

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

Estudio de los factores que limitan el cuajado en la variedad Garnacha: efecto de la aplicación de micronutrientes y del despunte

presentado por

Teresa Martínez Díaz

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN
INGENIARITZAN*

Diciembre 2014

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

Estudio de los factores que limitan el cuajado en la variedad Garnacha: efecto de la aplicación de micronutrientes y del despunte

presentado por

Teresa Martínez Díaz

dirigido por

Luis Gonzaga Santesteban García

Diciembre 2014

Agradecimientos

Dar las gracias genera felicidad, a la primera a mí, al hacerlo. Todas las personas que iré citando son las verdaderas impulsoras de este Trabajo, que sin ellas no hubiera salido adelante.

Gracias a mi tutor Gonzaga Santesteban, acicate implacable, por su guía a lo largo de estos meses, exigente y perfeccionista, que me ha obligado a ordenar, comprender y poner en valor todo lo experimentado.

Al grupo Viñedos Barón de Ley S.L. por financiar los ensayos incluidos en este Trabajo y en especial a Bárbara Sebastián por enseñarme tanto y tan bien durante mi estancia en prácticas. Haciéndome partícipe de sus conocimientos sin escatimar en tiempo y esfuerzo, de su día a día en la finca y colaborando también para el desarrollo de este Trabajo. A Carlos y José María, siempre a pie de viña, por su dedicación y apoyo, ha sido muy fácil trabajar con ellos.

A Bernardo Royo por aconsejarme tan acertadamente a la hora de la elección de las prácticas y el tema del Trabajo. A Carlos Miranda, gracias por esa charla amable y clarificadora en uno de los momentos clave de redacción del proyecto.

A Maite, Ibai, Olatz, Inés, Ana, Jon y Elena por la ayuda en la etapa de campo y de laboratorio.

A mis padres, por haberme exigido a la vez que apoyado en todo momento a lo largo de estos cuatro años. A mi madre, sufridora colaboradora en el conteo interminable de flores. Al resto de mi familia y como no, a mis abuelos y tíos, descendientes orgullosos de generaciones de viticultores por transmitirme su amor por el campo.

Resumen

Garnacha es la segunda variedad más extendida en España y, tras Tempranillo, la variedad tinta más cultivada en La Rioja. Su principal problema es que tiene un cuajado pobre causa directa de que en muchas ocasiones no se alcancen los rendimientos deseados.

En las condiciones edafoclimáticas del lugar de realización del Trabajo, algunas de las parcelas de Garnacha no han alcanzado los rendimientos esperados ninguno de los años desde que entraran en plena producción, independientemente de que las condiciones climáticas fueran más o menos favorables para el cuajado.

Se ha evaluado, para diferentes combinaciones de material vegetal, el efecto sobre el cuajado de aplicaciones foliares de boro, zinc y molibdeno, además de la realización de despuntado en floración. Los resultados obtenidos muestran una mejora de la tasa de cuajado especialmente con la aplicación de zinc, siendo aún mayor si ésta se combina con el despuntado.

Palabras clave: Garnacha, cuajado, corrimiento, micronutrientes, despunte

Abstract

Grenache is the second most widely cultivated variety in Spain and, after Tempranillo, the red wine variety most cultivated in the region of La Rioja. The main problem of Grenache resides in its poor fruitset. This often translates into difficulties to reach the desirable production levels.

Under the edaphoclimatic conditions concerning the studied area, some parcels of Grenache did not yield the expected results in any of the years after becoming fully productive. This was still the case regardless of the more or less favourable climatic conditions for the fruitset.

The effect over the fruitset of boron, zinc and molybdenum foliar sprays was evaluated considering the different combinations of vegetable matter. Shoot tipping in bloom was also assessed. The results showed a great improvement in the fruitset rate specially with the addition of zinc, which was increased when combined with shoot tipping.

Key words: Grenache, fruitset, coulure, micronutrients, shoot tipping

Índice general

1. Introducción	13
1.1. Antecedentes	13
1.1.1. Lloros	13
1.1.2. Brotación.....	14
1.1.3. Desarrollo y crecimiento de pámpanos y hojas	14
1.1.4. Formación de las yemas latentes.....	14
1.1.5. Floración, polinización y fecundación	15
1.1.6. Cuajado	17
1.1.7. Desarrollo y maduración de las uvas	18
1.1.8. Agostamiento del pámpano y caída de la hoja.....	19
1.2. Corrimiento de la vid	20
1.3. Efectos del despunte sobre el cuajado de la vid	21
1.4. Efectos de micronutrientes sobre el cuajado de la vid	22
1.4.1. Boro	22
1.4.2. Zinc	24
1.4.3. Molibdeno.....	25
2. Objetivo y justificación	27
2.1. Objetivo del Trabajo	27
2.2. Justificación del Trabajo	27
3. Material y métodos	29
3.1. Material vegetal	29
3.2. Material instrumental	29
3.3. Diseño del ensayo	30
3.3.1. Ensayo 1: Estudio del efecto de la aplicación de micronutrientes	30
3.3.2. Ensayo 2: Estudio del efecto de la realización de despuntes	32
3.4. Análisis estadístico	34
4. Resultados y discusión	35
4.1. Características agronómicas de las parcelas	35
4.1.1. Situación nutricional de partida de las parcelas	35
4.1.2. Fertilidad.....	35
4.1.3. Tamaño de las inflorescencias	36
4.1.4. Floridez de las inflorescencias	37
4.2. Efecto de la aplicación de micronutrientes	40
4.2.1. Estado nutricional	40
4.2.2. Floridez de las inflorescencias	42
4.2.3. Cuajado	45
4.3. Efecto de la realización de despuntes sobre el cuajado	47
4.4. Discusión final	48
5. Conclusiones	51
6. Bibliografía	53

7. Anexos.....	55
7.1. Descripción variedad Garnacha Tinta	55
7.2. Descripción productos empleados.....	57
7.3. Fotos	59

Índice de figuras

Figura 1 - Estados fenológicos de la vid según M. Baggiolini	15
Figura 2 – Esquema de las mediciones realizadas en los racimos	31
Figura 3 - Esquema de distribución del ensayo de micronutrientes.....	32
Figura 4 - Esquema realización de despunte.....	33
Figura 5 - Esquema de distribución del ensayo de despunte.....	33
Figura 6 - Fertilidad media según parcelas y material vegetal.....	36
Figura 7 - Tamaño medio de las inflorescencias según parcelas y material vegetal.....	36
Figura 8 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para las distintas combinaciones de material vegetal	37
Figura 9 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para las distintas parcelas	38
Figura 10 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores	38
Figura 11 - Relación entre el tamaño de las inflorescencias para las distintas parcelas y material vegetal y número de flores	39
Figura 12 - Niveles de B en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014	40
Figura 13 - Niveles de Zn en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014	41
Figura 14 - Niveles de Mo en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014	41
Figura 15 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de boro.....	42
Figura 16 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de zinc.....	43
Figura 17 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de molibdeno	43
Figura 18 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los distintos tratamientos.....	44
Figura 19 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de boro para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico.....	45
Figura 20 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de zinc para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico.....	45
Figura 21 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de molibdeno para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico.....	46

Figura 22 - Tasa de cuajado debida a la realización de despunte para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico.....	47
Figura 23 - Incremento de la tasa de cuajado para las distintas actuaciones.....	49
Figura 24 - Diseño de los ensayos.....	59
Figura 25 - Primera aplicación de micronutrientes	59
Figura 26 - Segunda aplicación de micronutrientes	60
Figura 27 - Estado de las inflorescencias en el momento previo a floración.....	60
Figura 28 - Despunte en floración	61
Figura 29 - Despuntadora.....	62
Figura 30 - Medición in situ de las dimensiones de las inflorescencias.....	62
Figura 31 - Racimo tras cuajado	63

Índice de tablas

Tabla 1 - Características de las parcelas de ensayo	29
Tabla 2 - Dosis de micronutrientes aplicadas en cada parcela	30
Tabla 3 - Características agronómicas estudiadas	34
Tabla 4 - Niveles de micronutrientes en peciolo (mg/kg) en 2014	35
Tabla 5 - Valores de referencia en floración y envero de Zn y B para Garnacha Tinta (Benito et al., 2014).....	35
Tabla 6 - Niveles de micronutrientes en peciolo (mg/kg) en 2013 y 2014	40
Tabla 7 - Ampelografía de la Garnacha Tinta (Fuente: MAGRAMA)	55

1. Introducción

1.1. Antecedentes

La vid (*Vitis vinifera L.*) es a nivel fisiológico una planta perenne leñosa, su desarrollo se produce a través de los años siguiendo un ciclo vegetativo interanual, además de un ciclo vegetativo anual propio. En su ciclo vegetativo interanual pasa por cuatro períodos (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

- **Crecimiento y formación**, en el que la planta se desarrolla sin tener prácticamente producción. Tiene una duración de unos tres años.
- **Desarrollo de la planta**, en el que adquiere la forma adulta y se obtienen de ella producciones crecientes en cantidad y calidad. Tiene una duración de unos siete o diez años, dependiendo de las condiciones del medio.
- **Productivo**, en el que se estabiliza la producción, con arreglo al potencial vegetativo, las posibilidades intrínsecas de la planta y los medios de producción empleados. Tiene una duración de hasta cuarenta o más años, a contar desde la plantación.
- **Envejecimiento**, en el que las producciones disminuyen y la calidad se incrementa, se evidencia por un gran tamaño de tronco, deterioro general de la parte aérea con la desaparición de brazos y pulgares, gran número de heridas de poda con eventual aparición de cárcavas en troncos y brazos, todo ello acompañado de un desarrollo radicular deficitario.

El ciclo vegetativo anual es diferente en función de la zona en la que nos encontremos, en el hemisferio norte y con el clima mediterráneo, éste comienza a principios de primavera con la entrada en crecimiento de los brotes y termina en otoño con la caída de las hojas. Las diferentes fases por las que pasan a lo largo de este ciclo anual, se describen a continuación.

1.1.1. Lloros

Los lloros son la primera manifestación externa de actividad en la planta tras el reposo invernal, momento en el cual la temperatura del suelo es superior a 10°C. El lloro fluye por las heridas y cortes de poda mostrando el comienzo de la actividad del sistema radicular gracias a la activación de la respiración celular y recuperación de la capacidad de absorción de agua y elementos minerales, además de la movilización de reservas de la planta (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

La velocidad de este proceso depende de las variaciones de temperatura y condiciones de humedad del suelo, además del vigor de la planta. Los lloros son más abundantes por el día que por la noche, pudiendo tener una duración de días o incluso de semanas (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.1.2. Brotación

La brotación es el proceso que ocurre en las yemas, por el cual se da la emisión de los primeros esbozos foliares. La actividad de la raíz que comienza durante la fase de lloro, se manifiesta sucesivamente en toda la planta, con la movilización de la reserva de savia elaborada acumulada, primero hacia los conos vegetativos de las yemas, así como en el cambium situado bajo ellas y después alcanza los nudos y entrenudos (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

La yema por crecimiento del cono o conos que encierra, se hincha hasta la separación de las escamas que recubren los conos, apareciendo así la borra y más tarde los órganos verdes. La brotación de las yemas se debe a la multiplicación y agrandamiento celular del meristemo terminal de sus conos vegetativos, comenzando en invierno y principios de primavera, mucho antes de evidenciarse aparentemente, cuando la temperatura ambiental alcanza el umbral de crecimiento, 4° o 5°C (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.1.3. Desarrollo y crecimiento de pámpanos y hojas

El desarrollo de los pámpanos se debe a la actividad sumatoria del meristemo terminal de las yemas latentes y de las primicias de entrenudos, hojas, zarcillos y racimos que contienen, comenzando por el de los entrenudos existentes, produciendo simultáneamente aquél nuevas células que se diferencian en los siguientes órganos del pámpano.

El crecimiento es resultado de dos procesos fisiológicos distintos: meresis (proliferación o multiplicación celular en los meristemos terminales, donde se forman células nuevas) y aurexis (extensión o alargamiento celular que los hace crecer y no se produce más que a una cierta distancia meristemática) (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

El crecimiento del pámpano procedente de una yema latente comprende tres fases (Reynier, 2013):

- Crecimiento lento, durante las primeras semanas después del desborre.
- Crecimiento diario rápido, de mayo a julio, con una parada momentánea durante la floración.
- Crecimiento ralentizado, que termina con el agostamiento.

Las hojas se desarrollan a partir de un conjunto de células no diferenciadas llamadas primordium foliar, donde progresivamente se empiezan a diferenciar las distintas partes de la misma. La duración de este crecimiento disminuye de la base a la punta del pámpano (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.1.4. Formación de las yemas latentes

Las yemas latentes, a partir de las cuales se formará la inflorescencia, tienen su iniciación y desarrollo en el ciclo precedente al de su floración, comenzando por las yemas de la base del pámpano y prosiguiendo gradualmente a lo largo de este (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

Cabe destacar que no todas las yemas latentes dan lugar a yemas fértiles (que desarrollan inflorescencias), sino que algunas evolucionarán a yemas infértiles. Son importantes en la diferenciación de yemas fructíferas los factores climáticos, el vigor, los reguladores de

crecimiento, los componentes minerales y orgánicos específicos y la aptitud de la variedad al respecto (Reynier, 2013).

En el curso de formación de las yemas aparecen los conos vegetativos durante la fase de crecimiento de la vid y perfeccionan su organización formando los esbozos de las hojas, zarcillos e inflorescencias. Este proceso, se da durante la denominada fase de **predormición**, en la cual las yemas tienen facultad potencial para desarrollarse, pero quedan en reposo por la influencia hormonal de inhibición que ejerce la yema terminal de crecimiento del pámpano (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

La entrada de las yemas en fase de **dormición**, coincide con la parada de crecimiento de los pámpanos y el comienzo del agostamiento. Comienza por las yemas de la base del pámpano hasta llegar a las terminales (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

Una vez las yemas se encuentran en fase de dormición, se mantienen sin sufrir grandes modificaciones hasta que recuperan la capacidad de brotación por acción de los primeros fríos, momento que coincide con la caída de las hojas y que se conoce como fase de **postdormición**. Hasta este momento las hojas adultas inhibían la brotación por la acción del ácido abscísico que emitían conjuntamente con las raíces (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

A pesar de recuperar su capacidad de brotación permanecen en reposo debido a las condiciones climáticas externas de la planta, que no son favorables para su desarrollo, aunque reanudan su actividad interna los días soleados y cálidos, llegando progresivamente al momento de desborre (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.1.5. Floración, polinización y fecundación

Las inflorescencias se manifiestan algunos días después de iniciarse la brotación de las yemas fructíferas, mostrando primero una pequeña masa de color verde o rojo según variedades. Las primeras hojas se van extendiendo (estados D y E) y las inflorescencias comienzan a ser más visibles (estado F), comenzando a aparecer separadas (estado G) y más tarde pasando por la etapa de botones florales (estado H) llegando tras esta la floración (estado I) (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

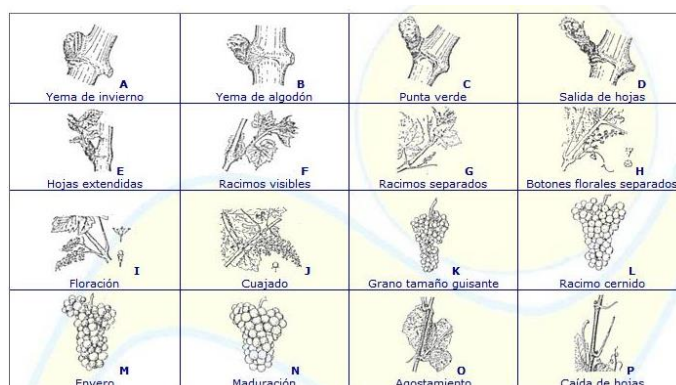


Figura 1 - Estados fenológicos de la vid según M. Bagliolini

La **floración** tiene lugar durante el período de fin de la primavera y comienzo del verano, meses de mayo o junio, momento en el cual las temperaturas medias diarias superan los 15° o 16°C. El período varía en función de la variedad, el vigor, la edad de las cepas, la región, el mesoclima y las condiciones climáticas del año. No se produce a la vez en toda la parcela, tendiendo a durar entre ocho y quince días. Una floración agrupada, que se produce en pocos días, permite una mayor homogeneidad de maduración de las uvas, y es por tanto un factor de calidad (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

La **polinización** consiste en la liberación y transporte del polen. Puede ser cruzada, de una flor a otra (alógamia) o directa por autopolinización (autogamia). La mayoría de las vides cultivadas son hermafroditas y por tanto autógamas, aunque también puede darse en ellas la alogamia (Reynier, 2013).

La **fecundación** es doble, la de la oosfera y la de los núcleos polares. Una temperatura de unos 21°C, con tiempo seco y ligero viento es sumamente favorable; por el contrario temperaturas inferiores a 15° o 16°C o superiores a 30° o 35°C, acompañadas de frío y lluvia, retardan la abertura y desprendimiento de la corola provocando desigualdades de maduración de polen y óvulos o lavando el líquido azucarado de la superficie del estigma, haciendo que el polen germine mal o no lo haga. Las causas anteriores pueden determinar que no llegue a darse la fecundación, pero además, hay otras dependientes de la propia planta y de su alimentación, como defectos en la conformación floral o una alimentación deficiente, que pueden determinar el aborto de la flor, la ausencia de fecundación o la producción de granos de pequeño tamaño que no maduran. Hay que añadir a lo anterior las posibles plagas y enfermedades durante esta época crítica (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

Esta doble fecundación y posterior desarrollo del fruto no se producen de la misma forma en los cuatro ovarios de la flor, razón por la cual rara vez hay cuatro pepitas completas en una baya de uva. Se suelen encontrar en la baya diferentes tipos de pepitas: normales, vacías, estenospérmicas y ausentes de pepitas (Reynier, 2013).

El proceso detallado que sufren las inflorescencias y que comprende los fenómenos de floración, polinización y fecundación antes citados, es el siguiente (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011):

- Abertura de la corola y maduración de estambres y pistilos.
- Desprendimiento de la corola y apertura de los sacos polínicos de los estambres. El desprendimiento se produce a primera hora de la mañana cuando existe turgencia por la acumulación de agua.
- Deposición de los granos de polen sobre la superficie rugosa del estigma.
- Germinación de los granos de polen por acción del líquido azucarado que segrega el estigma, emitiéndose así los tubos polínicos. Proceso favorecido por el boro, ya que se forman complejos entre los azúcares y este, lo que facilita el crecimiento del tubo polínico.
- Prolongación de los tubos polínicos a lo largo del estilo llegando a la cavidad ovárica. La temperatura ambiente influye en la velocidad de crecimiento del tubo polínico,

dejando de crecer a las 18 horas desde su emisión. Durante el avance, el núcleo vegetativo del grano de polen se disgrega y desaparece, mientras que el núcleo reproductor se divide y da dos gametos.

- Un primer gameto se fusiona con la oosfera para formar el embrión y el segundo con los núcleos polares para formar el albumen. La unión de los gametos se produce entre 24 y 48 horas después de la deposición del grano de polen en el estigma cuando la temperatura es del orden de 15° a 20°C.
- El embrión conforma la pepita y la formación de esta, estimula el desarrollo del resto del ovario dando lugar a la baya o grano de uva.

1.1.6. Cuajado

El término cuajado designa la transformación de las flores en frutos. La mayoría de las flores fecundadas dan lugar a frutos, y se dice que cuajan, mientras que un cierto número de flores no polinizadas y de ovarios fecundados se caen (Reynier, 2013).

Referente a este fenómeno hay que nombrar el término “tasa de cuajado”, que se entiende como el número de bayas que quedan en los racimos en relación con el número de flores de las inflorescencias de que provienen, expresándose normalmente el resultado en porcentaje de bayas respecto del total de las flores (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011). La tasa de cuajado es relativamente escasa incluso si no hay ninguna alteración, del orden del 25 al 50% (Reynier, 2013).

Además de por alteraciones fisiológicas, la tasa es muy variable según la variedad, el vigor de la vid y la longitud de la inflorescencia, siendo más elevada en las variedades de inflorescencias pequeñas (Reynier, 2013).

Las pérdidas causantes de que la tasa de cuajado no sea del 100% se dan en diferentes momentos del ciclo de la vid (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011):

- **Antes de floración.** No todas las inflorescencias aparecidas en el brote se desarrollan, habiendo mayores pérdidas en vides débiles, afectando a veces a una parte de la inflorescencia, que puede incluso transformarse en zarcillo, llegando a conservar algunos botones florales rudimentarios en su extremo, que generalmente abortan. Este fenómeno normalmente recibe el nombre de *filage*.
- **Durante floración.** El número de botones florales se puede reducir muy ligeramente, pues las flores viables existentes en ese momento se encuentran perfectamente formadas. El fenómeno del *millerandage* puede sin embargo provocar un importante defecto en la maduración del racimo. El *millerandage* es un desarrollo anormal de las bayas, que hace que en racimo se presenten con diferentes tamaños y estados de maduración.
- **Después de floración.** La pérdida de flores se acentúa, bien debido a una falta de fecundación de las mismas, o al desprendimiento de flores fecundadas, mediante el fenómeno conocido como corrimiento del racimo.

Se considera el fenómeno de corrimiento especialmente relevante en este Trabajo de Fin de Grado por lo que se desarrolla en profundidad en el apartado 1.2.

Con el fin de mejorar el cuajado se pueden realizar diferentes prácticas, entre ellas las que se van a llevar a cabo en este trabajo, aplicación de micronutrientes y despunte.

Hay otras, cuyos beneficios ya están comprobados basadas en la aplicación de productos como el cloruro de clorocolina (cycocel), que aplicado durante el período inmediatamente anterior a la antesis, produce una ralentización del crecimiento vegetativo. La dosis de aplicación es de 500-617 g de materia activa/ha, añadiéndole frecuentemente adherente comercial al 0,05%. Se denomina despuntador químico por tener efectos análogos en el cuajado de los frutos, mejorándolo. Es un sistema muy efectivo en variedades propensas al corrimiento, como la Garnacha Tinta, pero hay que tener en cuenta sus posibles efectos secundarios de reducción de la iniciación floral y debilitamiento de la cepa (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.1.7. Desarrollo y maduración de las uvas

La formación y crecimiento de las bayas tiene su origen y es consecuencia de la acción y el estímulo hormonal triple de la polinización, la fecundación y la formación de semillas, así como del aporte de sustancias nutritivas por la planta. Se traduce por un aumento de volumen y por la evolución de las características físicas (color, firmeza) y bioquímicas de las bayas (azúcares, ácidos y compuestos fenólicos) (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011, 2011; Reynier, 2013).

Iniciando el desarrollo de las bayas después de la fecundación, o por simple excitación ovárica, según los casos, su crecimiento en volumen, con cambios estructurales del racimo prácticamente despreciables una vez que se ha formado, con niveles de azúcar bajos y acideces altas, no se produce de una manera regular, sino que acontece con un doble carácter cíclico, en fases perfectamente definidas: período herbáceo con duración hasta el envero y período de maduración con duración desde el envero hasta la madurez (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

Los factores que condicionan el crecimiento de las bayas son de tipo climático, biológico y agronómico (Reynier, 2013):

- **Factores climáticos.** El crecimiento de la baya se ve favorecido por la acción conjunta de temperatura y luz, mientras que el volumen final de ésta depende principalmente de las condiciones de alimentación hídrica entre floración y envero.
- **Factores biológicos.** La forma y dimensión de la baya depende de la variedad, ya que se trata de caracteres genéticos, encontrándose variedades con bayas pequeñas y otras con bayas grandes. La estructura de la pulpa también varía con la variedad, las células de las variedades de vinificación se laceran y la pulpa se vuelve jugosa mientras que en las variedades de mesa se quedan intactas y la baya es carnosa.
- **Factores agronómicos.** Los que afectan a la productividad del follaje influyen en el crecimiento, el volumen y el estado de madurez de las bayas. Además de éstos, otros como el control de malas hierbas, el vigor del portainjerto, los abonados o la carga, influyen también en el tamaño final de las bayas.

El crecimiento en volumen de las bayas se da en dos períodos (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011):

- El **período herbáceo** se caracteriza por la permanencia de clorofila en la piel, conlleva el aumento considerable del fruto, fundamentalmente por multiplicación celular, consecuencia principal de la aportación de auxinas, y en menor grado dependiente de las sustancias nutritivas que ellos mismos elaboran o que suplementariamente las aportan a las hojas. Durante el tiempo de 5 a 7 semanas que dura este período, el ovario de las flores pasa de 1 a 2 mm en el momento de la fecundación, hasta 10 a 20 mm en el enviro. Durante los 15 días posteriores al cuajado, el engorde de la baya es muy rápido para luego crecer de forma más pausada.

Las bayas verdes contienen clorofila, desempeñando por tanto el mismo papel que las hojas, realizando la función clorofílica y la respiración, por lo que durante esta etapa se comportan como órganos de síntesis, aunque también son elementos consumidores, entrando en competencia con las partes vegetativas en crecimiento.

- El **período de maduración** se da de manera repentina y dura tan solo unos días en variedades precoces y hasta cuatro semanas en variedades tardías. El aumento del volumen de las bayas durante este período, debido a una dilatación celular, se produce fundamentalmente por un aporte externo de sustancias nutritivas y agua, con un enriquecimiento en azúcar y otros componentes determinantes de la madurez, si bien también el factor hormonal controla el crecimiento del fruto.

1.1.8. Agostamiento del pámpano y caída de la hoja

Tras el cese de crecimiento, la estructura anatómica del pámpano se modifica, generalmente avanzando desde la base hasta la extremidad del brote. Los tejidos vivos perfeccionan su estructura y se enriquecen en materias de reserva, principalmente con almidón. Como consecuencia de este enriquecimiento de reservas el pámpano, que pierde la clorofila, modifica su color, adquiere consistencia y se convierte en sarmiento (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

Cuando comienza a decrecer notablemente la temperatura, llegando al cero vegetativo, las hojas amarillean, se desecan y finalmente caen. Previo a esta caída, los materiales que contienen las hojas se constituyen como reservas en los tejidos vivos del cilindro central de sarmientos, brazos, tronco, cuello y raíces de la cepa (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

1.2. Corrimiento de la vid

El corrimiento es un fenómeno que afecta al cuajado de la vid, haciendo que las flores no se transformen en frutos (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

De acuerdo a lo señalado por Martínez de Toda (1991) existen tres tipos de corrimiento:

- **Corrimiento constitucional.** Ocurre cuando no hay fecundación por impedimento morfológico de la flor, ya sea por la ausencia de órganos o por algún defecto en ellos, tales como, estambres curvados o muy cortos.

Corrimiento patológico. Se incluyen enfermedades (virus y hongos), plagas, carencias (boro) y toxicidades (efectos de herbicidas). Es evidente que cuando la floración coincide con cualquiera de estas situaciones se produce un intenso corrimiento.

- **Corrimiento fisiológico.** Un rápido crecimiento de los brotes en el momento de la floración y cuajado, es un factor que favorece el corrimiento ya que aumenta la competencia entre el órgano dominante (brote principal) y el órgano dominado (inflorescencia), el cual se ve inhibido. Esto produce una deficiencia de nutrición y/u hormonas en el racimo, causando el corrimiento. Se puede producir una dominancia hormonal entre frutos o entre fruto y brote (Bangerth, 2000). El grado de dominancia entre frutos depende, entre otras cosas, del número de semillas que éste tenga. Las semillas son un importante determinador de la exudación de auxinas de un fruto en particular (Bangerth, 2000).

A veces, puede ser interesante provocar el corrimiento, por ejemplo, si se desea mejorar la calidad de la cosecha. Hay una serie de prácticas que se pueden llevar a cabo con este fin:

- Aplicación de etefón

El etefón es un producto sistémico que libera etileno en el interior de la planta, su efecto en la vid está afectado por numerosos factores, entre los cuales están las condiciones ambientales, el cultivar, la dosis y los métodos de aplicación y el pH de las uvas (Szyjewicz et al., 1984).

El factor principal de los anteriormente citados, es el momento de aplicación, pudiendo producirse diferentes niveles de reducción de la cosecha dependiendo de éste, por ejemplo, pueden ser del 100% si se aplica en el comienzo del cuajado, porcentaje que va disminuyendo progresivamente hasta no tener efecto si se aplica en el cierre de racimo. El Instituto Francés de la Vid y el Vino recomienda la aplicación cerca de tamaño guisante (estado fenológico K) a la dosis de 750 cc/ha de etefón 48% obteniéndose una reducción de cosecha en torno al 35%.

- Tratamientos con ácido giberélico

El ácido giberélico es un regulador natural del crecimiento que puede reducir la compactación del racimo reduciendo, como consecuencia el número de uvas por racimo (Fidelibus & Vasquez, 2011).

En prefloración contribuye al alargamiento del raquis, aumentando la longitud de los racimos y reduciendo así su compacidad. En floración, reduce el número de frutos por racimo, consiguiendo racimos más sueltos y con bayas más grandes (Hueso Martín, 2012).

Se recomienda el tratamiento con GA3 aproximadamente tres semanas antes de la floración con una solución de 1 a 10 mg/L de ingrediente activo, dependiendo de la variedad. Las inflorescencias deben ser rociadas abundantemente, por lo que el volumen normal que se aplica es de 1000 L de caldo/ha. A pesar de los beneficios que resultan de la aplicación del ácido giberélico, como la reducción del número de uvas por racimo y el aumento del tamaño de éstas, su uso no es generalizado ya que puede reducir el tamaño de los tallos secundarios y el número de inflorescencias durante la siguiente primavera. Los productores pueden minimizar los efectos no deseados de GA3 aplicándolo directamente a las inflorescencias, pero este tipo de aplicación no es práctica (Fidelibus & Vasquez, 2011).

- Deshojado en cuajado

La eliminación de hojas adultas, que realizan una fotosíntesis muy activa, provoca la reducción de la disponibilidad de azúcares de la inflorescencia, limitando el cuajado, originando racimos menos compactos, más sanos y de una mejor calidad (Poni et al. 2006).

1.3. Efectos del despunte sobre el cuajado de la vid

El ápice del pámpano es el órgano vegetativo encargado del crecimiento de éste, para lo cual requiere gran cantidad de fotoasimilados, convirtiéndose en un sumidero predominante en la alimentación con respecto a los racimos (Keller & Koblet, 1994). El ápice consume los fotoasimilados producidos por varias hojas, por lo que su eliminación mediante el despunte provoca una redistribución de las sustancias fotosintéticas (Yuste, 2005).

La redistribución de los fotoasimilados producida por el despunte durante la floración puede beneficiar el cuajado, puesto que la eliminación del ápice supone que los fotoasimilados que consumiría éste sean destinados a los racimos en floración (Keller et al., 2001).

El efecto beneficioso derivado del despunte sobre el cuajado depende de la severidad de la operación y del momento de realización. Si el despunte es excesivo se eliminará un número considerable de hojas responsables de producir los fotoasimilados necesarios para la alimentación de los racimos y un despunte demasiado temprano fomentaría el desarrollo de yemas laterales, lo que perjudicaría la distribución de los azúcares en el momento del cuajado (habría más sumideros) (Yuste, 2005).

Se ha comprobado que funciona si se aplica correctamente en los casos de corrimiento fisiológico o correlativo (Benismail et al., 2007).

Vergnes (1981) estudió el efecto de la combinación de la poda y realización de despunte sobre el corrimiento de la vid en las variedades Garnacha y Mazuelo. Los ensayos se realizaron en unas parcelas propiedad del I.N.R.A en Montpellier (Francia). El objetivo principal era

encontrar el momento adecuado para la realización de la poda y despunte, consiguiendo con la combinación de ambas influir sobre el corrimiento.

Para la poda, el autor, planteó dos posibilidades, una de ellas la fecha de poda fue el 22 de enero (poda temprana-normal) y la otra el 9 de abril (poda tardía). Para el despunte se plantearon cuatro posibilidades: no despuntar, despuntar tras la aparición de la última inflorescencia del pámpano (sólo se quita la yema apical), despuntar diez días antes de floración (despuntando de los extremos 6 o 7 hojas jóvenes) ó despuntando en floración (del mismo modo que en el caso anterior). Se combinaron todas las posibilidades, teniendo un total de ocho combinaciones de poda y despunte.

Los resultados para ambas variedades, presentados por Vergnes (1981), muestran incrementos en el número de bayas por racimo y por lo tanto en la tasa de cuajado, con la combinación de la poda tardía y el despunte en floración, pasando en el caso de Garnacha de 194 bayas/racimo (poda tardía y no despunte) a 255 bayas/racimo (poda tardía y despunte en floración).

1.4. Efectos de micronutrientes sobre el cuajado de la vid

Diversos autores han estudiado los factores que condicionan el cuajado de la vid y está demostrado que ciertos nutrientes como el boro (Dabas y Jindal, 1985; Christensen et al., 2008), el zinc (Christensen, 1980) y el molibdeno (Williams et al, 2007; Longbottom et al. 2010) pueden tener efecto en el cuajado de los frutos si sus niveles no son los adecuados. A continuación se describen los resultados más relevantes de dichos ensayos.

1.4.1. Boro

El boro es uno de los micronutrientes esenciales para las plantas, su función sobre la fisiología de la vid no puede ser reemplazada por ningún otro elemento (Saenz, 2001).

En el caso de la vid, es indispensable en múltiples procesos del metabolismo, entre los cuales se encuentra la formación de la pectina, absorción de agua y calcio, y metabolismo de los glúcidos y nitrógeno. También es necesario en puntos de alta actividad metabólica, como ápices de las raíces y de brotes, y para los procesos de división celular. Es un elemento esencial para la germinación del polen, para el exitoso crecimiento del tubo polínico a través del estilo y ovario, y para las divisiones necesarias para producir el crecimiento de la semilla (Razeto, 1993).

El cuajado, por lo tanto, se ve afectado por la deficiencia de este micronutriente al darse un retardo en el crecimiento del tubo polínico, además, de que el joven tejido meristemático floral pierde su conexión con los vasos conductores, produciéndose el aborto floral (Kanthak, 1996).

Se establece como referencia para el análisis foliar que hay una deficiencia de boro cuando el valor de este es inferior a 25 ppm (Alarcón Vera, 2001). Las aplicaciones al suelo incrementan los niveles foliares de boro, pero no son tan efectivas con las aplicaciones foliares a la hora de

incrementar la producción. Se recomienda por tanto, hacer una o dos aplicaciones foliares en el período previo a la floración (May, 2004).

La deficiencia de boro es de fácil solución, con respuestas adecuadas a aplicaciones al suelo y foliares (Razeto, 1993).

Christensen et al. (2006) estudiaron el efecto de las aplicaciones foliares para la prevención de los síntomas de deficiencia de boro en vid, demostrando que tienen mayor efectividad que las aplicaciones de suelo. El ensayo se realizó en el Condado de Fresno (California) durante un año en viñedos de la variedad Sultana que mostraban síntomas de leves a moderados de deficiencia en boro. El objetivo principal era conocer el momento de aplicación más adecuado para la corrección de las deficiencias. Se establecieron cinco tratamientos: control, aplicación foliar en el momento de caída de las hojas en octubre, aplicación al suelo en febrero, aplicación foliar en prefloración y aplicación foliar en floración. En todos los tratamientos empleó un producto de boro soluble (20,5%) a razón de 1,11 kg/ha, la dosis de las aplicaciones foliares fue de 1400 l/ha y la de suelo de 280 l/ha. Los niveles de boro se estudiaron la campaña siguiente a las aplicaciones mediante análisis de: yemas y sarmientos durante el periodo de dormición (enero), peciolos, inflorescencias y brotes en floración (mayo) y brotes en envero (julio).

Los autores observaron que las aplicaciones realizadas en octubre incrementaban notablemente los niveles de boro en las yemas latentes, la aplicación en prefloración supuso la mayor concentración de boro para todos los tejidos analizados. La aplicación de suelo no incrementó los niveles para el momento de floración. En los análisis en cuajado se vio que todas aplicaciones foliares mostraban un incremento de boro en los brotes, mientras que la de suelo mostraba niveles intermedios que eran similares a los del control. Quedó confirmado por tanto que las aplicaciones foliares fueron más efectivas que las de suelo, por lo que éstas pueden ser usadas como tratamientos preventivos o de emergencia de deficiencia o como mantenimiento del viñedo.

Dabas y Jindal (1985) estudiaron en la variedad Sultana el efecto de la aplicación de boro y magnesio sobre diferentes factores que condicionan el rendimiento final. En ensayo fue realizado en un viñedo experimental de la Universidad de Haryana (India). Se llevó a cabo durante un año, realizándose una aplicación foliar una semana antes de floración. Se aplicó ácido bórico a las concentraciones de 0,1, 0,2 y 0,3% y sulfato de magnesio a las mismas concentraciones. Se estudió el efecto de las aplicaciones sobre la diferenciación de las yemas y sobre el cuajado.

Los resultados obtenidos por dichos autores, mostraron que todos los tratamientos aumentaron significativamente el número de yemas fértiles, las concentraciones más efectivas fueron las de 0,1 y 0,3% tanto para el boro como el magnesio. Únicamente el sulfato de magnesio a la concentración de 0,3% redujo la necrosis de las yemas. Respecto a la tasa de cuajado todos los tratamientos contribuyeron a aumentarla, siendo la concentración de 0,1 % para ambos productos la más efectiva, llegando en el caso del ácido bórico a pasar de una tasa del 11,44% a un 17,39%.

1.4.2. Zinc

El zinc interviene en el metabolismo de los glúcidos, siendo importante para la síntesis de la clorofila, así como por su participación en el metabolismo proteico, y también es un elemento indispensable en el crecimiento y cuajado de la vid, debido a su relación con las auxinas y hormonas de crecimiento (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011). Su función más relevante se relaciona con la síntesis del triptófano, aminoácido precursor de la auxina, hormona que desempeña un papel clave en el crecimiento de los brotes, las hojas y los frutos (Razeto, 1993).

El mejor tratamiento para la corrección de estas deficiencias es la aplicación foliar (Razeto, 1993).

En California el tratamiento más común de zinc es mediante aplicación foliar, tradicionalmente se ha recomendado antes de floración con el fin de influir sobre el cuajado. Estas recomendaciones que hasta el momento carecían de datos de apoyo, se movían en el rango de una a tres o más semanas antes de floración y también resaltaban la importancia de una buena cobertura del follaje, especialmente la parte inferior de las hojas. Esta importancia de la cobertura de la parte inferior de las hojas radica del conocimiento de la presencia de un mayor número de estomas en esa zona, por lo que la absorción será mayor (Christiensen, 1980).

Christensen (1980) estudió en tres viñedos situados en el de Condado de Fresno (California), que mostraban síntomas de deficiencia de Zn, los efectos de la aplicación foliar ensayando diferentes intervalos de aplicación durante el periodo precedente y de ocurrencia de la floración. El ensayo se llevó a cabo en las variedades Sultana, Durif y Moscatel de Alejandría. El primer tratamiento se realizó en el mes de octubre y los siguientes durante la primavera con intervalos semanales entre ellos. Los tratamientos en primavera comenzaron cuatro semanas antes de floración y se hicieron hasta plena floración. Independiente del ensayo anterior, en la variedad Sultana se comparó si había diferencias significativas entre las aplicaciones durante el día o la noche, esto es debido a que durante el día los estomas están abiertos entendiéndose que la absorción es mayor por lo que generalmente se ha sugerido la aplicación en ese momento y se plantea comprobar si esto es cierto.

Durante el otoño fueron aplicados dos compuestos, sulfato de zinc (36% Zn) a razón de 0,76 kg/100 L y sulfato de zinc básico (50% Zn) a razón de 0,48 kg/100 L. En las aplicaciones de primavera se usó únicamente sulfato de zinc básico (50% Zn). En ensayo de los efectos de la aplicación durante el día (1:00 PM) y durante la noche (11:00 PM) se empleó sulfato de zinc (50%) a razón de 5.6 Kg/1l20 L/ha (Christensen, 1980).

La respuesta a estas aplicaciones, descrita por el autor, medida en la tasa de cuajado y rendimiento final fue máxima en los tratamientos realizados dos semanas antes de floración hasta cuajado, algo menos consistentes fueron los comenzados cuatro semanas antes de floración y nulas o sin apenas respuesta las aplicaciones en otoño. Para los tratamientos durante el día y durante la noche las repuestas medidas en niveles de zinc en yemas apicales, análisis de las bayas y rendimientos, fueron similares.

1.4.3. Molibdeno

El molibdeno tiene una importante función en la activación de numerosos procesos del metabolismo nitrogenado, en la reducción de los nitratos a nitritos. Ocupa un lugar destacado en la síntesis de los pigmentos y notablemente en la clorofila, siendo indispensable para el crecimiento de las flores y en su fecundación (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011).

La deficiencia de molibdeno incide directamente sobre la fructificación, reduciéndola o incluso anulándola en casos extremos (L. Hidalgo y J. Hidalgo, 2011). Esta deficiencia durante floración puede ser la principal causa de un cuajado pobre, sin que haya signos externos de la deficiencia (CRCV, 2006).

Williams et al, (2007) estudiaron la aplicación de molibdeno en la variedad Merlot, demostrando que ésta producía un aumento de rendimiento como resultado de un mayor peso de racimo y reducción de los fenómenos de *millerandage* y corrimiento. Estos autores observaron también un mayor número de semillas funcionales. El objetivo principal fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de molibdeno sobre el desarrollo de la baya y el rendimiento final del racimo en la variedad Merlot, propensa a los fenómenos de corrimiento y *millerandage*. El ensayo fue llevado a cabo en la región de Adelaide Hills (Australia), durante tres años y en parcelas con diferentes condiciones edafoclimáticas y combinaciones de material vegetal. En cada parcela se aplicó un tratamiento de control y otro de molibdeno, este último, con dos aplicaciones de molibdato de sodio (39% Mo) a una dosis de 300 g producto/ha a razón de 400-800 l/ha. Ambas aplicaciones se realizaron antes de floración, la primera en estado de cinco hojas separadas (estado E) y la segunda cuando la inflorescencia estaba desarrollada pero sin caída del capuchón floral (entre el estado H e I).

Las conclusiones de este ensayo, descritas por los autores, son las siguientes: queda demostrado que las aplicaciones de molibdeno tienen efectos positivos sobre el cuajado y el rendimiento en Merlot, es indispensable el control peciolar para conocer los niveles de molibdeno en cada momento entendiéndose que son deficientes si en floración son menores de 0,09 mg/kg o marginales si son menores que 0,09-0,45 mg/kg. Períodos de frío y humedad entre brotación y floración tienden a propiciar las deficiencias de molibdeno y van en detrimento del cuajado y por último, las deficiencias de molibdeno son más comunes en suelos ácidos en comparación con los alcalinos.

Longbottom et al. (2010) estudiaron el efecto de la aplicación foliar de molibdato de sodio sobre la concentración de molibdeno en las estructuras vegetativas y reproductivas y el rendimiento y sus componentes en la variedad Merlot. El ensayo fue llevado a cabo en Australia en las regiones de Adelaide Hills de 2003 a 2005 y McLaren Vale de 2003 a 2007, para ambas zonas había informes previos que mostraban deficiencias de molibdeno. Los componentes del rendimiento fueron medidos en ambos sitios para ver cuales se veían afectados por la deficiencia. Con estos datos se estableció una relación entre los niveles de molibdeno y el rendimiento con el fin de poder identificar el nivel crítico de molibdeno para un rendimiento óptimo y determinar si la aplicación de este micronutriente tiene efecto sobre sus niveles en la planta y el rendimiento de esta. Se alternaron años, en los que se realizaban aplicaciones y en los que se dejaba sin tratar. Para los años de aplicación se hicieron dos de molibdato de sodio previas a floración, con una diferencia de una semana entre ellas, se estableció un control y dos dosis diferentes de aplicación, una de 300g/ha y otra de 600 g/ha.

Los autores concluyeron lo siguiente. Para los ensayos en Adelaide Hills el número de flores por inflorescencia y el número de bayas por racimo, es decir, la tasa de cuajado no se vio afectada ni el año de aplicación ni el siguiente. En McLaren Vale tampoco se observó un aumento en el número de flores por las aplicaciones, pero sí en el número de bayas y por lo tanto en la tasa de cuajado para los tratamientos de molibdeno, se alcanzaron incrementos en la tasa de cuajado de entre el 37-40%, no habiendo diferencias significativas entre las diferentes dosis. Para ese incremento de la tasa de cuajado se vio que los niveles peciolares de molibdeno óptimos se encuentran entre 7-9 mg/kg, inferiores a 5 mg/kg no ejercen ninguna acción sobre el cuajado y superiores a 11 mg/kg el efecto es negativo comienzan progresivamente a disminuir el cuajado.

2. Objetivo y justificación

2.1. Objetivo del Trabajo

El objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es evaluar el efecto de la aplicación de boro, zinc y molibdeno, así como de la realización de un despunte en floración sobre el cuajado en la variedad de vid Garnacha Tinta.

2.2. Justificación del Trabajo

Garnacha Tinta es, tras Tempranillo, la variedad tinta más cultivada en La Rioja, suponiendo un 15,5% de la superficie de cultivo dedicada a la vid. Además, se está incrementando actualmente la superficie dedicada a esta variedad al resultar muy interesante para la elaboración de rosados y para fermentar los tintos.

En la finca de realización de los ensayos la Garnacha Tinta ocupa el 33% de la superficie por lo que interesa mejorar el cuajado en esta variedad para obtener mayores rendimientos. En los cuatro años anteriores al ensayo los rendimientos nunca superaron los 4000 kg/ha, estando permitido en la D.O. Rioja rendimientos de hasta 6500 kg/ha en variedades tintas.

En el año 2012 el personal técnico de la finca contactó con el Grupo de Investigación “Fruticultura y Viticultura Avanzada” de la UPNA para el desarrollo de un trabajo de investigación que evaluara los factores que podían estar detrás de dichos bajos rendimientos y se plantearan posibles soluciones prácticas.

En el año 2013 ambas partes firmaron un contrato de investigación a tal efecto, correspondiéndose los resultados incluidos en este TFG a la segunda campaña de los ensayos.

3. Material y métodos

3.1. Material vegetal

El presente Trabajo se ha llevado a cabo en la finca Los Almendros, propiedad de Viñedos Barón de Ley S.L. Se encuentra en el término municipal de Ausejo (La Rioja), está a casi 500 metros de altura, en una zona con buena aireación, suelo franco arenoso con abundante cascajo y alto contenido en carbonatos. Actualmente cuenta con 273,22 ha de viñedo, de las cuales 89,70 ha son de Garnacha Tinta, variedad en la que se van a llevar a cabo los ensayos. Las características más importantes de esta variedad de recogen en el Anexo 1.

En la Tabla 1 se detallan las características de las parcelas de ensayo.

Tabla 1 - Características de las parcelas de ensayo

Parcela	Superficie (ha)	Orientación	Viverista y portainjerto	
F3-5	2,22	N + 102° (E-O)	P1	Macaya 362*/140Ru
			P2	Villanueva/140Ru
F3-7	2,75	N-S + 32°	P1	Marchi/140 Ru
			P2	Macaya/140Ru
F3-8	4,47	N-S + 32°	P1	Marchi/140 Ru
			P2	Macaya136**/161- 49

* Clon nº 362 del viverista Macaya

** Clon nº 136 del viverista Macaya

Todas las parcelas tienen un sistema de emparrado con postes metálicos con su correspondiente riego por goteo, la anchura de las calles es de 2,40 m y la conducción es cordón simple.

3.2. Material instrumental

El material instrumental empleado en los ensayos ha sido:

- Mediciones: calibre digital, peso, regla graduada y cinta métrica
- Marcado: tiras de cartón, alambres con recubrimiento plástico y sprays
- Recogida de muestras: tijeras, bolsas, dinamómetro y cajas
- Productos de micronutrientes: Zintrac, Bortrac y Molytrac. (En el Anexo 2 se encuentra la información sobre los productos)
- Atomizador y despuntadora

3.3. Diseño del ensayo

3.3.1. Ensayo 1: Estudio del efecto de la aplicación de micronutrientes

El objetivo es comprobar la mejora o no del cuajado mediante aplicaciones de boro, zinc y molibdeno.

Primero se llevó a cabo la selección de las filas y cepas del ensayo. En cada parcela se trabajó con dos micronutrientes y un control, cada uno de ellos con 5 repeticiones en cada parcela, de dos filas cada una, habiendo un total de 15 cepas seleccionadas por fila y 30 filas en cada parcela. En la F3-5 se aplicó molibdeno y boro, en la F3-7 zinc y boro y en la F3-8 zinc y molibdeno.

El criterio de selección de las filas fue establecer las repeticiones de forma que abarcaran las combinaciones de viverista y portainjerto existentes en cada parcela, para poder comprobar a posteriori si había o no diferencias significativas respecto al cuajado entre ellas.

Para la selección de cepas se midió de la sección de treinta y seis de éstas en cada fila. Se hicieron dos mediciones por tronco con calibres digitales, aproximadamente a unos 50 cm del suelo, evitando medir sobre nudos. Con estos datos se calcularon las secciones de tronco y a partir de estas se hizo la selección. Se escogieron cepas con secciones de tronco homogéneas, evitando las excesivamente grandes y pequeñas, se descartaron las que tenían cepas muertas al lado o con un sarmiento nuevo como tronco.

Se hicieron dos aplicaciones foliares, la primera de ellas entre los días 14 y 16 de mayo y la segunda entre el 5 y 6 de junio, las cuales fueron realizadas por personal de la finca con un atomizador Teyme I-Unic, pasando por todas las caras de las filas de ensayo seleccionadas para la aplicación. En la Tabla 2 se muestran las dosis aplicadas y en el Anexo 3 las fotos de dichas aplicaciones (Figuras 25 y 26).

Tabla 2 - Dosis de micronutrientes aplicadas en cada parcela

Producto	Parcela	Sup a tratar (m ²)	Sup total (ha)	Dosis producto (l/ha)	Caldo/ha	Final
ZINTRAC	F3-7	3840	1	0,5	200	Dosis prod: 0,5 l Caldo: 200 l
	F3-8	6100				
MOLYTRAC	F3-5	5640	1,2	0,5	200	Dosis prod: 0,6 l Caldo: 240 l
	F3-8	6100				
BORTRAC	F3-7	3840	0,95	1	400	Dosis prod: 0,9 l Caldo 360 l
	F3-5	5640				

A lo largo del ensayo, se realizaron una serie de controles, que se detallan a continuación.

Marcado de pulgares e inflorescencias. Se realizó sobre las cepas previamente seleccionadas, en una de las filas de cada repetición, para facilitar la localización visual posteriormente. En cada cepa se marcaron dos racimos, el criterio a seguir fue el siguiente: partiendo del segundo pulgar se seleccionan dos inflorescencias de este, nombrando la más próxima a la base como R1 y la otra como R2. En caso de que no hubiera inflorescencias se pasó a seleccionar al siguiente pulgar, si únicamente había una, se seleccionó la segunda de la misma forma.

Caracterización de inflorescencias. Se realizó con el objetivo de poder establecer posteriormente la relación de número de flores por centímetro.

En cada inflorescencia marcada previamente se midieron en campo tres parámetros (Figura 2), la longitud total (L) y la longitud de sus dos primeros pedúnculos (h1 y h2). Las medidas se realizaron a partir del primer hombro.

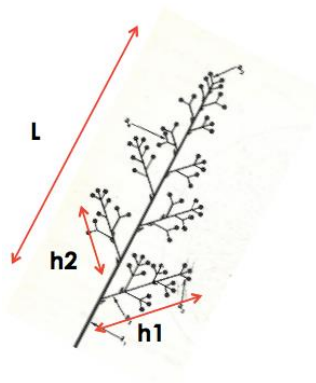


Figura 2 – Esquema de las mediciones realizadas en los racimos

Muestreo y procesamiento de inflorescencias. Con el objetivo de poder establecer el número de flores por centímetro en el periodo de floración, se realizó en laboratorio y para cada inflorescencia se hicieron medidas de L, h1 y h2 y se contó el número de flores.

Siguiendo el criterio con el que se llevó a cabo el marcado de las inflorescencias se hizo el muestreo, pero en este caso, en las filas en las que previamente no se habían marcado estas. De esta forma se recogieron dos inflorescencias en cada cepa.

Muestras peciolares. El objetivo de estos muestreos es conocer los niveles nutricionales de la planta para ver la efectividad o no de los tratamientos realizados, además de poder conocer el estado nutricional de las parcelas.

Estas muestras se cogieron en dos momentos del ciclo, en época de cuajado y en envero. En el primer caso se cogió el peciolo opuesto al primer racimo del segundo pámpano y en el segundo el opuesto al segundo racimo. Las muestras fueron procesadas en un laboratorio privado, Agrolab Consultores, situado en el Polígono industrial de Mutilva Baja (Pamplona).

Muestreo y procesamiento de racimos marcados. El objetivo es conocer la tasa de cuajado. Se recogieron los racimos que habían sido marcados en campo al principio del ensayo y en el laboratorio de contó el número de bayas de cada uno y se pesaron.

En la Figura 3 se muestra de forma esquemática el diseño del ensayo (para una repetición). En la Figura 23 (Anexo 3) se puede ver también una vista aérea de las parcelas con sus respectivos tratamientos.

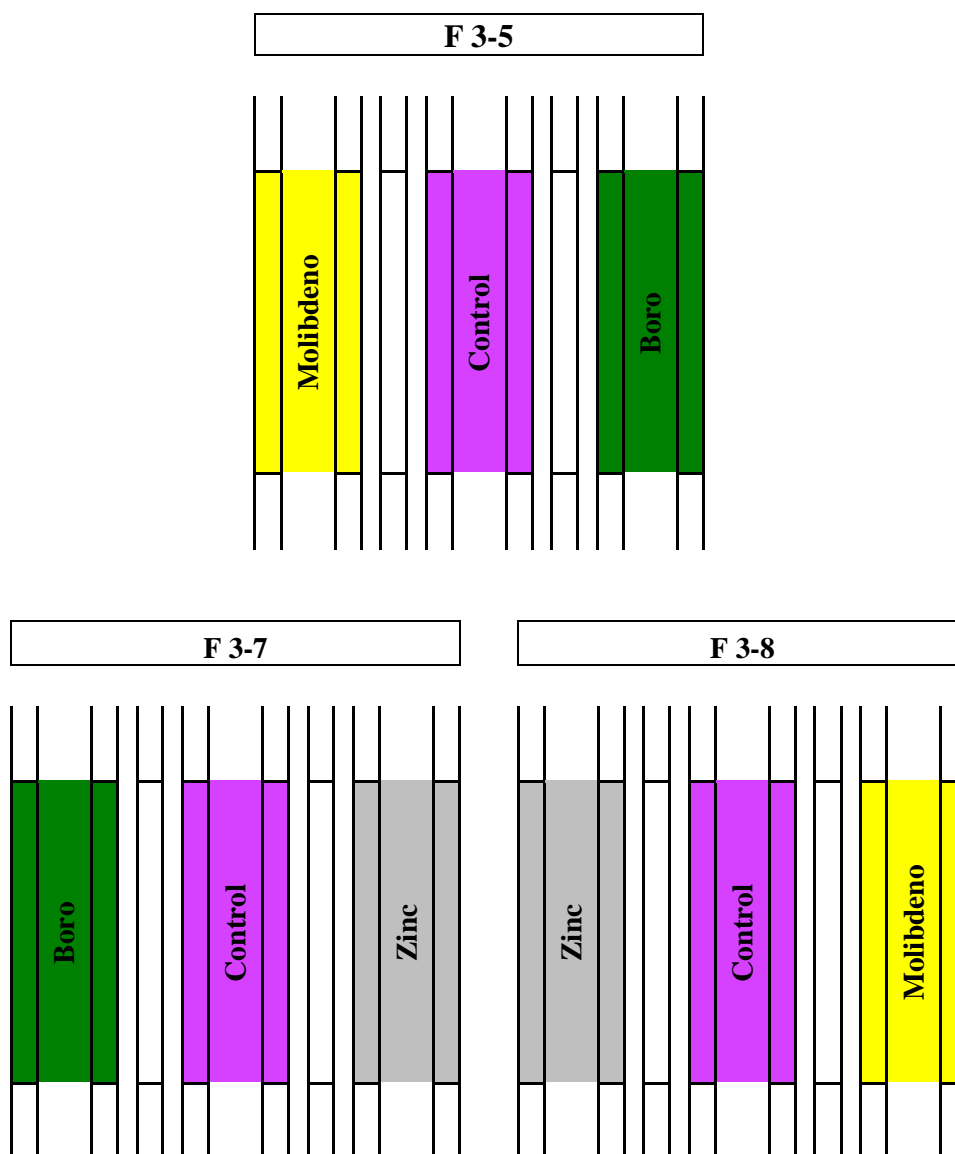


Figura 3 - Esquema de distribución del ensayo de micronutrientes

3.3.2. Ensayo 2: Estudio del efecto de la realización de despuntes

El objetivo es comprobar el efecto o no de la realización de despuntes en época de floración sobre el cuajado.

Este ensayo se realiza paralelamente en el tiempo al otro y en las mismas parcelas. Primero se llevó a cabo la selección de las filas y cepas de trabajo, de la misma forma que en el ensayo anterior. En cada parcela se trabajó con despunte y control, cada uno de ellos con 5 repeticiones en cada una, habiendo un total de 15 cepas seleccionadas por fila y 10 filas en cada parcela.

El despunte se hizo en el momento de floración, entre los días 2 y 4 de junio, fue realizado por personal de la finca de forma mecánica con una despuntadora JUMAR de un solo brazo. El sistema de emparrado tiene cuatro alambres, el primero a unos 30-40 cm del suelo sosteniendo el sistema de goteo, el segundo en el cordón a 70 cm del suelo, el tercero (en el momento de

floración) a 1,30 m sobre el suelo y el último a dos metros sobre el suelo. El despunte se realizó entre el tercer y cuarto alambre como se indica en la Figura 4. En el Anexo 3 se pueden ver imágenes de los despuntes y la despuntadora (Figuras 28 y 29).



Figura 4 - Esquema realización de despunte (Alambres: gris; despunte: rojo)

A lo largo del ensayo se realizaron una serie de controles, que se corresponden con los del primer ensayo. Además de estos, se hizo una medición de longitud de pámpanos en dos momentos distintos, el primero antes de realizar los despuntes y el segundo después.

En la Figura 5 se muestra de forma esquemática el diseño del ensayo (con dos repeticiones), en este caso es el mismo en las tres parcelas.

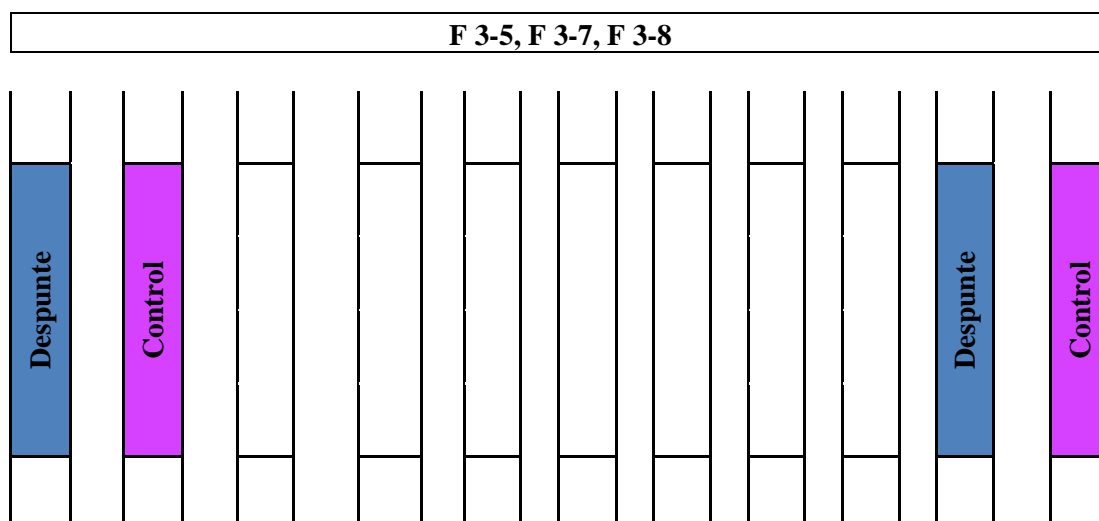


Figura 5 - Esquema de distribución del ensayo de despunte

A continuación, en la Tabla 3 se presenta un resumen de las características agronómicas estudiadas en los ensayos, con sus correspondientes variables, métodos de cálculo y número total de muestras trabajadas.

Tabla 3 - Características agronómicas estudiadas

Característica agronómica	Variable	Método de cálculo	Nº total de muestras
Fertilidad	nº racimos/pámpano	Medida directa en campo	300 cepas
Tamaño de inflorescencia	L, h1, h2	Medida directa en campo	2700 inflor.
Floridez	nº flores/cm raquis de la inflorescencia	Conteo de nº flores/racimo en laboratorio	750 inflor.
Cuajado	nº bayas/ nº flores	Conteo de nº bayas/racimo en laboratorio	1200 racimos
Nutrición	mg/kg	Muestras peciolares en campo y análisis en laboratorio	540 peciolas

3.4. Análisis estadístico

Se ha empleado el software IBM SPSS Statistics para el análisis estadístico realizado en la valoración del cuajado. Para las diferentes combinaciones de ensayos y controles se ha hecho una comparación de medias para “muestras T relacionadas”, obteniendo la correspondiente media, desviación típica y significación. Al tratarse de un ensayo de campo, en ese caso se aceptarán y por tanto podrán afirmarse con seguridad los resultados si las diferencias entre medias tienen un 90% de posibilidades de deberse al ensayo (aplicación de micronutrientes o despunte), es decir, $P < 0,1$. El resto de datos presentados han sido trabajados con Microsoft Office Excel.

4. Resultados y discusión

4.1. Características agronómicas de las parcelas

4.1.1. Situación nutricional de partida de las parcelas

En la Tabla 4 se presentan los niveles de los micronutrientes boro, zinc y molibdeno, medidos en los momentos de cuajado y envero durante la campaña de 2014 en las cepas que no habían recibido ningún tratamiento.

Tabla 4 - Niveles de micronutrientes en peciolo (mg/kg) en 2014

Micronutrientes	Cuajado	Envero
B	48,17	50,44
Zn	17,83	26,08
Mo	0,86	0,08

El boro es el micronutriente con los valores más altos en la planta y tras este el zinc. Para ambos micronutrientes los valores son superiores en época de envero respecto a la de cuajado, siendo en ambos momentos según los valores de referencia elaborados por Benito et. al (2014) y presentados en la Tabla 5, superiores al óptimo o altos. En el caso del molibdeno no hay valores de referencia, pero si ensayos realizados in vitro con él como el de Longbottom et al. (2010) para la variedad Merlot en que consideran que en el momento de floración niveles de molibdeno en peciolo que no sobrepasen los 11 mg/kg favorecen el cuajado, siendo el nivel óptimo para este fin entre 7-9 mg/kg.

Por lo tanto se puede concluir que los niveles nutricionales de la planta para los micronutrientes boro, zinc y molibdeno son adecuados, no presentando problemas de carencias ni de toxicidad.

Tabla 5 - Valores de referencia en floración y envero de Zn y B para Garnacha Tinta (Benito et al., 2014)

		Valores de referencia (mg/kg)				
		Bajo	< Óptimo	Óptimo	> Óptimo	Alto
Floración	Zn	<11	11-13	13-16	16-20	>20
	B	<39	39-43	43-45	45-49	>49
Envero	Zn	<16	16-21	21-25	25-29	>29
	B	<34	34-37	37-40	40-43	>43

4.1.2. Fertilidad

Los niveles de fertilidad son similares en las parcelas del ensayo, aunque la F3-5 es algo más fértil que las otras. En general se mueven en el rango de 1,05-1,22 racimos/pámpano como se puede ver en la Figura 6, por lo tanto la fertilidad se encuentra en un rango medio-bajo para Garnacha Tinta.

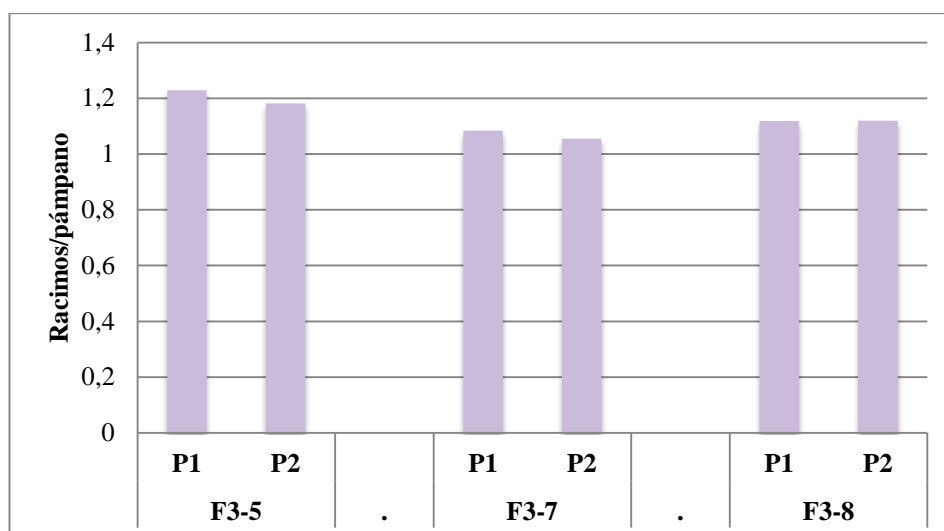


Figura 6 - Fertilidad media según parcelas y material vegetal. La nomenclatura en el eje de las x se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

4.1.3. Tamaño de las inflorescencias

El tamaño medio de las inflorescencias de las parcelas de ensayo es de 20-22 cm, muy superior al del año precedente de 11-13 cm (San Miguel, 2013).

En la Figura 7 se muestra el tamaño medio de las inflorescencias, las mayores diferencias se observan entre el material vegetal de la parcela F3-5, mientras que los tamaños mayores se dan en la F3-7.

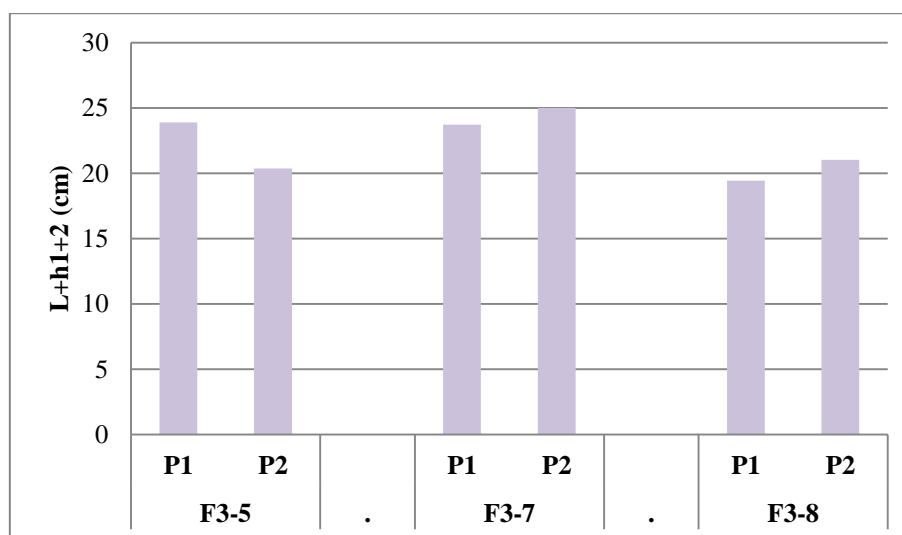


Figura 7 - Tamaño medio de las inflorescencias según parcelas y material vegetal. La nomenclatura en el eje de las x se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

4.1.4. Floridez de las inflorescencias

La relación entre el número de flores y las dimensiones de la inflorescencia, denominada floridez, permite conocer la densidad y compacidad del futuro racimo.

El número de flores puede estudiarse respecto a la longitud comprendida entre el primer hombro y la punta de la inflorescencia (L) o respecto al sumatorio de esa longitud además de la de los dos primeros hombros (L+h1+h2). Ambas relaciones dan buenos resultados, en este caso se va a emplear la segunda ya que es más completa y tiene en cuenta en cierta medida la anchura de la inflorescencia y la longitud de las ramificaciones, lo que coincide con lo obtenido por Santesteban (2003) para la variedad Tempranillo.

En las Figuras 8, 9 y 10 se estudia la floridez teniendo en cuenta las diferentes combinaciones de material vegetal de cada parcela, sin tener en cuenta las combinaciones diferenciando únicamente por parcelas y sin diferenciar por parcelas.

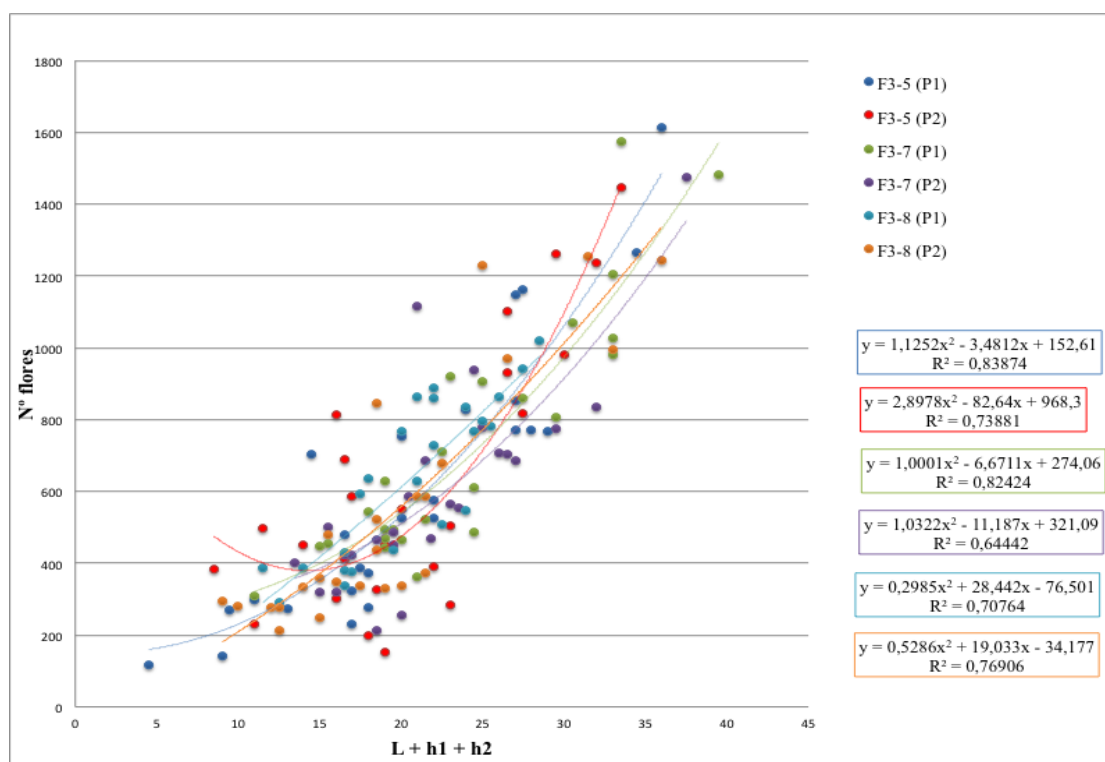


Figura 8 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para las distintas combinaciones de material vegetal. La nomenclatura de la leyenda se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

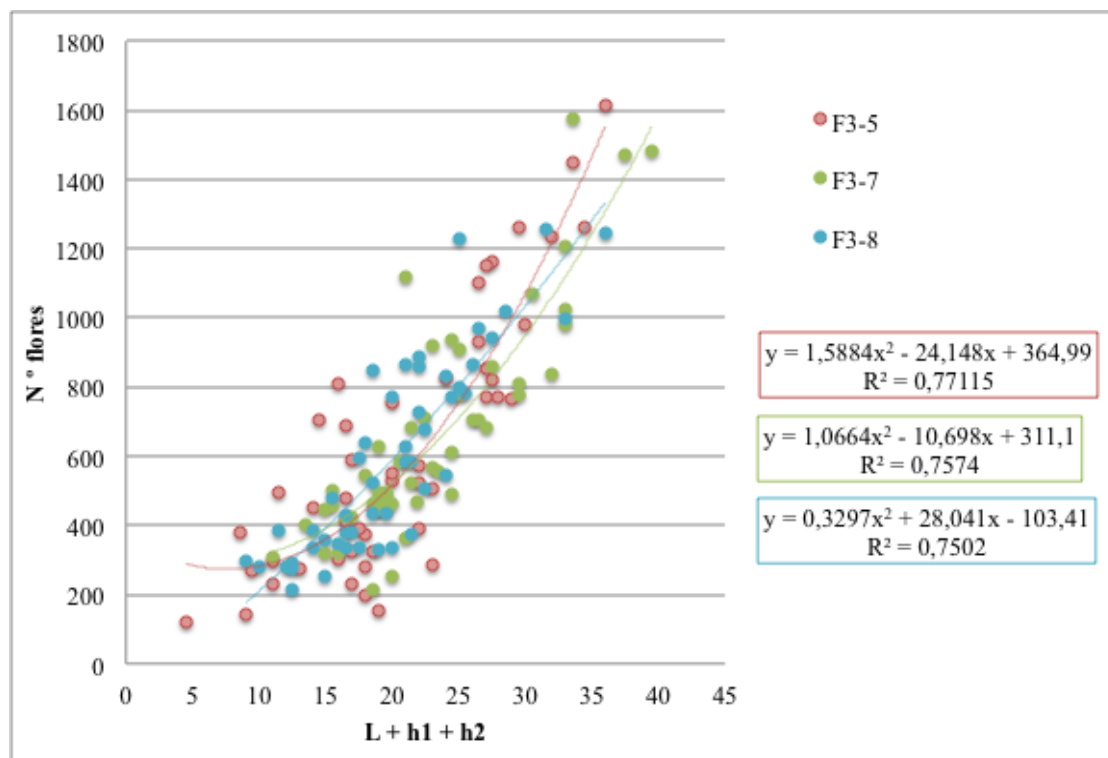


Figura 9 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para las distintas parcelas. La nomenclatura de la leyenda se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

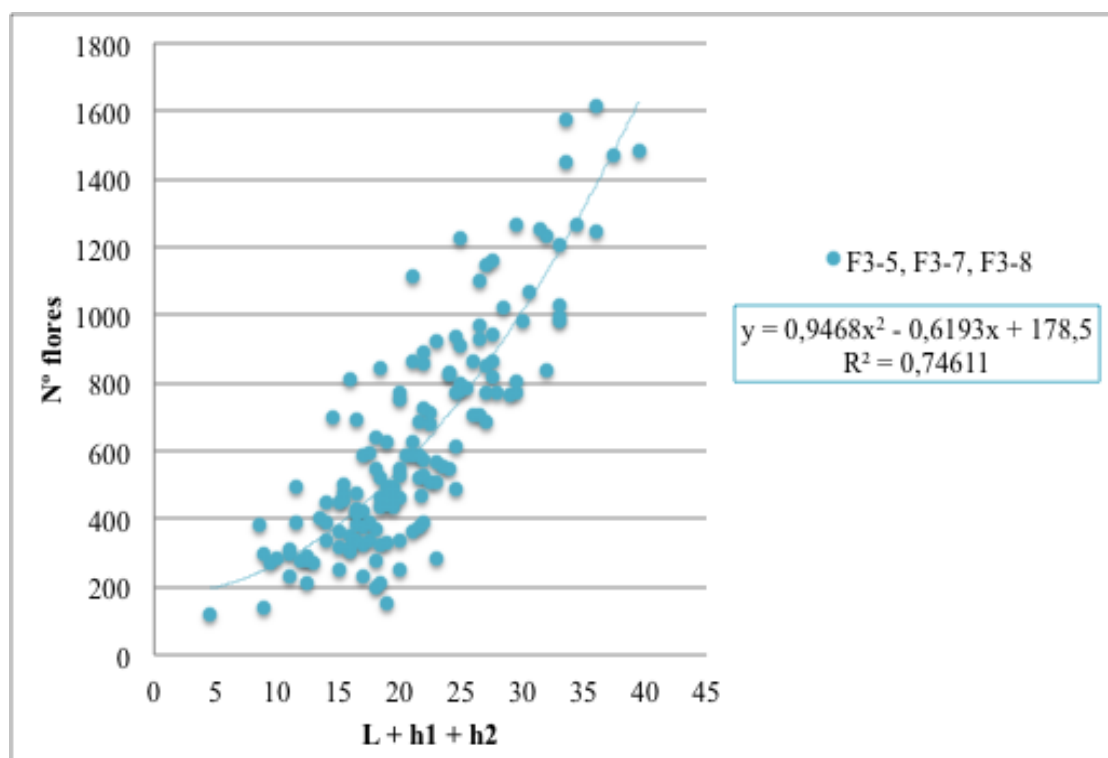


Figura 10 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores. La nomenclatura de la leyenda se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

No se aprecian diferencias significativas de floridez entre las distintas combinaciones de material vegetal ni entre las parcelas, a diferencia del año anterior en la que la F3-5 presentaba mayor floridez que las demás (San Miguel, 2013). Por lo tanto, la relación finalmente considerada para la estimación del número de flores en vista a calcular la tasa de cuajado de las inflorescencias marcadas in situ, será la que se presenta en la Figura 10.

Se puede observar en la Figura 11, como ya se ha dicho anteriormente, que hay una buena relación entre las dimensiones de las inflorescencias y el número de flores de éstas, viendo que a mayor dimensión es mayor el número de flores. Se han comparado los valores de número de flores por centímetro de la inflorescencia con lo descrito por Royo et al. (2012), viendo que los valores de las parcelas son algo superiores a los obtenidos en varios viñedos de Navarra, por lo que parece que la causa de la baja producción de las Garnachas de ensayo no puede atribuirse a una escasa formación de flores.

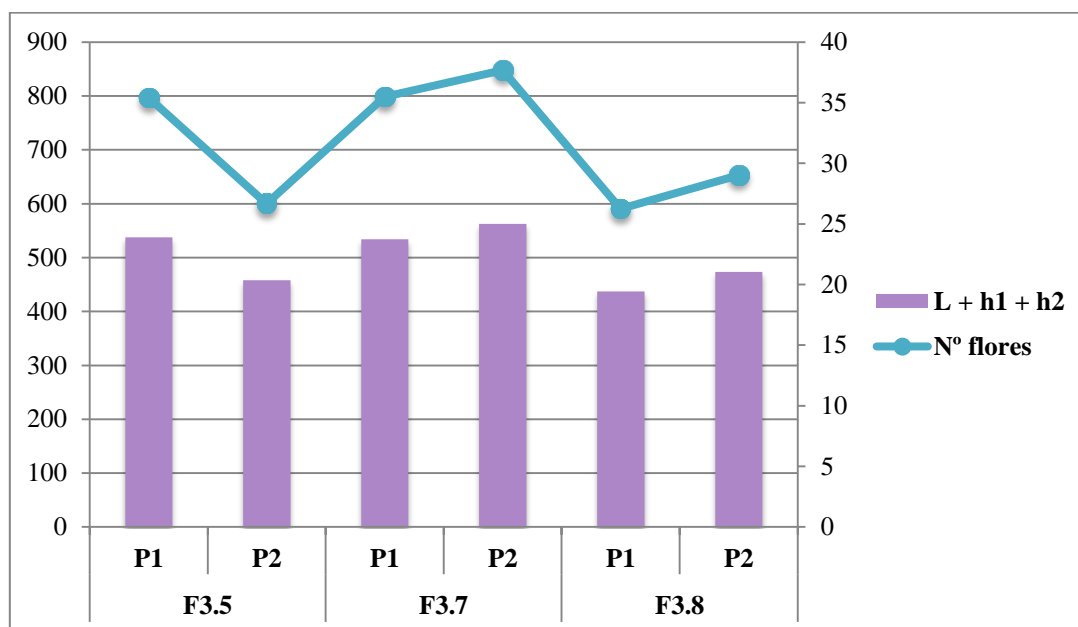


Figura 11 - Relación entre el tamaño de las inflorescencias para las distintas parcelas y material vegetal y número de flores. La nomenclatura en el eje de las x se corresponde con la denominación de las parcelas recogida en la Tabla 1.

4.2. Efecto de la aplicación de micronutrientes

4.2.1. Estado nutricional

En la Tabla 6 se valora el efecto que las aplicaciones de boro, zinc y molibdeno han tenido sobre los niveles de cada uno de ellos durante el ensayo actual, 2014, y el precedente 2013 (San Miguel, 2013), a nivel de peciolo. Las Figuras 12, 13 y 14 son la representación gráfica de estos valores durante la campaña de 2014.

Al tratarse de micronutrientes poco móviles, los valores reflejados durante el año 2014, especialmente en cuajado, estarán sobretodo influidos por las aplicaciones que se realizaron en la campaña anterior.

Tabla 6 - Niveles de micronutrientes en peciolo (mg/kg) en 2013 y 2014

	2013		2014	
	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
Cuajado				
Zn	26,4	47,6	17,8	37,5
B	55,1	54,6	48,2	48,9
Mo	0,74	3,94	0,86	5,11
Envero				
Zn	21,0	31,2	26,1	47,4
B	46,0	51,2	50,4	50,4
Mo	0,16	0,34	0,08	0,10

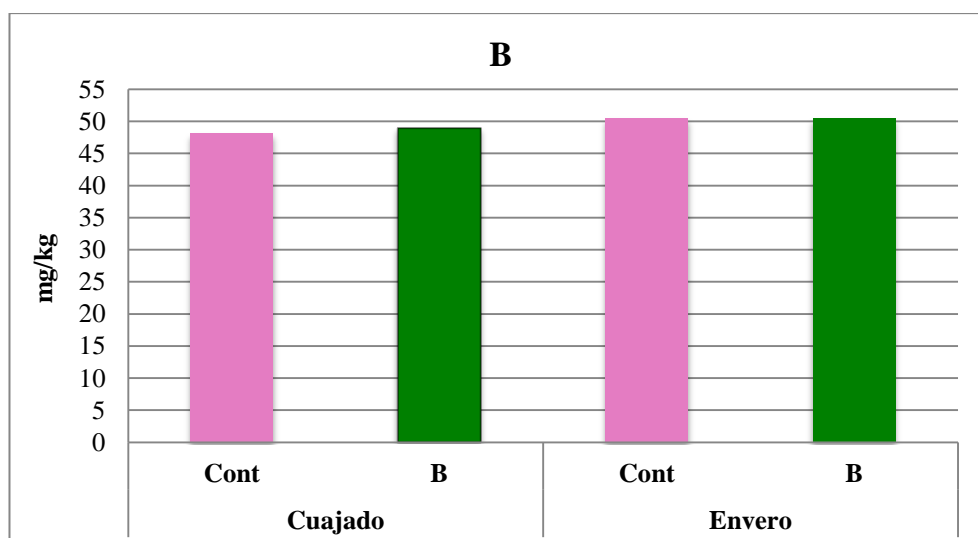


Figura 12 - Niveles de B en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014

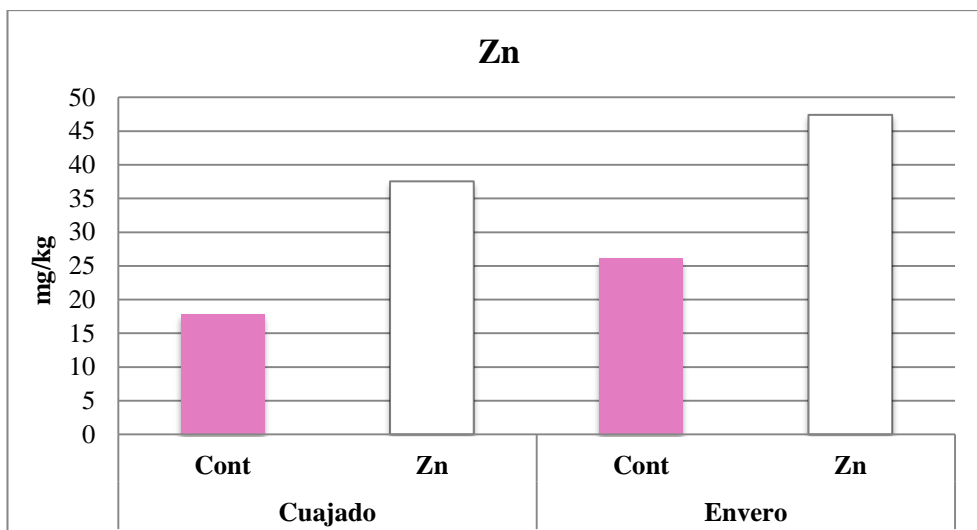


Figura 13 - Niveles de Zn en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014

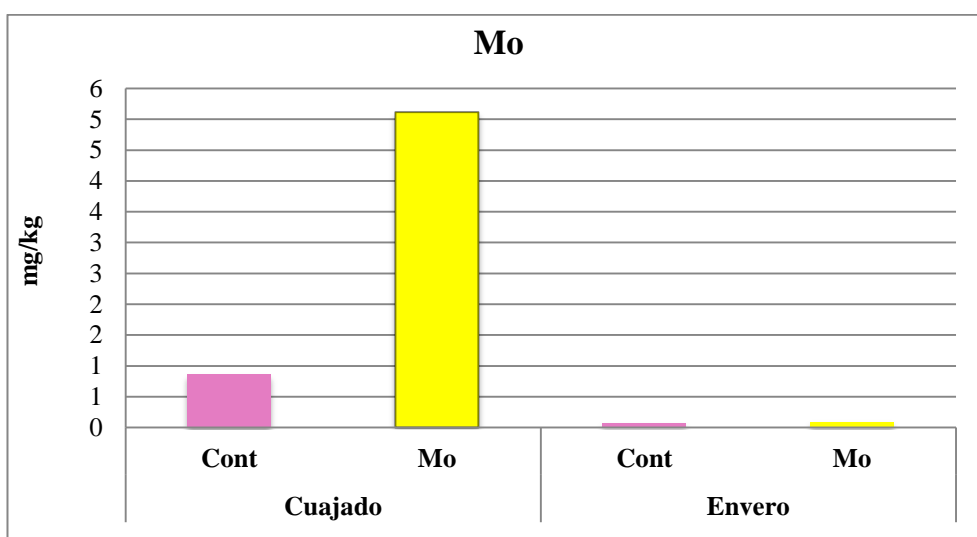


Figura 14 - Niveles de Mo en las cepas tratadas en cuajado y envero en 2014

Se puede observar que los abonos y dosis aplicados para molibdeno y zinc han supuesto un notable aumento de los niveles observados para estos elementos en peciolo, mientras que en el caso del boro no se ha apreciado un aumento tan claro de la concentración a pesar de los aportes.

El boro es el que ha tenido una absorción peor en comparación con el zinc y el molibdeno, ya que presenta valores similares en los controles y en los tratamientos tanto en cuajado como en envero.

Para los valores de referencia de Benito et. al (2014) de la Tabla 5, los niveles de boro y zinc presentan valores altos. Para el molibdeno tomando como referencia lo descrito por Longbottom et al. (2010) en el momento de cuajado se dan niveles adecuados para el objetivo de este ensayo que es influir sobre el cuajado, pudiendo llegar a aumentar la dosis hasta 7-9 mg/kg.

4.2.2. Floridez de las inflorescencias

A continuación se estudia el efecto de la aplicación de los micronutrientes boro, zinc y molibdeno sobre la floridez de la inflorescencia. Hay que tener en cuenta que, de haber efecto, sería consecuencia de los aportes que se realizaron en 2013.

En 2013 se hicieron dos tratamientos, el primero de ellos entre el 30 de Mayo y 3 de Junio, y el segundo entre el 18 y 19 de Julio. A diferencia de este año en el que todas las filas fueron tratadas dos veces, en 2013 se distinguió entre filas que fueron tratadas una única vez y otras dos, a excepción del molibdeno para el cual únicamente se realizó una aplicación porque los análisis de peciolo mostraron un incremento muy elevado en su contenido con respecto al control (San Miguel, 2013).

En las Figuras 15,16 y 17 se presenta la relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los distintos tratamientos.

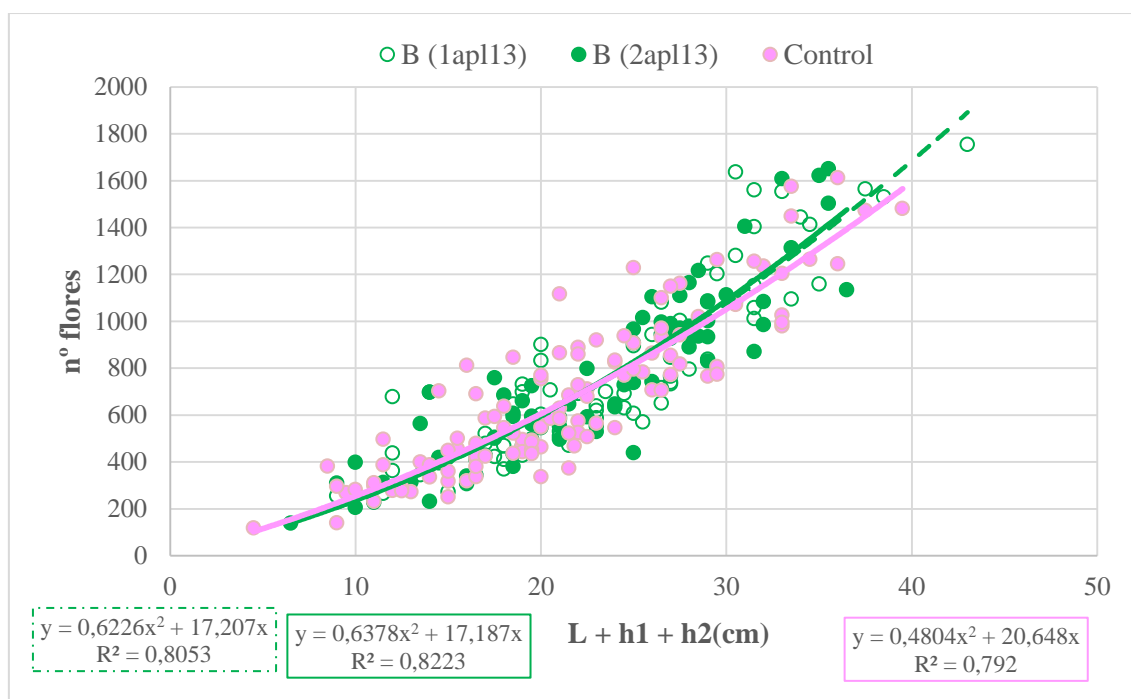


Figura 15 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de boro. En la leyenda superior, “B (1apli13)” hace referencia a los tratamientos en los que durante la campaña anterior únicamente se hizo una aplicación de boro y “B (2apli13)” a los tratamientos en los que durante la campaña anterior se hicieron dos aplicaciones de boro.

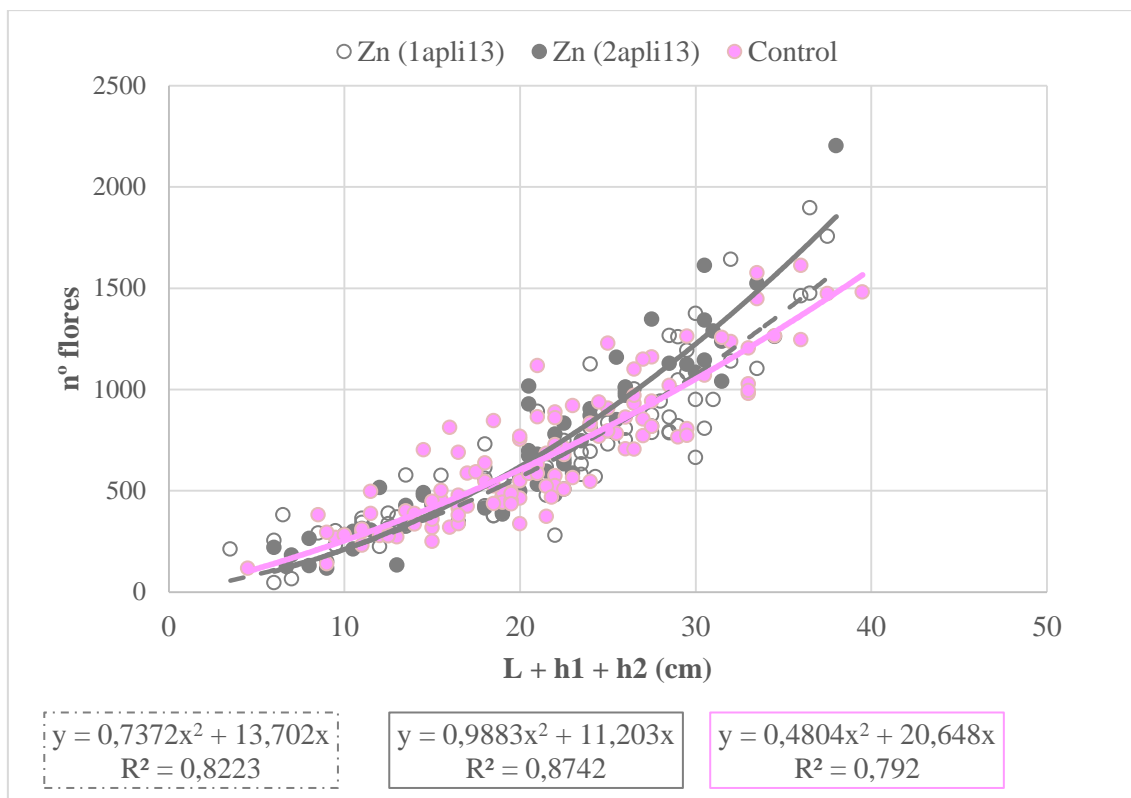


Figura 16 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de zinc. En la leyenda superior, “Zn (1apli13)” hace referencia a los tratamientos en los que durante la campaña anterior únicamente se hizo una aplicación de zinc y “Zn (2apli13)” a los tratamientos en los que durante la campaña anterior se hicieron dos aplicaciones de zinc.

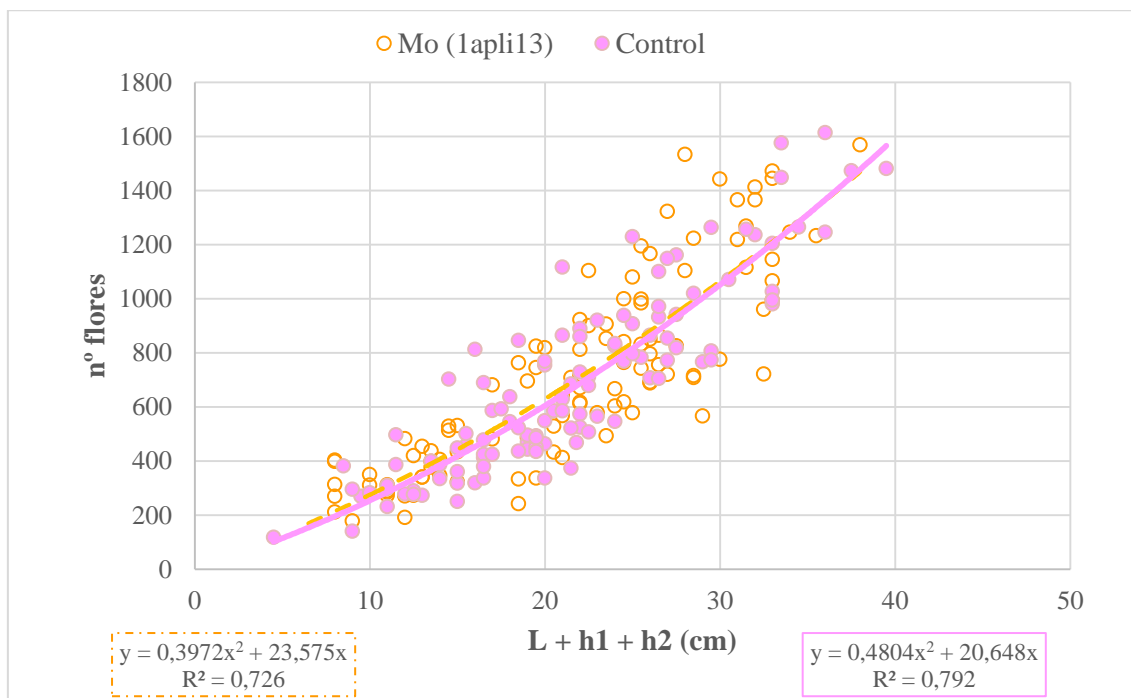


Figura 17 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los tratamientos de molibdeno. En la leyenda superior, “Mo (1apli13)” hace referencia a los tratamientos en los que durante la campaña anterior únicamente se hizo una aplicación de molibdeno.

No hay efecto de los tratamientos sobre la floridez, independientemente del elemento aportado, boro o molibdeno, o de que se realizaran uno o dos aportes. En el caso del zinc tampoco hay efecto o si lo hay es muy pequeño y únicamente en el caso de ser aportado dos veces, en todo caso, redundaría en más rendimiento potencial.

A la vista de que en 2014 no existe efecto ni, como se comentó antes, diferencias entre parcelas, para la estimación del número de flores de las inflorescencias en las que se contabilizó el número de bayas para calcular el cuajado, se consideró para las tres parcelas con sus respectivos tratamientos la relación representada en la Figura 18.

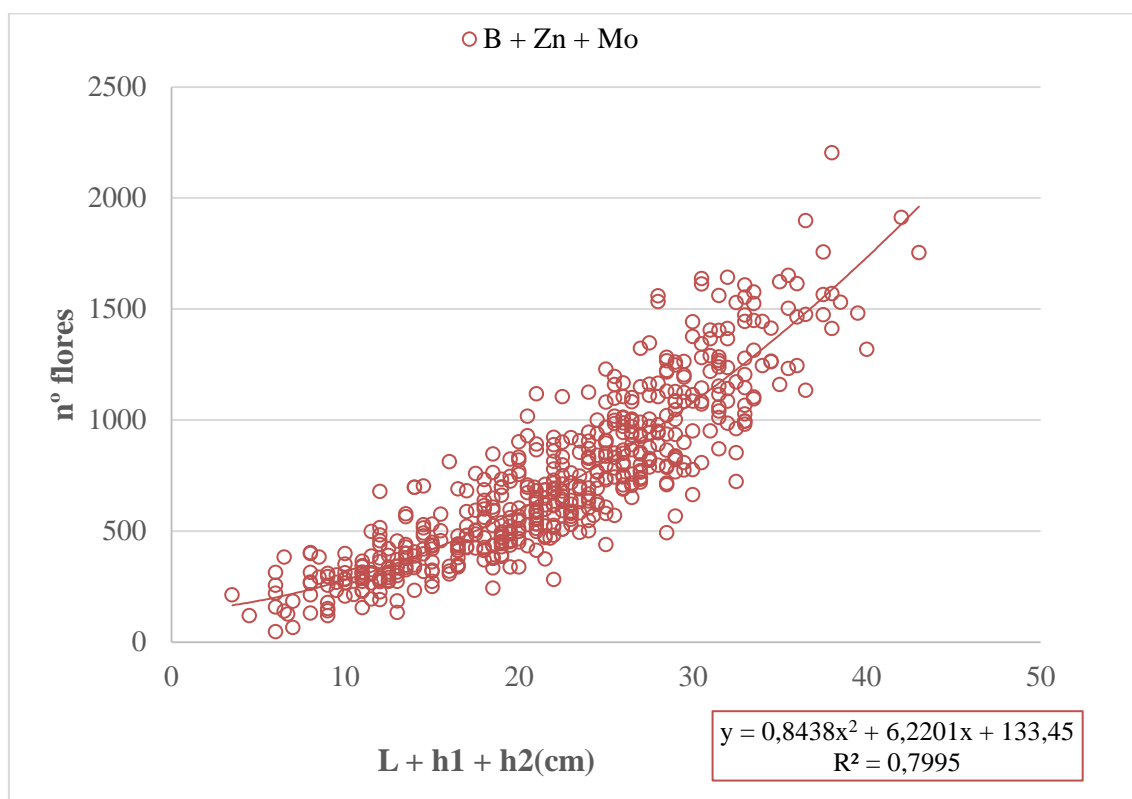


Figura 18 - Relación entre las dimensiones de la inflorescencia y su número de flores para los distintos tratamientos

4.2.3. Cuajado

En las Figuras 19, 20 y 21 se presenta la tasa de cuajado de las parcelas en las que se hicieron aplicaciones de micronutrientes en comparación con los controles, además de ese mismo parámetro sin diferenciar entre parcelas. Para todos los casos sobre las columnas se indica el valor de *P*.

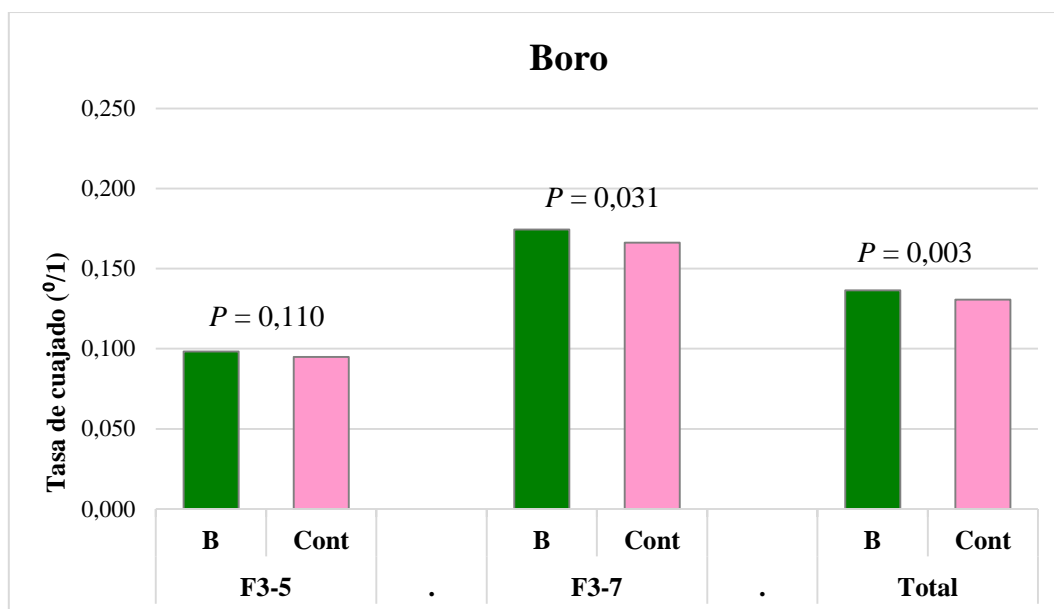


Figura 19 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de boro para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico

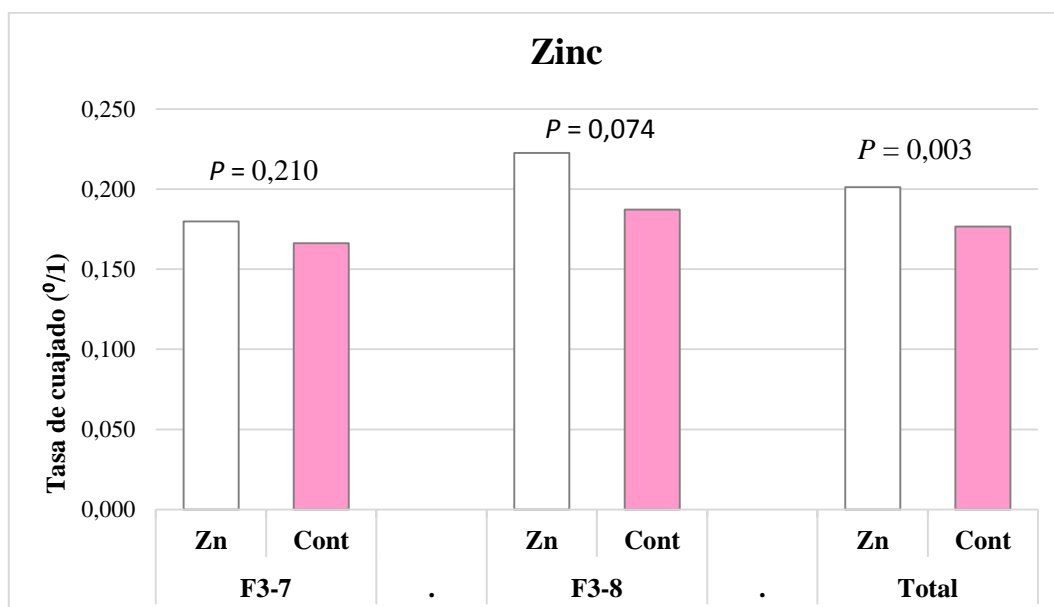


Figura 20 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de zinc para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico

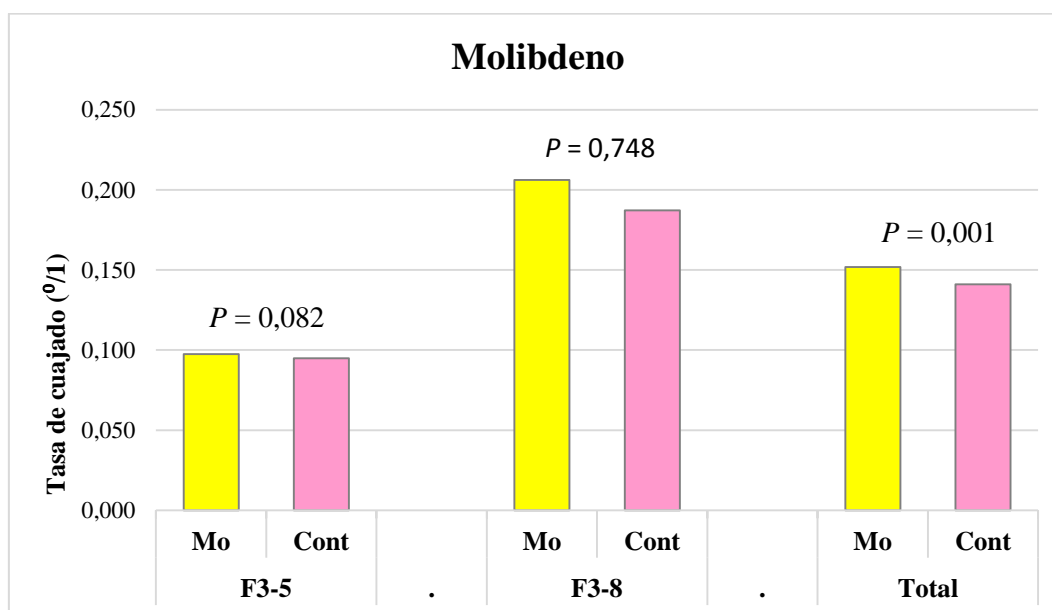


Figura 21 - Tasa de cuajado debida a la aplicación de molibdeno para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico

Se comprueba que los aportes de boro, zinc y molibdeno han tenido un efecto favorable sobre el cuajado, de modo que en el conjunto del ensayo este aumentó un 4, 14 y 8 %, respectivamente.

Las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas cuando se agrupó la información obtenida en las dos parcelas de cada tratamiento ya que, de este modo, el número de repeticiones consideradas es mayor (diez frente a cinco), lo que da mayor potencia estadística al ensayo.

4.3. Efecto de la realización de despuntes sobre el cuajado

La Figura 22 muestra los efectos sobre la tasa de cuajado en función de la realización o no de despuntes. El momento de despunte es el principal condicionante para influir sobre la tasa de cuajado, en este ensayo se realizó en floración durante los días 4 y 6 de junio con una despuntadora mecánica. Para todos los casos sobre las columnas se indica el valor de P .

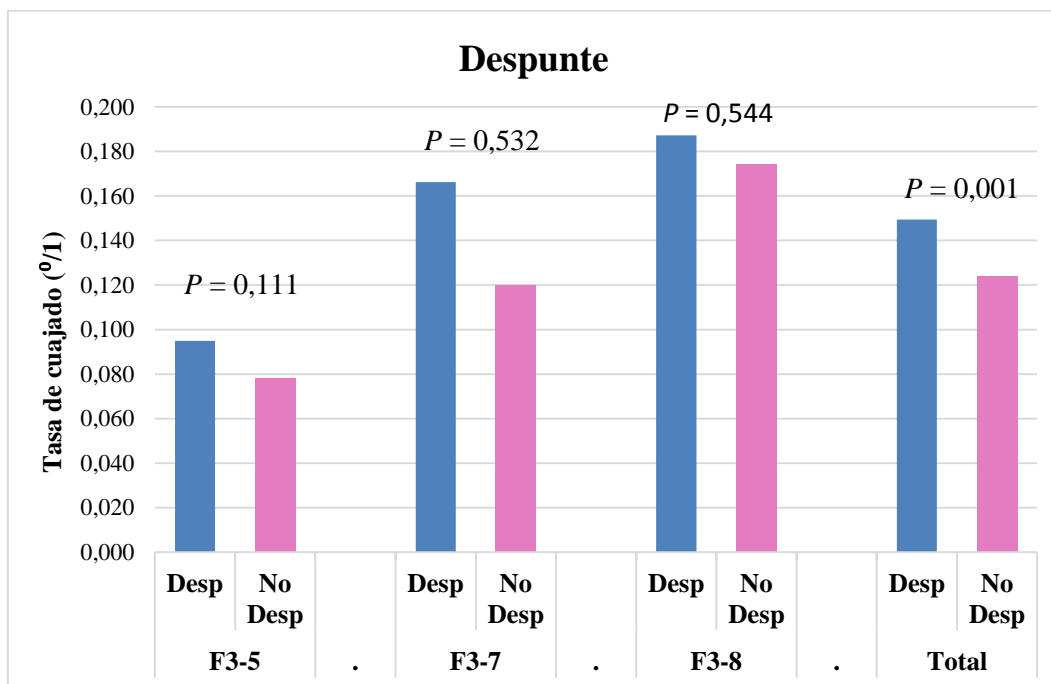


Figura 22 - Tasa de cuajado debida a la realización de despunte para las distintas parcelas y el correspondiente análisis estadístico

Se comprueba que el despunte ha tenido un claro efecto sobre el cuajado, aumentándolo casi un 20%, muy relevante en términos productivos.

Las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas cuando se agrupó la información obtenida en las dos parcelas de cada tratamiento, ya que de este modo el número de repeticiones consideradas es mayor (quince frente a cinco) lo que da mayor potencia estadística al ensayo.

El año anterior el aumento de la tasa de cuajado fue ligeramente superior, de un 28% (San Miguel, 2013). El momento de realización fue el mismo ambos años, la diferencia es que en 2014 se ha realizado un despunte con máquina, más realista. En 2013 dado el estado de la vegetación en el momento de la floración, como reacción al pedrisco acontecido, con gran cantidad de ápices en crecimiento por el desarrollo de los nietos despuntes tuvieron que hacerse de forma manual, centrándose en los brotes objetos de estudio, para conseguir eliminar la competencia de todos los ápices. Por lo tanto, si bien la evaluación del interés de esta técnica realizada ambos años es válida, no es posible hacer una comparación cualitativa de los efectos observados.

4.4. Discusión final

Los resultados presentados han sido positivos en relación con el objetivo de los ensayos, por una parte comprobar el efecto de las aplicaciones de boro, zinc y molibdeno sobre el cuajado de la vid y por otra el efecto del despunte sobre el mismo parámetro.

El rendimiento de un viñedo puede ser menor del esperado como consecuencia de una baja fertilidad, de un tamaño insuficiente de las inflorescencias, de una floridez escasa de las mismas o de un mal cuajado. En la finca en la que se han realizado los ensayos, se ha comprobado que ni la fertilidad, ni el tamaño de las inflorescencias ni su floridez han sido los causantes de los problemas de bajo rendimiento, ya que los valores observados eran normales para la variedad. En este caso, los bajos rendimientos eran consecuencia de un cuajado insuficiente, por lo que cobraba particular interés evaluar el uso de técnicas de cultivo que lo mejoraran. En conjunto, se ha comprobado que la aplicación de micronutrientes y el despunte pueden incidir positivamente sobre la tasa de cuajado.

El presente Trabajo se ha llevado a cabo en la variedad Garnacha, una variedad que pasó de ser la más cultivada tanto en Navarra como en La Rioja en los años 80 del siglo pasado a perder claramente esta posición a favor de Tempranillo. Algunas razones de este cambio están relacionadas con sus características de cultivo (sensibilidad al corrimiento) y particularidades de vinificación (tendencia a la oxidación). El primer problema se intentó solventar mediante una selección clonal, realizada en los años 80, de plantas con poca tendencia al corrimiento, pero el resultado fueron cepas muy productivas, con bayas muy poco coloreadas, y no aptas para la producción de vino tinto de calidad. Esto provocó que la variedad fuera cada vez menos considerada, y su superficie de cultivo disminuyera progresivamente. Actualmente su cultivo está de nuevo en alza, pero sus problemas de cuajado aún no tienen una solución clara cuando se utilizan clones de producción moderada. Este hecho justifica la importancia del presente Trabajo, al no haber ningún otro que abarque de forma tan completa el problema, además de haber mostrado resultados positivos, que de confirmarse en próximas campañas pueden suponer un cambio en el manejo hasta ahora realizado en esta variedad.

El efecto general de la aplicación de los micronutrientes ha sido positivo, evidenciándose con una consistencia destacable que los aportes de zinc suponen un aumento del cuajado, además de las de boro y molibdeno. Sin embargo hay que tener en cuenta las diferencias de absorción que ha habido entre los micronutrientes, siendo en el caso del boro, relativamente baja. No es descartable que el boro en caso de tener una mejor absorción pudiera llegar a suponer un mayor aumento de la tasa de cuajado, superior al del 4% de este ensayo. Estos efectos positivos coinciden con observado por Dabas y Jindal (1985) con la aplicación de boro, con Christensen (1980) con la aplicación de zinc y con Longbottom et al. (2010) con la aplicación de molibdeno.

Un aspecto relevante que queda cuestionado a la luz de los resultados obtenidos es la validez de los valores de referencia de los que se dispone para esta variedad respecto a los niveles de zinc y boro en peciolo. Así, los niveles que se han observado en este Trabajo en las cepas en las que no se aplicaron tratamientos, estaban considerados como altos y, sin embargo, la aplicación de estos nutrientes por vía foliar ha probado ser efectiva de cara a mejorar el cuajado. Por lo tanto, debería valorarse si, al menos en algunas circunstancias, los niveles críticos para estos micronutrientes tendrían que ser más altos.

El despunte en floración, al igual que los micronutrientes, ha supuesto una mejora del cuajado siendo ésta aún mayor al ser combinado con los tratamientos. La dificultad práctica de su realización reside en la necesidad de ajustar su ejecución a un período de tiempo (inicio de floración) muy corto, lo que puede suponer una complicación logística relevante en una explotación dado que se trata de una operación costosa en tiempo (en la finca el rendimiento aproximado de la despuntadora ha sido de 1,72 h/ha).

El análisis conjunto los resultados evidencia el efecto positivo sobre el cuajado con los aportes de zinc y la realización del despunte. En la Figura 23 se recoge el incremento total de la tasa de cuajado debido a las diferentes prácticas. Se comprueba que se ha llegado a alcanzar un aumento del cuajado de casi el 15% con los aportes de zinc, y de un 20% con el despunte. Además, hay que destacar, que el aumento de cuajado que ha supuesto el zinc se produjo sobre cepas ya despuntadas, por lo que sería aditivo a este último y no una alternativa al despunte. Si comparamos la tasa de cuajado de las cepas en las que se aportó zinc y se despuntó con la de las cepas en las que ni se despuntó ni se aportó ningún micronutriente, observamos que el aumento de la tasa de cuajado alcanza prácticamente el 40%.

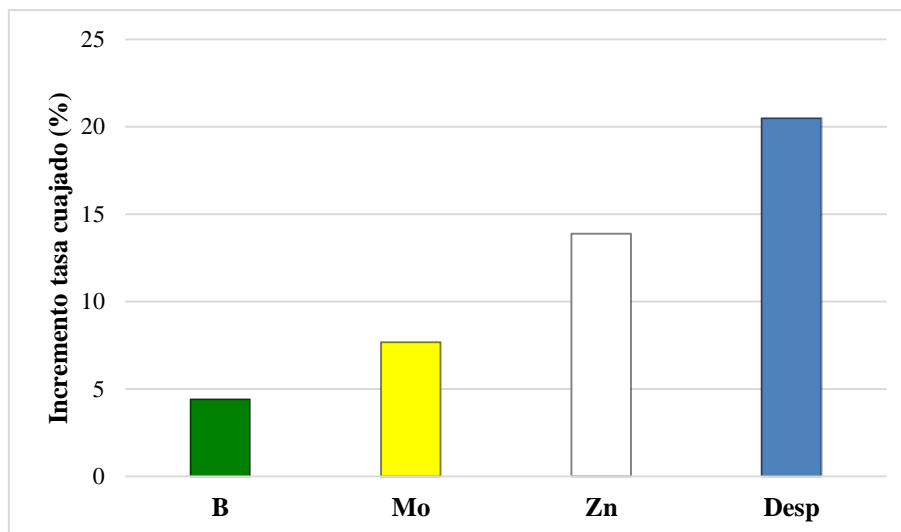


Figura 23 - Incremento de la tasa de cuajado para las distintas actuaciones

Los resultados obtenidos sugieren por tanto que sería recomendable la práctica del despunte en floración de manera generalizada en la finca, combinándola con el aporte de, al menos, zinc.

5. Conclusiones

Las conclusiones del presente Trabajo de Fin de Grado son las siguientes:

- El problema de bajas producciones detectado no se debe a problemas de fertilidad, de tamaño de las inflorescencias o de floridez de las mismas.
- El aporte de zinc ha mejorado significativamente la tasa de cuajado, llegando a incrementarla casi un 15%, el boro un 4% y el molibdeno un 8%.
- El despunte en el momento de floración también ha mejorado significativamente el cuajado, incrementándolo un 20%.
- Los resultados obtenidos hasta el momento corresponden únicamente a dos campañas, la primera de las cuales fue atípica por la ocurrencia de pedrisco, por lo que deben tomarse con una cierta precaución. Sin embargo, dado que en las dos campañas los resultados apuntan en la misma dirección, parece recomendable la práctica del despunte en floración de manera generalizada en la finca, combinándola con el aporte de, al menos, zinc.

6. Bibliografía

- Alarcón Vera, A., 2001. *El boro como nutriente esencial*. Ediciones de Horticultura S.L.
- Bangerth, F., 2000. *Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators*. Plant Growth Regulators. 31:43- 59.
- Benismail, M.C., Bennaouar, M. y Elmribti, A., 2007. *Effect of bud load and canopy management on growth and yield components of grape cv. 'Cardinal' under mild climatic conditions of agadir area of morocco*. Acta Hort. (ISHS) 754: 197-204.
- Benito et. al., 2014. *Valores de referencia en floración y envero de Zn y B para Garnacha Tinta*. (Ignacio Martín, comunicación personal).
- Christensen, P., Beede, R.H. y Peacock, W.L., 2006. *Fall foliar sprays prevent boron-deficiency symptoms in grapes*. California Agriculture. 6(2): 100-103.
- Christensen, P., 1980. *Timing of Zinc Foliar Sprays. I. Effects of Application Intervals Preceding and During the Bloom and Fruit-Set Stage. II. Effects of Day vs Night Application*. American Journal of Enology and Viticulture. 31 (1), pp. 53-59.
- Coombe, B. (1967). *Effects of growth retardants on Vitis vinifera*. University of Adelaide, Waite Agricultural Research Institute.
- Dabas, A.S. y Jindal, P.C., 1985. *Effects of Boron and Magnesium Sprays on Fruit Bud Formation, Berry Set, Berry Drop and Quality of Thompson Seedless Grape (Vitis vinifera L.)*. Indian Journal of Agricultural Research. 19 (1), pp. 40- 44.
- Fidelibus, M. y Vasquez, S., 2011. *Using Gibberellic Acid to Reduce Cluster Compactness in Grapes*. America's Research-based Learning Network.
- Hidalgo, L. y Hidalgo, J., 2011. *Tratado de Viticultura*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Hueso Martín, J.J., 2012. *Manejo y técnicas de cultivo en uva de mesa apirena*. Fundación Cajamar.
- Institut Français de la vigne et du vin. *L'Eclaircissage chimique ou physiologique*. <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/fiches-pratiques/eclaircissage-chimique.php> (Consulta realizada el 23-Nov-14)
- Kanthak, A., 1996. *Efectividad de aplicaciones foliares de boro y zinc en la cuaja de almendras cv. non pareil*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Keller, M. y Koblet, W., 1994. *Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of in Florescence necrosis in Vitis vinifera L.* Vitis 33. 81-86.
- Keller, M., Kummer, M. y Candolfi-Vasconcelos. M.C. (2001). *Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock*. Australian Journal of Grape and Wine Research 7, 12-18

- Longbottom, M.L., Dry, P.R. y Sedgley, M., 2010. *Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structure and on yield components of Vitis vinifera cv. Merlot*. School of Africulture, Food and Wine, Faculty of Science. The University of Adelaide.
- Martínez de Toda, F., 1991. *Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura*. Madrid: Mundi-Prensa.
- May, P., 2004. *Flowering and Fruitset in Grapevines*. Lythrum Press South.
- Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S. y Intrieri, C., 2006. *Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components and grape composition*. Am. J. Enol. Vitic. 57, 397-407.
- Razeto, B., 1993. *La nutrición mineral de los frutales. Deficiencias y Excesos*. Soquimich, Santiago, Chile.
- Reynier, A., 2013. *Manual de viticultura*. Barcelona: Omega.
- Royo, B., Miranda, B., Santesteban L.G. y Laquidain MaJ., 2012. *Evaluación de los efectos de la utilización de un sistema de poda mecánica indiscriminada sobre el comportamiento de la vid*. En: Informe de las actividades en I+D desarrolladas durante los años 2011 y 2012, Pamplona, España, 12-14.
- Saenz, J. L., 2001. *Boron Fertilization: A key of succes*. Vineyard and vintage view 16, 4-5
- San Miguel D., 2013. *Influencia de la aplicación de micronutrientes sobre el cuajado de la variedad de vid "Garnacha"*. Trabajo Fin de Grado. Departamento de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra.
- Santesteban, L.G., 2003. *Evaluación del efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento, la fertilidad y la producción de la vid (Vitis Vinifera L.) Cv. Tempranillo*. Tesis doctoral, Departamento de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra.
- Szyjewicz, E., Rosner N. y Kliewer W.M., 1984. *Ethephon ((2-Chloroethyl) Phosphonic Acid, Ethrel, CEPA) in viticulture: a review*. Am. J. Enol. Vitic. 35: 117-123.
- Vergnes, A., 1981. *Observations sur les effets de la taille tardive et l'écimage sur la coulure de la vigne [Observations of the effects of late pruning and shoot tipping on coulure in grapevines]*. Progrès Agricole et Viticole 98, 506-510.
- Williams, P., Maier, N., Chvyl, L., Porter, K. et al., 2007. *Molybdenum Foliar Sprays and Other Nutrient Strategies to Improve Fruit Set and Reduce Berry Asynchrony ('hen and chickens')*. South Australian Research and Development Institute, Adelaide
- Yuste, J., 2005. *Operaciones en verde para mejorar la calidad de la uva*. Vida Rural, dossier viña.

7. Anexos

7.1. Descripción variedad Garnacha Tinta

- Ampelografía

Tabla 7 - Ampelografía de la Garnacha Tinta (Fuente: MAGRAMA)

Sumidad	
Apertura extremidad	Abierta
Pelos postrados de la extremidad	Pigmentación media-muy alta. Densidad débil
Pámpano	
Color entrenudo	Verde en cara dorsal y ventral
Color nudo	Verde en cara dorsal y ventral
Densidad pelos tumbados	Nula o muy baja en nudo y entrenudo
Hoja joven	
Intensidad antocianica de las 6 hojas terminales	Débil
Densidad pelos tumbados	Nula-muy débil
Hoja adulta	
Tamaño del limbo	Medio
Forma del limbo	Pentagonal
Número de lóbulos	Cinco
Disposición lóbulos del seno peciolar	Abierto en lira
Hinchazón del haz	Débil
Perfil en sección transversal	Alabeado
Profundidad y disposición de los lóbulos de los senos laterales superiores	Profundidad superficial con lóbulos cerrados-superpuestos
Pigmentación del haz	Nula
Densidad pelos tumbados entre nervios principales	Nula o muy baja
Densidad de pelos erguidos sobre nervios principales	Nula o muy baja

Longitud y densidad de pelos sobre el peciolo	Nula o muy baja
Forma y longitud de dientes	Dientes rectilíneos de longitud media y con relación longitud-anchura mediana
Racimo	
Tamaño	Pequeño-mediano
Compacidad	Compacto-muy compacto
Longitud pedúnculo	Corto
Baya	
Tamaño	Mediana
Uniformidad tamaño	Uniforme
Color epidermis	Rojo-violeta oscuro
Forma de perfil	Esférica
Separación pedicelo	Difícil
Grosor piel	Fina
Pigmentación pulpa	No coloreada
Consistencia pulpa	Blanda
Suculencia pulpa	Jugosa
Sabores particulares	Ninguno
Formación pepitas	Presentes
Sarmiento	
Color	Marrón
Relieve superficie	Estriado

Aptitudes agronómicas:

- Planta muy vigorosa, porte erguido.
- Fertilidad elevada. Producción entre media y alta, racimos entre medianos y grandes.
- Muy resistente a sequía, muy versátil, se adapta a todo tipo de suelos. Se puede podar en poda corte aunque tampoco va mal con poda larga.
- Sensible a mildiu, botrytis y corrimiento del racimo.

Potencial enológico:

- Vinos alcohólicos, color granate, aromas ligeros con tonos de fruta roja madura, acidez entre media y alta, vino poco estructurado.
- Se emplea para crianzas mezclándolo con Tempranillo, cabernet, Macabeo, Syrah y Graciano. Como vino joven no es interesante por su rápida oxidación. Su mayor vocación es la elaboración de rosados a partir de monovarietales de Garnacha.

7.2. Descripción productos empleados

A continuación se presenta la descripción de los productos empleados en el ensayo de aplicación de micronutrientes facilitada por la casa comercial YaraVita.

YaraVita Bortrac 150

- Foliar: Boro (B) - Bortrac 150
- Análisis: 150 g/l Boro (10.9% w/w)
- Dosis recomendada en vid: dos aplicaciones de 1 l/ha, antes de cuajado, volumen de agua: 400 l/ha
- Características del producto y beneficios: Una fórmula de líquido concentrado de boro fabricada para estándares de control de calidad rigurosos que garanticen un análisis consistente, un cultivo seguro y el rendimiento del producto.

Bortrac 150 tiene baja viscosidad por lo que se mejora la aplicación, mezcla y rociado.

Comparado con productos en polvo, Bortrac 150 es fácil de usar y ampliamente mezclable con agroquímicos en depósito para coaplicación, eliminando la necesidad de operaciones de rociado específicas, ahorrando tiempo y dinero.

YaraVita Zintrac 700

- Foliar: Zinc (Zn) - Zintrac 700
- Análisis: 700 g/l Zinc (40% w/w)
- Dosis recomendada en vid: 0,5 l/ha en racimos visibles, botones florales abiertos o cuajado del fruto, volumen de agua: 200-500 l/ha.
- Características del producto y beneficios: Una fórmula fluida de zinc altamente concentrada que contiene 8 o 10 veces más zinc que un quelato líquido típico y 3-4 veces más zinc que líquidos basados en sulfatos o nitratos.

Esto significa que los porcentajes de aplicación son más bajos y el almacenaje, transporte y entrega son reducidos.

Mucho más fácil de usar- y conteniendo más zinc- que los productos en polvo, Zintrac 700 se dispersa y mezcla, fácil y rápidamente en el depósito de rociado sin la necesidad de pre-mezclarlo.

Zintrac 700 es rápidamente absorbido por el cultivo, sin embargo, tiene un efecto alimenticio duradero por lo que en muchos casos se requerirá menor aplicación.

Es fácilmente mezclable en depósito, Zintrac 700 puede coaplicarse con muchos agroquímicos, facilitando una integración en programas de protección de cultivos y eliminando la necesidad de operaciones específicas de rociado. Ahorran tiempo y dinero.

YaraVita Molytrac 250

- Foliar - Molibdeno (Mo) - Molytrac 250
- Análisis: 250 g/l Molibdeno (15.5% w/w)
- Dosis recomendada en vid: 0,5 l/ha aplicado antes de floración, repetir durante el cuajado, cierre del racimo, y al principio del envero si fuera necesario, volumen de agua: 200 l/ha.
- Características del producto y beneficios: Fácil aplicación, fórmula líquida. Los requisitos para el cultivo del molibdeno no son altos, por lo que es posible un tratamiento efectivo con porcentajes bajos de aplicación (sólo 0.25 litros por hectárea).

Mucho más fácil de aplicar, mezclar y rociar que los productos en polvo. Molytrac ahorrará tiempo y dinero.

Molytrac 250 es ampliamente mezclable con agroquímicos en depósito para su coaplicación , permitiendo una fácil integración en programas de protección de cultivos y eliminando la necesidad de operaciones específicas de rociado.

7.3. Fotos



Figura 24 - Diseño de los ensayos



Figura 25 - Primera aplicación de micronutrientes



Figura 26 - Segunda aplicación de micronutrientes



Figura 27 - Estado de las inflorescencias en el momento previo a floración



Figura 28 - Despuntos en floración



Figura 29 - Despuntadora



Figura 30 - Medición in situ de las dimensiones de las inflorescencias



Figura 31 - Racimo tras cuajado