006, es equiparable con los resultados del año 2004 y explicado anteriormente.

En el año 2008 las podas mecánicas sufren un incremento importante en las producciones, siendo más representativo el producido en el tratamiento (T1), poda mecánica. Es posible que estas plantas podadas mecánicamente, una vez pasado el año de adaptación 2007, vuelvan a un nuevo estado de equilibrio en las plantas.

Se observa además una bajada atenuada de producción en el resto de tratamientos de poda manual (T2) y (T3) para el año 2008, con ligero aumento en la producción del tratamiento (T4) poda mecánica con aclareo de racimos.

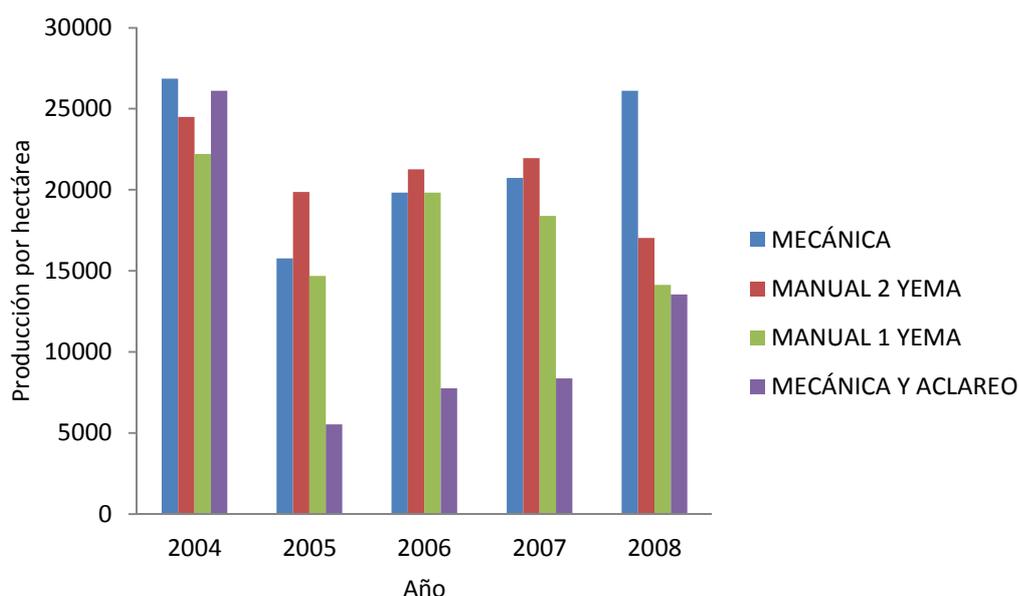


Figura 25. Producción media por hectárea.

3.2.12. FERTILIDAD REAL Y POTENCIAL

La fertilidad real para un pámpano, nudo o yema de rango determinado, elemento fructífero, cepa, viñedo, parcela, etc.; se establece siempre en relación al total de yemas de carga dejadas en la poda. Para determinar la fertilidad potencial global de una cepa, se divide el número de racimos totales por las yemas de carga.

La fertilidad potencial para un pámpano, nudo o yema de rango determinado, elemento fructífero, cepa, viñedo, parcela, etc.; se establece siempre en relación al total de desborrados. Para determinar la fertilidad potencial global de una cepa, se divide el número de racimos totales por las yemas brotadas.

Según Jackson *and* Lombard (1993) la poda larga con mayor número de yemas vistas y brotadas, produjo el mayor número de racimos por planta.

Resultados similares se han obtenido en este trabajo, donde el número de racimos medios de las cepas podadas mecánicamente fue de 52,88, mientras que para las podadas a dos yemas 37,03 y poda manual a una yema 36,63. Yemas brotadas

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

en la poda mecánica se obtuvieron 57,14 de media, para poda manual a dos yemas 32,48 y poda manual a una yema 35,08.

La fertilidad real y potencial es mayor en la poda manual que en la poda mecánica, índice que es inversamente proporcional a la productividad, donde la poda mecánica supera a las podas manuales.

3.3. MADUREZ TECNOLÓGICA. EVOLUCIÓN

3.3.1. pH

Los datos de pH (Tabla 29) mostraron que existieron diferencias significativas entre los distintos momentos de toma de muestra, sin embargo hubo influenciadas por el efecto poda y la interacción momento por poda. En la evolución del pH durante la maduración, se aprecia un aumento paulatino de los valores. El valor medio del pH del ensayo fue de 3,84.

Tabla 29. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del pH en función del momento de la toma de muestra y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	0,21	0,51	0,731
Momento (M)	4	1,71	4,00	0,020
Error a	60	0,74		
Poda (P)	3	0,07	0,91	0,441
M x P	12	0,74	0,99	0,469
Error b	60	0,74		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferencias significativas en las medias obtenidas entre los tratamientos de poda (Tabla 30). Resultados similares consiguieron Gary *and* Morris (2007), al aplicar podas con alta y baja carga de yemas no encontrando diferencias significativas en los niveles de pH de los mostos obtenidos. Por el contrario Martínez de Toda (1995), al emplear poda mecánica frente a poda

manual, comprobó que con alta carga de yemas se obtenían pH más altos en mostos, que en podas con cargar de yemas más bajas. Gary *and* Morris (2007), encontraron diferencias significativas del pH en mostos, al aplicar diferentes métodos de poda, podas largas y cortas, así como distintas cargas de yemas.

El aclareo de racimos para otros autores, si influyó sobre los resultados de pH. Asimismo, Fregoni *and* Corazzina (1984), concluyeron que al realizar la práctica de aclareo de racimos en la vid, en el mosto resultante se constató un incremento del pH.

Tabla 30. Comportamiento del pH.

Poda	MOMENTOS TOMA DE MUESTRA					Media
	M1	M2	M3	M4	M5	
Mecánica	3,49 a	3,55 a	4,24 a	3,72 a	4,21 a	3,84 a
Manual 2 yemas	3,42 a	3,61 a	4,33 a	3,84 a	3,78 a	3,80 a
Manual 1 yema	3,52 a	3,75 a	4,27 a	3,75 a	3,77 a	3,81 a
Mecánica y Aclareo	3,59 a	3,81 a	4,27 a	3,94 a	3,96 a	3,92 a
Media	3,51 D	3,68 C	4,28 A	3,81 B	3,93 B	3,84

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.3.2. ACIDEZ TOTAL. pH=7 (g TH₂/l)

Se encontraron diferencias significativas en los datos obtenidos de acidez total en mostos, entre los distintos momentos de toma de muestra, donde se pude observar el descenso de este valor en el transcurso de la maduración de la uva. Estas diferencias fueron debidas a la interacción con el momento de la toma de muestra. La poda y la interacción momento por poda no incidieron en los resultados (Tabla 31). Resultados similares consiguieron Gary *and* Morris (2007), al aplicar podas con alta y baja carga de yemas no encontrando diferencias significativas en los resultados de acidez total en los mostos obtenidos. Por el contrario Almanza *et al.*, 2012, determinando que la poda larga en la vid, con más carga de yemas, resultó que los mostos obtenidos tenían menor acidez total que al emplear la poda corta.

Tabla 31. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del Acidez Total en función del momento de la toma de muestra y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	13,99	4,91	0,009
Momento (M)	4	14,41	5,06	0,008
Error a	60	0,47		
Poda (P)	3	0,47	1,01	0,395
M x P	12	0,40	0,86	0,589
Error b	60	0,47		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Se aprecia en la Tabla 32, que el tratamiento (T4), poda mecánica con aclareo de racimos, tuvo menor acidez total que el resto de tratamientos, aunque no presentó diferencias estadísticas significativas con los valores medios del resto de tratamientos. La acidez total media del ensayo fue de 5,12 g TH₂/l.

Considerando la posible influencias del aclareo de racimos, otros autores como Fregoni *and* Corazzina (1984), concluyeron que al realizar la práctica de aclareo de racimos en la vid, en el mosto resultante se constató un descenso importante en los valores de acidez total. Los resultados de los autores Bravdo *et al.* (1984), al aplicar aclareos de racimos del 20 y 40 %, determinaron que la acidez disminuyó cuando se hizo un aclareo del 40% frente al aclareo del 20% Por el contrario Gamero *et al.* (2014), no encontraron diferencias significativas en los valores obtenidos de acidez total al aplicar diferentes niveles de aclareo en la fase de envero.

En síntesis, por regla general y considerando los resultados de otros autores, la carga elevada de yemas dejadas en poda, proporciona una disminución de la acidez total, aunque existen algunos estudios que ofrecen resultados contradictorios, como pueden ser los obtenidos en este trabajo de tesis, donde las altas cargas de yema dejadas en poda, respecto a podas cortas, no presentaros diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 32. Comportamiento de la Acidez Total.

Poda	MOMENTOS TOMA DE MUESTRA					Media
	M1	M2	M3	M4	M5	
Mecánica	6,910 a	5,498 a	4,008 a	4,716 a	4,760 a	5,18 a
Manual 2 yemas	6,594 a	5,635 a	4,297 a	4,548 a	4,480 a	5,11 a
Manual 1 yema	6,426 a	5,041 a	4,711 a	5,041 a	5,022 a	5,25 a
Mecánica y Aclareo	6,131 a	4,974 a	4,454 a	4,528 a	4,556 a	4,93 a
Media	6,51 A	5,29 B	4,37 C	4,71 C	4,70 C	5,12

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.3.3. CONCENTRACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES. BAUMÉ

Para el parámetro concentración de sólidos solubles de los mostos, se observa un claro aumento en el tratamiento poda mecánica con aclareo de racimos (T4), con diferencias significativas respecto al resto de tratamientos (Tabla 34), debido a las interacciones con el momento de la toma de muestra, método de poda y la interacción momento por tipo de poda (Tabla 33). El valor medio obtenido en el ensayo, estuvo establecido en 11,98 Baumé.

Tabla 33. Análisis de la varianza (media de cuadrados) del grado Baumé en función del momento de la toma de muestra y tratamiento.

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Año (A)	4	32,06	50,41 ***	0,000
Momento (M)	4	18,47	29,04 ***	0,000
Error a	60	0,63		
Poda (P)	3	5,22	8,31 ***	0,000
M x P	12	0,37	0,59 ***	0,000
Error b	60	0,63		

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

En la Tabla 34 se puede apreciar el aumento de la concentración de sólidos soluble de acuerdo al estado de maduración de la uva. Efectos similares fueron confirmados por Andrades *and* González (1995), determinando que la acumulación

sólidos solubles es rápida después del envero, estabilizándose al final de la maduración, para aumentar después en la postmaduración.

Para los autores Martínez de Toda *and* Sancha (1992), una carga elevada de yemas provocada por una poda no selectiva, proporciona una subida en la concentración de sólidos solubles de los mostos. Asimismo confirman este hecho May *and* Clingekeffer (1977). Por el contrario Andreu *and* Núñez (2004), afirmaron que los mostos provenientes de la poda mecánica, provocaron una disminución de los azúcares. Reflexionando sobre la práctica del aclareo de racimos, Bertamini *et al.* (1989), aseveran que al aplicar aclareo de racimos, aumenta la concentración de azúcares en el mosto, respecto a otros tratamientos donde no se aplicó. Resultados similares obtuvieron Carbonneau *et al.* (1977) afirmando que la reducción del rendimiento causada por el aclareo de racimos, permite un incremento del contenido de azúcares en el mosto. Iacono *et al.* (1995), establecieron que con el aclareo de racimos se obtiene mayor concentración de azúcar al realizarlo en el periodo de enverado de la baya, cuando la tasa de azúcar es mayor y la planta amortigua mejor la operación cultural practicada, Sin embargo, existen antecedentes que indican que el nivel de carga por planta no afecta a la acumulación de azúcar y la calidad de la fruta (Freema, 1983).

En resumen, por regla general y considerando los resultados de otros autores, la carga elevada de yemas dejadas en poda, proporciona un aumento de la concentración de sólidos solubles, aunque existen algunos estudios que ofrecen resultados contradictorios.

Tabla 34. Resultados de la concentración de sólidos solubles.

Poda	MOMENTOS TOMA DE MUESTRA					Media
	M1	M2	M3	M4	M5	
Mecánica	10,04 b	11,51 b	12,11 b	12,07 b	11,88 c	11,52 b
Manual 2 yemas	10,05 b	11,71 b	12,37 b	12,42 b	12,55 b	11,82 b
Manual 1 yema	9,88 b	12,37 a	12,35 b	12,37 b	12,91 b	11,98 b
Mecánica y Aclareo	11,32 a	12,30 a	13,19 a	12,93 a	13,28 a	12,61 a
Media	10,32 B	11,97 A	12,45 A	12,51 A	12,66 A	11,98

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En la Figura 23, se puede apreciar el efecto del tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos, donde el valor de la concentración de sólidos solubles es superior en todos los tratamientos en todas las tomas de muestras, a excepción del momento 2, pero sin mostrar diferencias significativas. Desde el momento 1 al momento 5, se puede observar un equilibrio en el incremento de los sólidos solubles entre los tratamientos. Tan solo en el último análisis realizado, la poda mecánica (T1), muestra el valor más bajo de concentrados de sólidos solubles. Existe un nivel adecuado de producción para que no merme la concentración de azúcar en la baya, así algunos autores afirman que una producción excesiva de frutos demanda gran cantidad de sustancias nutritivas, disminuyendo las reservas que de la cepa necesita para alcanzar correcta maduración (Baeza *et al.* 1999).

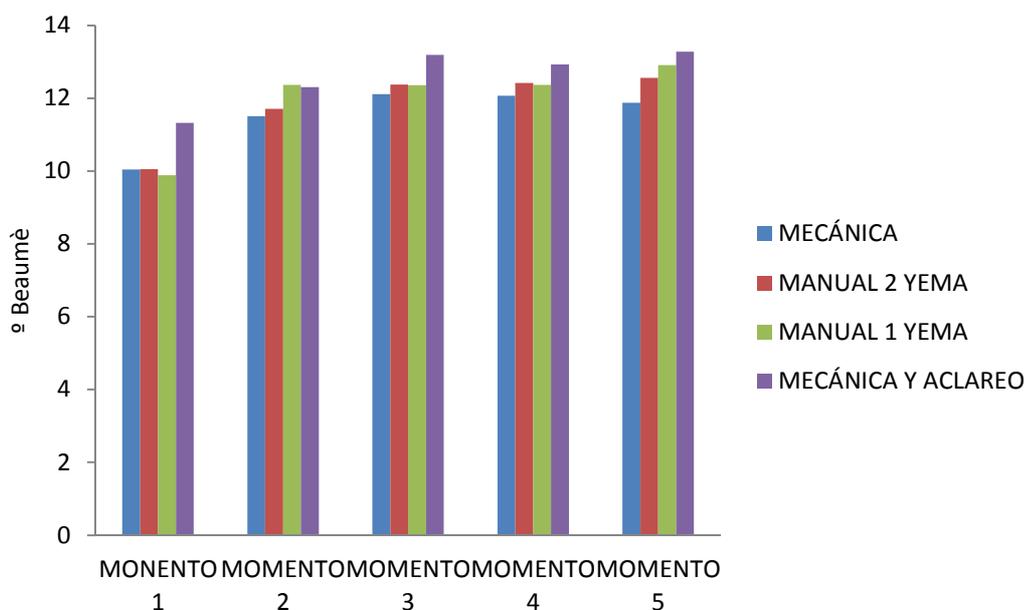


Figura 26. Evolución del grado Baumé.

3.4. MADUREZ FENÓLICA

3.4.1. PESO DE 50 BAYAS. (g)

De los resultados expuestos en la Tabla 35 se desprende que el método de poda empleado no tuvo interacción con el peso de las bayas, igualmente Muñoz *et al.* (2002) aseveraron que los niveles de carga y de microclima no afectaron a componentes del rendimiento como es el peso de bayas y de racimos. Sin embargo, autores como Johnson *and* Bates (1990), establecieron que el número de yemas dejas con la poda, influyó en el tamaño y peso de las bayas. Asimismo otros autores obtuvieron bayas de menor peso procedentes de viñedos podados mecánicamente (Martínez, 1995; Archer *and* Schalkwy, 2007). Resultados análogos obtuvieron Andreu *and* Núñez Diácono (2004), determinando que hubo una disminución del peso de 50 bayas de un 15 % de la uva procedente de poda mecánica a la procedente de poda manual, asimismo Martínez de Toda (1995), señaló que el peso de las bayas procedentes de podas mecánicas era inferior en un 8 % al de las uvas procedentes de podas manuales.

Tabla 35. Anova (Poda x Peso de Bayas).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	538,48	1,007	0,415
Repetición	16	534,78		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Como se puede apreciar en la Tabla 36 los valores medios del peso de 50 bayas, no difirieron significativamente entre tratamientos.

Tabla 36. Valores medios en peso de 50 bayas de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	82,32 a
Manual 2 yemas	82,08 a
Manual 1 yema	86,66 a
Mecánica y Aclareo	73,46 a
Media	81,13

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P <0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.2. CONCENTRACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES. °BRIX

No existió interacción del efecto poda con el grado Brix del mosto, según se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Anova (Poda x °Brix).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	538,48	1,007	0,415
Repetición	16	534,78		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No existieron diferencias estadísticas significativas entre los resultados del grado Brix entre tratamientos, aunque la mayor concentración de azúcar la obtuvo el tratamiento (T4), poda mecánica con aclareo de racimos (Tabla 38).

Existe diversidad de resultados respecto a la concentración de sólidos solubles durante la maduración de la uva al aplicar diferentes tipos de poda, así Jackson *and* Lombard (1993), concluyeron que no encontraron diferencias significativas en la concentración de sólidos solubles de uvas procedentes de cepas podadas con poda larga y poda corta, ahora bien el tratamiento de cepas con poda larga fue superior al tratamiento de cepas con menor carga de yemas. Por el contrario Almanza, Camacho *and* Balaguera (2012) al aplicar poda (larga, corta y mixta)

mostraron que la poda larga presentó los mayores contenidos de sólidos solubles en mostos, asimismo lo afirma Martínez de Toda (1991).

En otro trabajo, Martínez de Toda *and* Sancha (1992), al emplear poda mínima con alta carga de yemas, encontraron una menor concentración de sólidos solubles que en las podas manuales. Resultados similares obtuvieron en otro trabajo May *and* Clingekeffer (1977), al aplicar poda mínima frente a podas manuales.

La aplicación de aclareo de racimos del tratamiento (T4) no afectó a la concentración de azúcar respecto al resto de tratamientos. Resultados contrarios obtuvieron (Carbonneau *et al.*, 1977; Bertamini, 1991 *and* García-Escudero, 2000), exponiendo que la reducción del rendimiento causada por el aclareo de racimos, permitió un incremento del contenido de azúcares en el mosto.

Tabla 38. Valores medios en °Brix de tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	25,20 a
Manual 2 yemas	25,91 a
Manual 1 yema	26,52 a
Mecánica y Aclareo	26,90 a
Media	26,13

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.3. DENSIDAD. (g/l)

La Tabla 39 revela que no hubo interacción de los diferentes tipos de poda empleados en el ensayo con la densidad obtenida en el mosto de vendimia.

Tabla 39. Anova (Poda x Densidad).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	538,48	1,007	0,415
Repetición	16	534,78		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se existieron diferencias significativas en los valores medios de densidad del mosto entre los tratamientos estudiados (Tabla 40).

Tabla 40. Valores medios en densidad de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	1091,72 a
Manual 2 yemas	1111,36 a
Manual 1 yema	1111,29 a
Mecánica y Aclareo	1114,24 a
Media	1071,15

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.4. ALCOHOL PROBABLE. (%v/v)

No existió interacción del método de poda empleado con el alcohol probable obtenido por tratamiento (Tabla 41).

Tabla 41. Anova (Poda x Alcohol Probable).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	0,73	1,135	0,365
Repetición	16	0,64		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferenciaciones significativas entre los resultados de alcohol probable obtenidos de los diferentes tratamientos de poda (Tabla 42).

Conclusiones similares expuso Martínez de Toda (1995), afirmando que la poda mecánica obtuvo un valor de alcohol probable muy similar al obtenido en la poda manual. El mismo efecto se consiguió en mostos procedentes de cepas con alta carga de yemas, que al aplicarle poda mínima, mantuvieron los niveles de alcohol probable constantes año tras año, debido a la alta capacidad de autorregulación de las plantas. Resultados contrarios consiguieron en el trabajo realizado por Almanza *et al.* (2012), donde determinaron que las podas larga y mixta, con mayor carga de yemas, generaron menor alcohol probable que las podas cortas, sufriendo una disminución del 2% en la variedad Tempranillo.

Tabla 42. Valores medios en alcohol probable de tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	14,80 a
Manual 2 yemas	14,98 a
Manual 1 yema	15,24 a
Mecánica y Aclareo	15,68 a
Media	15,19

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.5. ÁCIDO TARTÁRICO. (g/l)

No hubo interacción del método de poda empelado con la concentración de ácido tartárico en los mostos obtenidos (Tabla 43).

Tabla 43. Anova (Poda x Ácido Tartárico).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	0,07	0,236	0,870
Repetición	16	0,28		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los resultados de ácido tartárico obtenidos entre los diferentes tratamientos de poda (Tabla 44).

El valor más elevado lo alcanzó la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), seguido de la poda mecánica (T1), poda manual a dos yema (T2) y por último la poda manual a una yema (T3).

En el estudio realizado por Gamero *et al.* (2014), el efecto del aclareo de racimos, tampoco mostró incidencias en los resultados de ácido tartárico en los mostos.

Tabla 44. Valores medios en ácido tartárico de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	5,47 a
Manual 2 yemas	5,33 a
Manual 1 yema	5,32 a
Mecánica y Aclareo	5,56 a
Media	5,42

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.6. ÁCIDO MÁLICO (g/l)

En la Tabla 45 se puede observar que no existió interacción entre los métodos de poda utilizados y los valores obtenidos de ácido málico en los mostos.

Tabla 45. Anova (Poda x Ácido Málico).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	0,01	0,025	0,574
Repetición	16	0,15		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferenciaciones estadísticas significativas (Tabla 46), entre los resultados de ácido málico obtenidos en los diferentes tratamientos de poda. El valor más elevado lo alcanzó la poda manual a una yema (T3), seguido de la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), poda manual a dos yema (T2) y por último la poda mecánica (T1).

En el estudio realizado por Gamero *et al.* (2014), el efecto del aclareo de racimos, tampoco mostró incidencias en los resultados de ácido málico en los mostos.

Tabla 46. Valores medios en ácido málico de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	1,67 a
Manual 2 yemas	1,85 a
Manual 1 yema	2,01 a
Mecánica y Aclareo	1,88 a
Media	1,85

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.7. MADUREZ CELULAR E ÍNDICE DE MADUREZ DE LA PEPITAS

Se aprecia en la Tabla 47 que hubo diferencias significativas en las medias obtenidas para el índice madurez celular, debido a la interacción con los distintos tratamientos de poda aplicados.

Tabla 47. Anova (Poda x Madurez Celular).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	136,47	33,601	***
Repetición	16	4,06		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

La poda mecánica (T1), fue el tratamiento que mayor madurez celular presentó en el momento de vendimia, seguido de la poda mecánica con aclareo de racimos (T4), poda manual a dos yemas (T2), siendo la más inmadura, la poda manual a una yemas (T3) (Tabla 48).

Tabla 48. Valores medios en madurez celular de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	56,82 a
Manual 2 yemas	52,72 c
Manual 1 yema	52,28 d
Mecánica y Aclareo	55,51 b
Media	54,33

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

En la Tabla 49 se observa que hubo diferencias significativas en las medias obtenidas para el índice madurez de las pepitas, debido a la interacción con los distintos tratamientos de poda empleados.

Tabla 49. Anova (Poda x Madurez de las pepitas).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	136,47	33,601 ***	0,000
Repetición	16	4,06		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

La poda mecánica (T1), fue el tratamiento que mayor índice en madurez de pepitas obtuvo, igualmente ocurrió en madurez celular, le siguió el tratamiento (T3), poda manual a una yema y con valores inferiores, pero sin diferencias significativas los tratamientos (T2) y (T4), poda manual a dos yemas y poda mecánica con aclareo de racimos, respectivamente (Tabla 50).

Tabla 50. Valores medios en madurez de las pepitas de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	21,88 a
Manual 2 yemas	10,22 c
Manual 1 yema	17,36 b
Mecánica y Aclareo	12,37 c
Media	15,46

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.8. I.P.T. Y EXTRAIBLES (u.a.)

En la Tabla 51 se refleja que hubo interacción del tipo de poda con el índice de polifenoles totales.

Tabla 51. Anova (Poda x I.P.T.).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	295,84	7,429 ***	0,002
Repetición	16	39,82		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Se aprecia en al Tabla 52 que el tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos (T4) fue superior, con diferencias significativas respecto al resto de tratamientos. Entre los tratamientos de poda mecánica (T1), poda manual a dos yemas (T2) y poda manual a una yema (T3), no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 52. Valores medios en I.P.T. por tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	67,44 b
Manual 2 yemas	65,42 b
Manual 1 yema	67,56 b
Mecánica y Aclareo	82,06 a
Media	70,62

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

Se muestra en la Tabla 53, que no hubo interacción entre el método de poda y los resultados de índice de polifenoles totales extraíbles.

Tabla 53. Anova (Poda x I.P.T. extraíbles).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	36,28	1,493	0,254
Repetición	16	24,29		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los valores medios del índice de polifenoles totales de cada tratamiento no presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 54)

Tabla 54. Valores medios en I.P.T. extraíbles por tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	47,56 a
Manual 2 yemas	44,92 a
Manual 1 yema	50,74 a
Mecánica y Aclareo	50,26 a
Media	48,37

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.4.9. ANTOCIANOS TOTALES Y EXTRAIBLES. (mg/l)

En la Tabla 55, se aprecia que no hubo interacción del efecto poda sobre los valores de antocianos totales obtenidos en los mostos.

Tabla 55. Anova (Poda x antocianos totales).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	146712,18	1,078	0,386
Repetición	16	136053,57		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de antocianos totales entre los diferentes métodos de podas empleados (Tabla 56).

Tabla 56. Valores medios en antocianos totales por tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	2222,88 a
Manual 2 yemas	2316,96 a
Manual 1 yema	2222,09 a
Mecánica y Aclareo	2584,79 a
Media	2336,68

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

Se observa que existen diferencias significativas entre el tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos (T4) y el resto de tratamientos, debido a la interacción con la estrategia de poda utilizada (Tabla 57).

Tabla 57. Anova (Poda x antocianos extraíbles).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda (P)	3	30207,21	3,449 *	0,042
Repetición	16	8758,99		
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los resultados de los valores medios de antocianos extraíbles según tipo de poda aplicado, se detallan en la Tabla 58. El tratamiento (T4), fue el que más concentración de antocianos extraíbles obtuvo, posiblemente por la incidencia del aclareo de racimos. Así lo constataron Fregoni *and* Corazzina (1984), concluyendo que al realizar la práctica de aclareo de racimos se incrementó la concentración de antocianos en el mosto de vendimia. También atestiguan este hecho Jackson *and* Lombard (1993), que afirmaron que entre las operaciones de cultivo que mejora la relación superficie de área foliar/producción, está el aclareo de racimos, obteniéndose un mayor contenido en antocianos y fenoles.

Tabla 58. Valores medios en antocianos extraíbles por tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	924,44 b
Manual 2 yemas	1021,18 b
Manual 1 yema	1059,56 b
Mecánica y Aclareo	1107,74 a
Media	1028,23

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

Según Ramírez-Pérez *and* González-Caballero (2012), para poder decidir adecuadamente el momento de vendimia en uvas tintas, es muy útil conocer la facilidad de extracción de los antocianos de la uva, para ello se puede calcular la extractibilidad de los antocianos, que representa el porcentaje de antocianos que no serán extraídos durante la vinificación. Este parámetro oscila entre los valores de 70 y 20% y disminuye a medida que aumenta la madurez de la uva, siendo los valores ideales los están por debajo del 30%.

Se detalla en la (Tabla 59) el porcentaje de antocianos no extraíbles respecto a los antocianos totales, según los datos que se reflejan en las Tablas 52 y 54.

Tabla 59. % Antocianos no extraíbles.

PODA	Antocianos Totales mg/l	Antocianos extraíbles mg/l	ÍNDICE (%) Antocianos no extraíbles
Mecánica	2222,88	924,44	58,41
Manual 2 yemas	2316,96	1021,18	55,92
Manual 1 yema	2222,09	1059,56	52,31
Mecánica y Aclareo	2584,79	1107,74	57,14

Como puede apreciarse ninguno de los tratamientos cumple con el requisito expuesto anteriormente, por lo tanto para este parámetro, la vendimia de todos los tratamientos se debió aplazar los días necesarios con el fin de disminuir el % de antocianos no extraíbles por debajo del 30%.

3.5. VINOS

Resultados análogos a este trabajo de tesis obtuvo Martínez (1995), quien asentó que al elaborar vino de uva procedente de poda mecánica frente a poda manual, se obtenían vinos con una calidad muy aceptable en ambos casos. Asimismo en otro trabajo desarrollado por Archer *and* Schalkwy (2007), no se han observado pérdidas significativas en la calidad del producto final al aplicar poda mecánica versus poda manual.

3.5.1. pH

Según la Tabla 60, se puede apreciar que no existió interacción del tipo de poda empleada con el parámetro pH medio de los tratamientos.

Tabla 60. Anova (Poda x pH).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	0,001	0,028	0,994
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

En relación a los resultados de pH de vinos, no se encontraron diferencias significativas entre los distintos métodos de podas aplicados (Tabla 61).

Por el contrario Martínez de Toda (1991), afirmó que con podas con altas cargas de yemas, se obtuvieron vinos con valores de pH más alto que con podas cortas. Por otro lado, Gamero *et al.* (2014), demostraron una disminución del pH en los vinos obtenidos al aplicar aclareo de racimos.

Según La Fundación para la Cultura del Vino INAO (2005), los valores óptimos de pH en vino tinto están entre (3,6-3,65), por lo tanto y según los resultados obtenidos en este trabajo, se pueden considerar los vinos de todos los tratamientos como aceptables a nivel de pH.

Tabla 61. Valores medios en pH de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	3,65 a
Manual 2 yemas	3,68 a
Manual 1 yema	3,68 a
Mecánica y Aclareo	3,69 a
Media	3,68

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.2. ACIDEZ TOTAL. (g AT/l)

Según la Tabla 62, se puede apreciar que no existió interacción del tipo de poda empleada con el parámetro acidez total de vinos entre tratamientos.

Tabla 62. Anova (Poda x acidez total).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	0,083	0,262	0,852
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

De los resultados destallados en la Tabla 63, se desprende que no existieron diferencias significativas en acidez total de los vinos obtenidos de los diferentes

métodos de poda aplicados en el ensayo, aunque el valor más bajo en acidez total se obtuvo en el tratamiento de poda mecánica con aclareo de racimos (T4) y el mayor con la poda manual a dos yemas (T2).

Sin embargo, por el contrario Muñoz *et al.* (2002), concluyeron que el valor de acidez total de los vinos procedente de cepas podadas mecánicamente fue inferior significativamente que el obtenido de las cepas podadas manualmente. Resultados similares obtuvieron Almanza, Camacho *and* Balaguera (2012) al determinar que al aplicar poda (larga, corta y mixta), la poda larga presentó la menor acidez total.

Bravdo *et al.* (1984), expusieron que al aplicar dos niveles de aclareo de racimos, el tratamiento más severo, proporcionó mostos con menor acidez que el aclareo más débil, hecho que se cumple en los resultados de este estudio.

Tabla 63. Valores medios en acidez total de tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	5,34 a
Manual 2 yemas	5,28 a
Manual 1 yema	5,35 a
Mecánica y Aclareo	5,07 a
Media	5,26

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.3. I.P.T. (u.a.)

Los diferentes tipos de podas empleados en el ensayo, no mostraron interacción con el índice de polifenoles de los vinos obtenidos, según se detalla en la Tabla 64.

Tabla 64. Anova (Poda x IPT).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	60,013	1,357	0,291
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los resultados de los índices de polifenoles totales del vino, no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 65). En este parámetro se vuelve a repetir la leve incidencia del aclareo de racimos sobre la calidad de los vinos. Resultados similares obtuvieron González-Neves, *et al.* (2001), que afirmaron que la práctica de aclareo de racimos, determinó que los vinos obtenidos tuvieran mayor concentración de polifenoles totales, asimismo lo atestiguan Ferrer *and* González-Neves (2002), al aplicar aclareo de racimos químico y manual en el envero. En relación al tipo de poda, González-Neves *and* Ferrer (2000), obtuvieron mejores resultados de índice de polifenoles, en los vinos procedentes de podas largas, mayor número de yemas, que en podas cortas. Igualmente lo confirman González-Neves *et al.* (2008) al aplicar poda corta en sistema de conducción en lira, respecto a poda larga con sistema de conducción en varas tipo Guyot.

Tabla 65. Valores medios en I.P.T. de tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	41,25 a
Manual 2 yemas	39,76 a
Manual 1 yema	41,56 a
Mecánica y Aclareo	47,60 a
Media	42,54

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.4. ANTOCIANOS. (mg/l)

La concentración de antocianos en los vinos obtenidos no tuvo interacción con el método de poda utilizado (Tabla 66).

Tabla 66. Anova (Poda x Antocianos).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	3981,73	1,541	0,242
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se encontraron diferencias significativas entre la media de los tratamientos de los valores de antocianos de los vinos elaborados.(Tabla 67). En relación al aclareo de racimos, se obtuvieron resultados diferentes en el trabajo de Jackson *and* Lombard (1993), donde estudiaron la incidencia del aclareo de racimos sobre la calidad de los vinos, determinando que, esta operación de cultivo aumentó el contenido de antocianos de los vinos analizados.

El tratamientos con menor concentración fue el (T2), poda manual a dos yemas y el superior el (T4), poda mecánica con aclareo de racimos. Se puede observar que aunque no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, el aclareo de racimos incidió en que el tratamiento (T4) fuera superior al resto. Se aprecia la diferencia cuantitativa de 50,56 mg/l, atribuible a la supresión de racimos, entre los dos tratamientos de poda mecánica.

Tabla 67. Valores medios en antocianos de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	430,00 a
Manual 2 yemas	417,74 a
Manual 1 yema	427,66 a
Mecánica y Aclareo	480,56 a
Media	438,99

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.5. TANINOS. (g/l)

No existió interacción entre el tipo de poda y la concentración de taninos obtenidos en los distintos tipos de vinos (Tabla 68).

Tabla 68. Anova (Poda x Taninos).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	0,128	2,765	0,078
Total	18			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

No se constataron diferencias significativas en los resultados obtenidos de taninos en los vino procedentes de los diferentes tratamientos (Tabla 69).

El tratamiento de poda manual a una yema (T3) fue el que menor concentración de taninos presentó en los vinos analizados. Por el valor contrario el que mayor concentración de taninos tuvo fue la poda mecánica (T1).

Tabla 69. Valores medios en taninos tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	2,57 a
Manual 2 yemas	2,24 a
Manual 1 yema	2,19 a
Mecánica y Aclareo	2,39 a
Media	2,34

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.6. ÍNDICE COLORANTE

Los diferentes métodos de poda no tuvieron interacción con el índice colorante de los diferentes vinos obtenidos (Tabla 70).

Tabla 70. Anova (Poda x I.C.).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	3,574	0,617	0,614
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

Los índices colorantes de los distintos tipos de vinos expuestos en la Tabla 71, no presentaron diferencias significativas. Resultó, que los tratamientos de poda mecánica ofrecieron vinos con un índice colorante superior a las podas manuales, destacando la poda mecánica (T1).

Para otros autores el aclareo de racimos incrementó el valor del índice colorante en los resultados de los vinos. Para Gamero *et al.*, (2014), la práctica de supresión de

racimos originó un aumento en el índice colorante de los vinos elaborados. Resultados similares los obtuvieron González-Neves *et al.*, (2001) al comprobar que suprimiendo carga de racimos en el viñedo, los vinos obtenidos incrementaban su índice colorante.

Tabla 71. Valores medios en I.C. de tratamientos.

Poda	Media
Mecánica	11,59 a
Manual 2 yemas	9,78 a
Manual 1 yema	9,86 a
Mecánica y Aclareo	10,17 a
Media	10,35

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

3.5.7. GRADO ALCOHÓLICO. (%v/v)

En la Tabla 72, se puede apreciar, una vez analizado estadísticamente, que el grado alcohólico de los vinos no tuvo interacción con el método de poda empleado.

Tabla 72. Anova (Poda x %v/v).

Fuente	GL	MC	F	Sig.
Poda	3	0,321	2,122	0,138
Total	19			

*, **, *** Nivel de significación del 0,05 0,01 y 0,001

El tratamiento de poda manual a una yema (T3), fue el que mayor grado alcohólico obtuvo en vinos, a pesar de que no hubo diferencias significativas respecto al resto de tratamientos (Tabla 73).

El tratamiento que mayor grado alcohólico obtuvo fue la poda manual a una yema (T1) y el que menor la poda mecánica con aclare de racimos (T4). Resultados contradictorios obtuvieron Gamero *et al.*, (2014), determinando que al aplicar aclareo de racimos ocasionó un aumento en el grado alcohólico de los vinos. Resultados análogos los consiguieron González-Neves *et al.*, (2001) al comprobar

que suprimiendo carga de racimos en el viñedo, los vinos obtenidos incrementaban su grado alcohólico.

Tabla 73. Valores medios en grado alcohólico de tratamientos y años.

Poda	Media
Mecánica	12,80 a
Manual 2 yemas	12,85 a
Manual 1 yema	13,24 a
Mecánica y Aclareo	12,65 a
Media	12,89

*Letras diferentes en cada columna y filas para la media, indican diferencias significativas a $P < 0,05$ de acuerdo con el test de Tukey.

4. CONCLUSIONES

La capacidad de respuesta fisiológica de la planta de vid (c.v. Tempranillo), en sistema de conducción en espaldera y cordón bilateral, una vez aplicados los tratamientos: poda mecánica (T1), poda manual a 2 yemas (T2), poda manual a una yema (T3) y poda mecánica con aclareo de racimos (T4), se determinó de acuerdo a los resultados obtenidos.

En cuanto a fertilidad y peso medio de racimo fue mayor en la poda manual que en la poda mecánica, índice que es inversamente proporcional a la productividad, donde la poda mecánica supera a las podas manuales. En el tratamiento poda mecánica sin aclareo de racimos, fue donde se obtuvo mayor producción, seguido del tratamiento de poda manual a dos yemas.

La evolución de pH y acidez total desde el envero hasta la vendimia, no tubo diferencias significativas entre todos los tratamientos; si las hubo en la concentración de sólidos solubles al ser superior el tratamiento (T4) que el resto de tratamientos.

De los resultados derivados de las analíticas de madurez fenólica, realizadas en fechas próximas a la vendimia de cada año, se pudo determinar que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en: peso medio de la baya, concentración de sólidos solubles, densidad, alcohol probable, ácido tartárico y málico, acidez total, índice de polifenoles extraíbles y antocianos; por el contrario los tratamientos (T2) y (T4), no tuvieron diferencias significativas en la madurez celular y de pepitas, aunque si las hubo respecto a (T1) y (T3), así mismo, el tratamiento (T4) obtuvo mayor índice de polifenoles y antocianos totales que (T1), (T2) y (T3).

Las variables analizadas del vino obtenido: pH, acidez total, I.P.T., antocianos, taninos, índice colorante y grado alcohólico, no difirieron significativamente, entre los cuatro tipos de poda (T1), (T2), (T3) y (T4).

Con la práctica cultural de aclareo de racimos, se consigue aumentar la concentración de sólidos soluble y disminuir la acidez total durante el período

(envero-vendimia), así mismo en el momento de la recolección el índice de polifenole y antocianos, fue superior al resto de tratamientos, así ocurrió en vinos con el grado alcohólico.

El efecto o respuesta del tratamiento (T1) buscado en la poda del año 3 (2006), al pasar de poda mecánica a poda manual y en el año 4 (2007) volver a poda mecánica; puede afirmarse que fue positivo, al no observarse desviación significativa en los resultados de los años posteriores.

En conclusión, queda en evidencia, que la operación poda mecánica, conllevaría el incremento de beneficios a través de la disminución de costes de cultivo, aumento de la producción, obteniéndose vinos jóvenes de características similares a los elaborados de las uvas procedentes de podas manuales a una y dos yemas vistas, además de acuerdo a las conclusiones derivada del análisis climático aportados en este trabajo, se podría afirmar que los resultados obtenidos pueden ser extrapolados a otras zonas vitícolas extremeñas.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aguado, L., 2014. La vid. Organografía y fisiología. IES Cencibel Villarobledo.

Aliquo, G., Catania, A., and Aguado, G., 2010. La poda de la vid. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA.*, 11, 12-24.

Almanza, P., Camacho, M., and Balaguera, H., 2012. Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinífera* L. var. Cabernet Sauvignon en Sutamarchán. Boyacá, Colombia. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, vol. 6. nº1, 19-30.

Almela L., Javaloy S., Fernández-López J.A., and López-Roca J.M. ,1995. Comparison between the tristimulus measurements Y_{xy} and $L^*a^*b^*$ to evaluate the color of young red wines', *Food Chemistry, Elsevier*, Vol. 53, 321-327

Andreu, J., and Núñez, R., 2004. Comparación entre el sistema de poda tradicional y pre poda mecánica. *Vida Rural*, 15-04-2005, 36–39.

Andreu, J., y Núñez R., 2004. Comparación entre el sistema de poda tradicional y pre poda mecánica. *Dossier viña. Estación de viticultura y enología de Aragón*.

Archer, E. and Schalkwyk, D., 2007. The effect of alternative pruning methods on the viticultural and oenological performance of some wine grape varieties. *South African Journal of Enology and viticulture*. Vol 28, nº 2.

Asociación Empresarial de Bodegas de Vinos de España., 2012. Consulta: 08/08/2015. *Página web: www.avimesvinospain.es*.

Baeza, P., Bartolomé, M.C., Sotes, V., Ruiz, C., y Lissarrague, J.R., 1999. Diferencias en la superficie foliar de cuatro sistemas de conducción de la vid y sus consecuencias en el desarrollo y la producción, 12-13.

Baldini, E., Intrieri, C., and Marangoni, B., 1976. Potatura meccanica: una nuova prospettiva per la viticoltura. *Informatore Agrario*, 31.

Bergqvist, J., Dokoozlian, N., and Ebisuda, N., 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet-Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *Am. J. Enol. Vitic*, 52, 1-7.

Bertamini, M., Campostrini, F., Falcetti, M., Iacono, F., Porro, D., and Stefanni, M., 1989. Controllo della produzione con la potatura ed il diramante dei grappoli cv. Schiava. *Bolletino Istituto Agrario S. Michele a/Adige* 2.

Bertamini, M., Iacono, F., and Scienza, A., 1991. Manipolazione de rapporti “sink-source” mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità (cv. Cabernet S.). *Vignevini* (10), 41-47.

Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen, S., and Tabacaman, H., 1984. Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. *Am. J. Enol. Vitic*. 35, 247 – 252.

Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen S., and Tabacman H., 1985b. Effect of irrigation and crop level on growth, yield, and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic*. 36, 132 – 139.

Buttrose, M.S., 1966. Use of carbohydrate reserves during growth from cuttings of grapevine. *Aust. J. bioi. Sci.* 19, 247 – 256.

Carbonneau, A., Leclair, P., Dumartin, P., Cordeau, J. and Roussel, C., 1977. Etude de l'influence chez la vigne du rapport partie végétative/partie productrice sur la production et la qualité des raisins. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 25, 105-130.

Carbonneau, A., Dumartin, A., and Sevilla, F., 1979. Etude de la faisabilité de la mecanisation de la taille de la vigne en France. *Progrès Agric. et Vitic*. 18.

Carbonneau, A., and Zhang, D., 1989. Influence of winter pruning methods on grape vine physiology: consequences for mechanical pruning and justifications of the principle of the “alternated crenel”. *Riv. Ing. Agraria* 9, 121 – 132.

Carey, V. A., Archer, E., Barbeau, G., and Saayman, D., 2008. Viticultural Terroirs in Stellenbosch, South Africa. II. The Interaction of Cabernet-Sauvignon and Sauvignon Blanc with Environment. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 42,185-201.
<http://prodinra.inra.fr/record/28542>.

- Cargnello, G., and Lisa, L., 1982. Mechanical Winter pruning of GDC trained vineyard. *Proceedings of the Grape and Wine Centennial Symposium*. University of California Press. Davis., 70 – 273.
- Champagnol, F., 1984. *Eléments de Physiologie de la Vigne et de Viticulture Générale*. Ed. Dehan. Montpellier, 351.
- Clingeleffer, P.R., 1983. CSRIO Sultana vine management research. *Aust. Grapegrower Winemaker*, 232, 7-17.
- Clingeleffer, P.R., 1984. Production and growth of minimal pruned Sultana vines. *Vitis*, 23, 42-45.
- Cortesi, N., González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M., and de Luis, M., 2014. Spatial variability of precipitation in Spain. *Regional Environmental Change* 14: 1743-1749. DOI: 10.1007/s10133-012-0402-6.
- De la Cruz, M.A., Martínez, R.A., Becerril, A.E., Chávaro, M.S., 2012. Caracterización física y química de vinos tintos producidos en Querétaro. *Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35* (Num. Especial 5): 61-67.
- Di Stefano, R., Cravero, M.C., Gentilini, N., 1989. Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. *L´enotenco*. 5: 83.90
- Fernández, J., 2011. Cuaderno de Campo “Costes de cultivo en viñedo. *Gobierno de la Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Rural*.
- Ferrer, M., and González-Neves, G., 2002. *Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en Vitis vinifera L. cv. Tannat*. Agrocienca. X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. 6 (1), 53 – 62.
- Freeman, B.M., and Cullis, B.M., 1981. Effect of hedge shape for mechanical pruning of vinifera vines. *Am. J. Enol. Vitic.* 32, 21-25.
- Freeman, B.M., 1983. Effect of irrigation and pruning of Shiraz grapevines on subsequent red wine pigment. *Am. J. Enol. Vitic.* 34, 23-26.
- Fregoni, M., and Corazzina, E., 1984. Osservazioni triennali sul diradamento dei grappoli di Garganega nel Soave. *Vignevini*, 7-8, 11-14.

Informe Técnico Gestión de pH en Vinos de Calidad, 2005. *Fundación para la cultura del vino*, INAO.

Gamero, E., Moreno, D., Vilanova, M., Uriarte, D., Prieto, M.H., and Valdés, M.E., 2014. Effect of bunch thinning and wáter stress on chemical and sensory cahracteristics of Tempranillo wines. *Ed. Australian Society of Viticulture and Oenology Inc.*

García De Luján, A., 1992. *Ensayo de aclareo de racimos en la zona de Jerez. Vitivinicultura*, 6, 44-46.

García-Escudero, E., López, R., Santamaría, P., Zaballa, O., and Arbizu, J., 1995. El control del rendimiento por aclareo de racimos. *Experiencias sobre cv. Mazuelo*. Zúbia, 7, 53-64.

García, C., 2009. Evaluación de dos tipos de poda (manual y mecánica) sobre la producción y calidad de la uva para vinificación, en las variedades Carbernet Sauvignon y Shiraz. *Universidad autónoma agraria Antonio Narro*. México.

Gary, L., and Morris. J., 2007. Impact of pruning methods on yield components and juice and wine composition of cynthiana grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* vol. 55 nº 2, 147-152.

Glories, Y., 1984. La couleur des vins rouges. Mesure, origine et interprétation. Partie 1. *Connaiss. Vigne Vin*. 18, 195-217.

González-Neves, G., and Ferrer, M., 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. *X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Vitic. Enol. Prof.* 66, 30-43.

González-Neves, G., Ferrer, M., Bochicchio, R., and Gatto, G., 2001. *Incidencia del raleo de racimos en la composición de vinos tintos Tannat: resultados de 7 años de ensayos (1994-2000)*. In: *Actas VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología*. Montevideo.

González-Neves, G., Gil, G., and Ferrer, M., 2002. Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Sci. Tech. Int.* 8, 315 – 321.

González-Neves, G., Balado, J., Barreiro, L., Bochicchio, R., Gatto, G., Gil, G., Tessore, A., and Ferrer, M., 2008. Efecto de algunas prácticas de manejo del viñedo de la vinificación

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

en la composición fenólica y el color de los vinos tintos. *X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enología*.

González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M., de Luis, M., 2010. A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (Monthly precipitation trends December 1945-November 2005). *International Journal of Climatology* 31: 715-731.

González-Hidalgo, J.C., Peña-Angulo, D., Brunetti, M., Cortesi, C., 2015. MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and de trend in temperature (1951-2010). *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.4298.

Guimberteau, B. 2003. Developing problem-solving competence: A new model and a new class of strategies with the Tower of Hanoi task. In *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Boston, MA: Cognitive Science Society.

Harbertson, J., Kennedy, J.A., and Douglas, O., 2002. Tannin in Skins and Seeds on Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot noir Berries during Ripening. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53, 54 – 59.

Hidalgo, L., 1993b. Tratado de Viticultura General. *Ed. Mundi-Prensa*. Madrid, 1.172.

Hidalgo, L., 1999a y b. La poda de la vid. *Ed. Mundi-Prensa*. Madrid, 259.

Hidalgo, J., 2006. La calidad del vino desde el viñedo. *Ed. Mundi-prensa libros*.

Howell, G.S., 2001. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52, 165-174.

Iacono, F., Bertamini, M., Scienza A., and Coombe, B., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries*. *Vitis* 34, 201- 206.

Iannini, B., Pilone, N., Rotundo, A., Lavezzi, A., and Iannini, C., 1991. Studio e valutazione delle risposte vegeto-produttive di alcuni vitigni campani al variare del sistema de potatura. *In Actas GESCO*, 217 – 225.

Intrieri, C., and Marangoni, B., 1982. The alternate “up-down” mechanical pruning system: experiments on vines GDC trained. Proceeding of the Grape and Wine Centennial Symposium. *University of California Press*. Davis, 266 – 269.

Intrieri, C., and Silvestroni, O., 1983. Advances of Winter mechanical pruning of grapevine: Equipments and training systems. *Proceedings of International Workshop on Mechanical Pruning of Grapevine*, 14-16. Montpellier.

Intrieri, C., and Marangoni, B. (1995). Integrated Evolution of Trellis Training Systems and Machines to Improve Grape Quality and Vintage Quality of Mechanized Italian Vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 46 n^o1, 116 – 127.

Intrieri, C., and Poni, S., 1995. Integrated Evolution of Trellis Training Systems and Machines to Improve Grape Quality and Vintage Quality of Mechanized Italian Vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 46 n^o1, 116-127.

Jackson, D., and Lombard, P., 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44, 409-430.

Kaps, M., and Cahoon, K., 1992. Growth and fruiting of container-grown Seyval blanc grapevines modified by changes in crop level, leaf number and position, and light exposure. *Am. J. Enol. Vitic.* 43 (2), 191-199.

Kliewer, M., Nick. K., and Dokoozlian, N., 2005. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 56:2: 170-181.

Kliewer, M., 2009. Recent advances in grapevine canopy management. *University of California, Davis*.

Kliewer, M., Marois, J.J., Bledsoe, A.M., Smith, S.P., Benz, M.J., and Silvestroni, O., 1988. Relative effectiveness of leaf removal, shoot positioning, and trellising for improving winegrape composition. In: *Proceedings of the second international cool climate viticulture and oenology (11-15 January 1988, Auckland, New Zealand)*. Edts. R. E. Smart, R. J. Thornton, S. B. Rodrigues y J. E. Young. *Auckland. Cien. Inv. Agr.* 29(2), 115-125. 2002, 123-126.

Kloblet, W., 1988. «Canopy management in Swiss vineyards». In: *Proc. 2nd Int. Cool Climate Vitic. and Oenol. Symp.*, Auckland, Nueva Zelanda.

Komm, B and Moyer, M.M., 2015. Estimación del rendimiento del viñedo. *Washington state university extension* . EM086ES.

Lissarrague, J.R., and Martínez de Toda, F., 2014. Cuestiones referentes al sector del viñedo más relevantes para la definición de la política de seguros agrarios: situación actual y tendencias a corto y medio plazo. *Enesa*. Informe.

López, S., and Yuste, J., 2004. Influence du nombre de fleurs par grappe, pourcentage de nousaison et poids de la baie sur le poids de la grappe du cépage Verdejo. *J. Int Sel. Vigne Vin* 38 (1): 41-47.

Martínez de Toda, F., 1989a. Nota sobre la primera experiencia de simulación de poda mecánica de la vid en España. *Invest. Agr.: Prod. Port. Veg.* Vol. 4 (1), 125-129

Martínez de Toda, F., 1989b. Grapevine response after five years of simulated mechanical pruning. *Ciencia Tec. Vitiv.* 8 (1-2), 113-120., (1-2), 113-120.

Martínez de Toda, F., y Sancha, J.C., 1992. Ocho años de experiencias sobre poda mecánica y poda mínima de la vid en Rioja. *Vitic. Enol. Porf.* 19, 21-28.

Martínez de Toda, F., 1995. Mecanización integral del viñedo. *Ed. Mundi-Prensa. Madrid.* 123.

Martínez de Toda, F., and Sancha, J.C., 1998. Long-term effects of zero pruning on Grenache vines under drought conditions. *Vitis* 37, 155-157.

Martínez de Toda, F. y Sancha, J.C., 1999. Long-term effects of simulated mechanical pruning on Grenache vines under drought conditions, *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 87-90.

Martínez de Toda, F., 2010. Interés actual de las técnicas de no poda y poda mecánica en el viñedo para reducir los costes de producción de la uva. *Acenología*. Consulta 11/10/15. http://www.acenologia.com/correspondencia/interes_no_poda_0310.htm#arriba

May, P. and Clingekeffer, P.R., 1977. Mechanical Pruning of Grapevines. *Asutral. Wine Brew. Spirit. Rev.* 96, 36-38.

Morris, J., 2007. Development and Commercialization of a Complete Vineyard Mechanization System. *Hortechology* October–December 17, 4.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente., 2014.Consulta 11/10/15. <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/default.aspx>.

Morris, J.R., and Cawthon D.L., 1981. Yield and Quality Response of Concord Grapes (*Vitis labrusca* L.) to Mechanized Vine Pruning. *Am. J. Enol. Vitic.*, Dec 1981; 32, 280-282.

Comportamiento de las plantaciones de viñedo(cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterla a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde, en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos

Moral, F.J., Rebollo, F.J., Paniagua, L.L., García, A., and Martínez de Salazar, E., 2014. Application of climatic indices to analyse viticultural suitability in Extremadura, south-western Spain. *Ed. Springer-Verlag Wien*.

Moral, F.J., Rebollo, F.J., Paniagua, L.L., and García, A., 2014. Climatic spatial variability in Extremadura (Spain) based on viticultural bioclimatic indices. *Ed. Int J biometeorol* 58 : 2139-2152.

Muñoz, R., Pérez, J., Pszczolkowski, P., and Bordeu, E., 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet Sauvignon. *Ciencia e Investigación Agraria*. 29 (2), 115 – 125.

Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., and Deloire, A., 2002. Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.*, Dec 2002; 53, 261-267.

Organización Internacional de la viña y el vino., 2012. State of the vitiviculture world market. *Organização Internacional da Vinha e do Vinho*.

OIV Vine and Wine Outlook (2010-2011). Consulta 08/10/15.
<http://www.oiv.int/oiv/info/enstatistiquessecteurvitivinicole#secteur>

Petrie, P., Tardaguila, J., Poni, S., Diago, A.P., and Martínez de Toda, F., 2009. Whole-Canopy Gas Exchange and Light Interception of Vertically Trained *Vitis vinifera* L. under Direct and Diffuse Light. *Am. J. Enol. Vitic.*, Jun 2009; 60, 173-182.

Peña-Angulo, D., Cortesi, N., Brunetti, M., González-Hidalgo, J.C., 2014. Spatial variability of maximum and minimum monthly temperature in Spain during 1981-2010, evaluated by Correlation Decay Distance (CDD). *Ed. Theoretical and Applied Climatology* 3-4.

Petrie, P.R., Clingeleffer, P.R., and Krstic, M.P., 2003. Mechanical thinning to stabilise yield and improve grape maturity and colour. *Austral. & New Zealand Grapegrower & Winemaker*. 473a, 118-120.

Petrie, P., Tardaguila, J., Poni, S., Diago, A.P., and Martínez de Toda, F., 2008. Effect of Mechanical Thinning on Yield and Fruit Composition of Tempranillo and Grenache Grapes Trained to a Vertical Shoot-Positioned Canopy. *Am. J. Enol. Vitic.*, Dec 2008; 59, 412-417.

Peleg, H., and Noble, A.C., 1999. Effect of viscosity, temperature and pH on astringency in cranberry juice. *Food Qual. & Pref.* 100, 343–347.

Picornell, R., and Melero, J., 2012. Historia del cultivo de la vid y el vino; su expresión en la biblia. Universidad de Castilla La Mancha. *AVIMES*.

Puertas, B., Serrano, M.J., Valcárcel, M.C., Pérez-Magariño, S., Jiménez, M.J., García de Luján, A., 2003. Incidencia del aclareo de racimos en la composición de la uva durante la maduración de las variedades Cabernet sauvignon y Tempranillo. *XXV Jornadas de Viticultura y Enología Tierra de Barros*. Almendralejo (España).

Ramírez P., and González, V., 2012. Control del Proceso de Maduración del Viñedo en Climas Mediterráneos. *Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía*.

Reyes, J.P., González, E.P., Fariñas, J.F., Cid, M.C., 2004. Fertilidad de yemas en las variedades de viña cultivadas en la denominación de origen Tacoronte-Acentejo. *Jornadas Técnicas Vitivinícolas Canarias*. Tenerife

Reynolds, A.G., 1988. Response of Okanagan Riesling vines to training and simulated mechanical pruning. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 205-212.

Reynolds, A.G., and Wardle, D.A., 2001. Evaluation of minimal pruning upon vine performance and berry composition of Chancellor. *Am. J. Enol. Vitic.* 52, 45 – 48.

Ribeyrau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribeyrau-Gayon, P., and Sudraud, P., 1976 a, 1976 b. Vieillissement des vins: conservation en fûts de bois. In *Sciences et Techniques du vin 1976* Edited by *Dunod*. Paris.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., and Dubourdieu, D., 1999. The Chemistry of wine stabilization and treatments. In: P. Ribéreau-Gayon, D.B., Dubourdieu, B., Donèche, A., Lonvaud, 2000. *Hand Book of Enology. Vol. 2*. New York: John Wiley&Sons, 404 p.

Ribéreau-Gayon, P., and Stonestreet, E., 1966. Dosage des tannins du win rouge et détermination de leur structure. *Chimie Anal*, 48, 188-196.

Sánchez-Monge, E., 2001. Diccionario de Plantas de Interés Agrícola. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Madrid, España*.

Scienza, A., 1991. Il diradamento dei grappoli come contributo parziale alla qualita del vino. *Vignevini*: 7-8.

Shaulis, N.J., Polloch, J.G., Crowe, D.E. y Shepardsin, E.S., 1972. Mechanical Pruning of Grapevines, Progress 1968-1972. *Proc. N.Y. State Hort. Soc.* 9.

Sims, C.A., and Morris, J.R., 1984. Effects of pH, sulfur dioxide, storage time, and temperature on the color and stability of red muscadine grape wine. *Am. J. Enol. Vitic.* August 1, 66: 302-310.

Smart, R., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 36, 230-239.

Somers, T.C., 1977. Le raport entre la teneur en potasse de la vendange et la qualité relative des vins australiens. In "Proceedings Symposium international sur la qualité de la vendange", Le Cap, Afrique du sud, 143-148.

Spayd, S.E., 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53, 171-18.

Tardáguila, J., and Bertamini, M., 1993. "Canopy management o gestión del follaje: una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva". *Viticultura y enología profesional*, 28. Barcelona (España).

Vasconcelos, M.C., and Castagnoli. S., 2000. Leaf canopy structure and vine performance. *Amer. J. Enol. Vitic.* 51, 390-396.

Winkler, A.J., 1954. Effects of overcropping. *Am. J. Enol. Vitic.* 5, 4-12.

Winkler, A.J., 1958. The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 9, 10-23.

Yuste, J. (2013). Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Técnicas de cultivo orientadas a la rentabilidad del viñedo. *Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.*