

**MÁSTER EN HORTICULTURA MEDITERRÁNEA BAJO INVERNADERO**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**“Técnicas sostenibles para la mejora del color en uva de mesa 'Crimson Seedless' cultivada bajo malla.”**

**Alumno: Enrique Romo Calderón**

**Tutor UAL: Julián Cuevas González**

**Tutor Cajamar: Juan José Hueso Martín**

**CURSO: 2016/2017**

**Almería, España**

# Técnicas sostenibles para la mejora del color en uva de mesa 'Crimson Seedless' cultivada bajo malla.

## Sustainable techniques for improving color in table grapes 'Crimson Seedless' cultivated under mesh.

### Resumen

El color es el principal atributo de calidad externo en la uva de mesa tinta y es conferido por antocianinas, altamente influenciadas por las condiciones ambientales. En este estudio se evaluó el efecto del aclareo de bayas en el cultivar de uva de mesa 'Crimson Seedless'. Los tratamientos consistieron en un control donde el racimo se desarrolló sin intervención de aclareo manual, un tratamiento de aclareo ligero que consistió en un cincelado en el interior del racimo, un tratamiento de aclareo medio realizándose cincelado interior más corte de los hombros del racimo y un tratamiento de aclareo severo donde se realizó cincelado interior más el corte de los hombros y cola del racimo. En recolección, los racimos se clasificaron en función de la uniformidad del color del racimo, diferenciándose aquellos con más del 80 % de bayas coloreadas, aquellos con entre 60-80% de bayas con color y aquellos con <60% de bayas rojas (no comerciales). El aclareo de bayas redujo lógicamente la cosecha total, siendo mayor la reducción cuanto mayor fue la intensidad del aclareo. Por el contrario, el aclareo tuvo un efecto positivo sobre la producción comercial. Así, a pesar de la ausencia de diferencias significativas, se observó que el tratamiento severo presentó mayor precocidad y mejoras en el color, respecto a los tratamientos de aclareo medio, ligero y control. En cuanto a otros parámetros de calidad no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con valores de sólidos solubles totales en todos los casos alrededor de 20°Brix. El índice de color CIRG fue de 2,3 en los tratamientos de aclareo severo y medio, mientras que con el aclareo ligero y en los racimos control el CIRG fue menor, en torno al 2,0.

**Palabras clave:** antocianinas, aclareo de bayas, producción comercial, precocidad, color.

### Abstract

Fruit skin color is the main attribute of external quality in red grapes and is conferred by anthocyanins that are highly influenced by environmental conditions. This study evaluated the effect of berry thinning on the red grape 'Crimson Seedless'. The treatments consisted of a control where the bunch was allowed to develop without additional hand berry thinning, a light thinning treatment that consisted of a chiseling inside the bunch, a medium thinning treatment being performed internal chiseling plus a cut of the shoulders of the clusters and a severe berry thinning treatment where inner chiseling was performed plus shoulder and tail cut of the clusters. At harvest, clusters were classified according to the uniformity of cluster color, with those with more than 80% colored berries, those with between 60-80% colored berries and those with <60% red berries (non-commercial). The thinning of berries logically reduced total yield, the reduction being greater as was the intensity of thinning. On the contrary, thinning had a positive effect on commercial

**production. Thus, despite the absence of significant differences, it was observed that the severe treatment presented higher precocity and better color, compared to the treatments of medium, light and control thinning. This is because the number of clusters collected with good color was higher in this treatment of severe thinning. As for the remaining quality parameters measured, there were no significant differences between treatments. All treatments allowed harvesting of berries with a total soluble solid content of around 20 ° Brix. The CIRG, an index to measure red color, was 2.3 in the treatments of severe and medium thinning, while it was around 2.0 for light thinning treatment and control.**

**Key words:** anthocyanins, berry thinning, commercial yield, fruit earliness, color.

## Introducción

La uva de mesa es una fruta cuya calidad comercial está estrechamente relacionada con su apariencia visual (Carreño *et al.*, 1996). 'Crimson Seedless' es una uva de mesa tinta tardía desarrollada en 1989, con un alto valor en el mercado y cada vez más cultivada bajo ambientes protegidos con la finalidad de extender la disponibilidad de uvas de mesa sin semillas hacia finales del otoño (Shahidian *et al.*, 2016). En la uva, la síntesis de antocianinas coincide con el envero, periodo en el que la baya comienza a tomar color en el caso de las variedades tintas (Winkler *et al.*, 1974), variedades que pueden no desarrollar un color adecuado en climas cálidos (Ovadia *et al.*, 2013). En parte, esto parece deberse a las altas temperaturas nocturnas que inhiben la acumulación de antocianinas (Spayd *et al.*, 2002).

Las antocianinas en uva son básicamente cinco. Dos son di-hidroxiladas: cianidina (Cy: rojo) y peonidina (Pn: rosado); y tres son tri-hidroxiladas: delfinidina (Dl: morado rosado), petunidina (Pt: morado) y malvidina (Mv: morado rojizo). Las antocianinas presentan diferencias notables en su estabilidad. Las di-hidroxiladas (Cy, Pn) son más sensibles, particularmente a temperatura y luminosidad. En concreto la cianidina, la antocianina más básica, a temperatura y luminosidad muy baja casi no se produce y a temperatura y luminosidad muy alta baja su tasa de biosíntesis (Peppi, 2017). Las altas temperaturas nocturnas también inhiben la expresión génica de la chalcona sintasa (CHS), flavanona 3-hidroxilasa (F3H), dihidro flavonol 4-reductasa (DFR), leucoantocianidina dioxigenasa (LDOX) y UDP glucosa-flavonoides 3-O-glucosiltransferasa (UFGT). La inhibición de la biosíntesis de antocianinas en bayas de uva cultivadas bajo condiciones de alta temperatura nocturna podría ser causada por menores niveles de expresión de los genes biosintéticos de antocianinas en una etapa temprana de maduración y menores actividades de las enzimas biosintéticas antocianinas, particularmente la UFGT (Mori *et al.*, 2005). En la uva, las antocianinas se encuentran principalmente en la hipodermis y en las semillas (Cantos *et al.*, 2002).

La mejora del color en uvas tintas se puede promover mediante la aplicación de ácido abscísico (ABA) y derivados del etileno. El ABA es una hormona vegetal que aumenta en la piel de la uva al inicio de maduración y participa en la regulación de la acumulación de antocianinas (Peppi *et al.*, 2007; Lurie *et al.*, 2009). Se sabe que la expresión de las antocianinas depende de factores internos tales como el ABA, que promueve el efecto de transmisión de la proteína MYB1A. Esta proteína se encarga de regular los genes implicados en la ruta biosintética de las antocianinas de las uvas tintas (Jeong *et al.*, 2004). Diferentes pruebas señalan que las aplicaciones exógenas de ABA mejoran el color de la uva (Peppi *et al.*, 2007). El ácido abscísico provoca un aumento significativo en el contenido de sólidos solubles y en la proporción de sólidos solubles/acidez. También aumenta las antocianinas y los compuestos fenólicos totales, especialmente cuando se

aplica dos veces, independientemente de la concentración (Neto *et al.*, 2017). Históricamente, el coste de producción del ABA ha sido demasiado alto y su uso no se había justificado en la agricultura; Sin embargo, una reciente mejora en los métodos de producción del isómero (S) -cis-ácido abscísico (S-ABA), a través del hongo *Botrytis* spp. (Cantín *et al.*, 2007; Peppi *et al.*, 2007; Koyama *et al.*, 2015) abarata su uso. El estrés hídrico generado mediante estrategias de riego deficitario controlado (RDC) permite también una cierta mejora del color en las bayas de uvas tintas. El déficit hídrico activa la expresión de numerosas transcripciones asociadas con la biosíntesis de glutamato, prolina y algunos pasos de la vía fenilpropanoide que aumentan las concentraciones de antocianinas tal y como se ha probado en Cabernet Sauvignon (Deluc *et al.*, 2009). La implementación de RDC durante el post-envero permite una recolección más temprana sin ningún efecto negativo sobre el rendimiento, al mismo tiempo que se reduce el volumen de riego y aumenta la eficiencia en el uso del agua (Pinillos *et al.*, 2016).

El uso de etileno y sus derivados permite también mejorar el color de uvas tintas. El etileno está directamente relacionado con el proceso de maduración de la fruta. Así, los frutos fisiológicamente maduros de varias especies sometidos a tratamientos utilizando etileno o sus análogos aceleran y hacen la maduración más uniforme (Silva *et al.*, 2011). El compuesto más utilizado es el ácido 2-cloroetilfosfónico (Ethepon), un compuesto sintético descubierto en la década de 1960 (Chitarra y Chitarra, 2005). Sin embargo, la reglamentación europea actual ha reducido drásticamente los niveles máximos de residuos de ethepon en las frutas, lo que limita su uso en uva de mesa (Pinillos *et al.*, 2016). Por otra parte, una característica importante de calidad en uva de mesa es la firmeza y se ha comprobado que el ethepon induce un ablandamiento indeseable de las bayas (Jensen *et al.*, 1975). Diferentes investigaciones señalan que los efectos del ethepon sobre la firmeza de la baya son similares a los causados por el ABA (Peppi *et al.*, 2006).

Una estrategia diferente para la mejora del color adecuado es el aclareo. En numerosas especies frutales se producen anualmente demasiadas flores y frutos que repercuten negativamente en su tamaño final; bajo esta circunstancia, se hace necesario eliminar o ralear algunos de ellos, para que los que se dejan puedan alcanzar un tamaño mayor (Reighard *et al.*, 2006). El objetivo del raleo de flores y frutos es maximizar el valor de la cosecha al obtener frutos más grandes, de mejor color, forma y calidad interna; así como disminuir la alternancia al promover un buen retorno de floración (Jiménez y Díaz, 2002; Osborne y Robinson, 2008). Con la reducción de la carga de fruta se maximiza el tamaño final del fruto. Esa efectividad va disminuyendo a medida que se retrasa el raleo (Osborne *et al.*, 2005). En uva para vinificación, el raleo aumenta el tamaño y mejora la calidad de la uva, incrementando la biosíntesis de polifenoles. Con un aclareo temprano e intenso se mejora la concentración de antocianinas, catequinas y proantocianidinas (Matus *et al.*, 2006). El aclareo representa una disminución de cosecha rara vez aceptable en uva de vinificación y disminuye la proporción de taninos, aroma y color presente en el hollejo, lo que con frecuencia deriva en caldos de peor calidad. Diferente es el caso de la uva de mesa, donde un buen tamaño y color en la baya es fundamental para su comercialización. En variedades de uva de mesa como 'Flame Seedless', el color de la baya es el parámetro de composición más sensible al realizar un aclareo, debido a que el color se acentúa más rápidamente en los racimos (Dokoozlian *et al.*, 1995). El color de las bayas se determina por la cantidad y composición de las antocianinas en la epidermis. Las prácticas de deshoje y aclareo aumentan por un lado la iluminación y por otro la concentración de antocianinas. Estos dos factores ayudan al desarrollo del color en uva de mesa (Lurie *et al.*, 2009).

El objetivo del presente estudio es valorar la eficiencia de un aclareo de bayas dentro del racimo para la mejora del color de las bayas en la uva de mesa 'Crimson Seedless' en cultivo bajo malla en las condiciones climáticas cálidas de Almería que dificultan su coloreado homogéneo.

## Materiales y Métodos.

El lugar donde se realizó el trabajo fue en la Estación Experimental de Cajamar Las Palmerillas (El Ejido, Almería) (longitud: 2 ° 43'10 "W; 36 ° 47'40 "N, alt. 151 m). Esta zona presenta un clima semiárido subtropical mediterráneo según la clasificación de Papadakis. La temperatura media anual está cerca de los 18.5 °C. Los meses más fríos son diciembre y enero, el más cálido es agosto. La precipitación en el sitio es escasa, promediando sólo 250 mm por año. La humedad relativa media oscila entre 67 y 73% a lo largo del año. Debido a la ubicación geográfica de Almería las horas de luz del sol alcanzan un promedio de 3273 h por año. El suelo de la plantación tiene una textura franco-arcillosa-arenosa, con una proporción de 49,6% de arena, 26,4% de limo y 24,0% de arcilla.

Se utilizaron plantas de la variedad 'Crimson Seedless' injertadas sobre patrón 110-Ritcher, plantadas en 2004 a un marco de plantación de 3 × 4 m en parral con una altura de 2,10 m y con una cubierta de malla de polietileno (6x6 hilos cm<sup>-2</sup>) dispuesta a dos aguas sobre cada línea de cultivo. La parra estaba formada con cuatro brazos principales que portan las varas productoras de los racimos. La poda de invierno se llevó a cabo dejando 12 varas de 10 yemas cada una y pulgares para renovación en cada parra. Sobre estas parras se realizaron aplicaciones de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) en dos momentos: en floración con una concentración de 0,5 ppm para aclareo de flores y una segunda aplicación en estado fenológico de uva con tamaño de guisante con una concentración de 5 ppm con el fin de incrementar el tamaño de las bayas. Los abonos se aplicaron mediante fertirrigación (100-80-210 kg ha<sup>-1</sup> anuales de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente). El riego se aplicó a través de dos líneas por fila de goteros autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> (6 goteros/planta).

Sobre este material se planteó un diseño en bloques al azar con seis bloques (parras) y cuatro tratamientos. En cada bloque (parra) se realizó un ajuste de carga dejando 40 racimos, y se marcaron 10 racimos por tratamiento de aclareo.

Los tratamientos de aclareo se aplicaron el 07/07/16 y consistieron en:

- control: donde el racimo se dejó desarrollar sin intervención adicional,
- un tratamiento de aclareo ligero, que consistió en un cincelado en el interior del racimo,
- un tratamiento de aclareo medio, realizando un cincelado interior más un corte de los hombros del racimo y,
- un tratamiento de aclareo severo, donde se realizó cincelado interior más el corte de los hombros y cola del racimo (Figura 1).

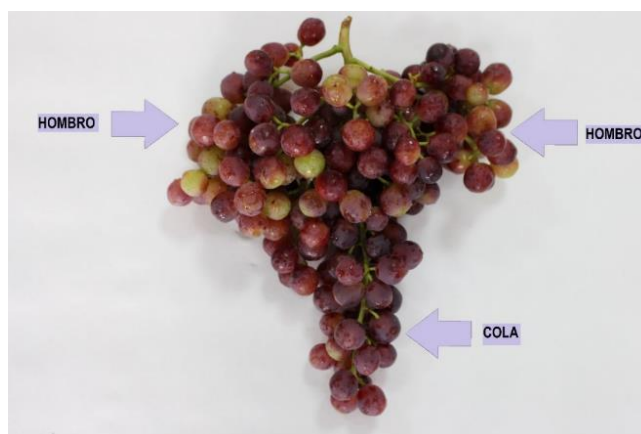


Figura 1. Racimo de uva de mesa indicando donde se encuentran los hombros y cola que serán removidos en el tratamiento de aclareo medio y severo.

Una vez se alcanzó adecuada coloración en los primeros racimos se procedió a iniciar la cosecha. La cosecha se realizó en dos pasadas; la primera, el 14 de septiembre del 2016 y la segunda, el 21 de septiembre. En recolección, los racimos se clasificaron en función de la uniformidad del color del racimo, diferenciándose aquellos con más del 80 % de bayas coloreadas (comerciales), y aquellos con entre el 60-80% de bayas con buen color y los que presentaron <60% de bayas rojas (no comerciales). La calidad de la cosecha, definida por el color de la piel, el tamaño de la baya (peso y diámetro) y su contenido en sólidos solubles totales (SST) y acidez, se determinó sobre una muestra de 40 bayas por tratamiento y bloque. El color de la piel se midió usando un colorímetro digital (modelo CR-400, Konica Minolta Co., Osaka, Japan) y se representó usando el espacio de color CIE1976  $L^*a^*b^*$ . Posteriormente se calcularon los parámetros HUE ( $h^\circ$ ), Chroma y CIRG (Carreño *et al.*, 1995) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Fórmulas de color para la determinación objetiva del color en uvas de mesa rojas.

Parámetro de color	Fórmula para calcularlo
Hue	$H^\circ = \arctg(b^*/a^*)$
Chroma	$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$
Color Index for Red Grape	$CIRG = (180 - H)/(L^* + C)$

El contenido de sólidos solubles totales y la acidez se determinaron a partir del zumo de las 40 bayas de cada repetición. El contenido de SST se midió utilizando un refractómetro digital (modelo PAL -1, Atago Co., Tokyo Japan) y la acidez mediante titulación con NaOH 0,1N, usando fenolftaleína como indicador, expresándose como g ácido tartárico L-1.

Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se separaron mediante el test de Tukey usando el software Statistix 8.0.

# Resultados

## Efectos del aclareo de racimos sobre la producción y precocidad de la cosecha.

Una vez los racimos más avanzados mostraron un nivel adecuado de coloración se inició la recolección el 14 de septiembre del 2016. En esta primera pasada se recolectaron los racimos comerciales, es decir, aquellos con más del 80% de bayas coloreadas. En la segunda recolección realizada el 21 de septiembre del 2016, se recolectaron el resto de racimos, tanto los comerciales como los de peor coloración, distinguiéndose aquellos con entre el 60-80% de bayas coloreadas y aquellos con menos del 60%.

El tratamiento de aclareo severo mostró una mayor precocidad ya que en la primera pasada se recolectó el 36% de su producción. Este porcentaje fue claramente menor en los restantes tratamientos (21%) (Cuadro 2). Los porcentajes se invirtieron en la segunda pasada, última, realizada una semana más tarde.

Como cabía esperar, el tratamiento control sin aclareo y el aclareo ligero presentaron una mayor producción total con diferencias significativas con respecto al aclareo severo que presentó una merma de la cosecha total de un 25% (Cuadro 2). El tratamiento de aclareo medio ocupó posiciones intermedias, con una reducción en la producción del 21%, mientras que el tratamiento de aclareo ligero alcanzó una producción similar al control. En la figura 2 se aprecia la disminución progresiva de la producción total conforme se acentuó la intensidad del aclareo.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de aclareo sobre las fechas y niveles de cosecha total y comercial.

Tratamiento de aclareo	Primera pasada (g)	Segunda pasada (g)	Producción total*** (g)	Producción comercial (g)
CONTROL	1116.5 (21%)* a**	4102.8 (79%) a	5219.3 a	2313.2 a
LIGERO	1083.7 (21%) a	4110.9 (79%) a	5194.6 a	2250.2 a
MEDIO	876.2 (21%) a	3253.2 (79%) a	4129.4 ab	1854.4 a
SEVERO	1398.3 (36%) a	2521.8 (64%) a	3920.1 b	2397.2 a
P	0.26	0.06	0.04	0.45

\* Entre paréntesis porcentaje de la producción total.

\*\* Valores seguidos por distintas letras en la misma columna son significativamente diferentes (Test de Tukey para  $p < 0,05$ ).

\*\*\* Peso de los 10 racimos experimentales.

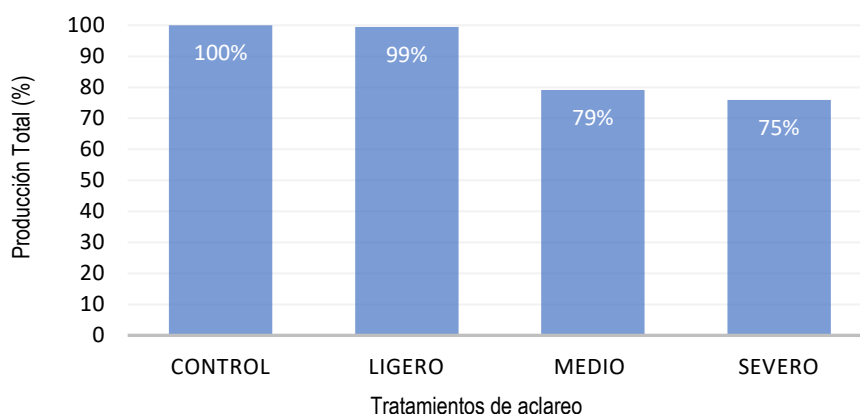


Figura 2. Producción total (%) de los diferentes tratamientos de aclareo de racimos con respecto al control.

Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la producción comercial, que osciló entre 2,2-2,3 kg para el tratamiento control, aclareo ligero y severo, y bajó hasta 1,8 kg para el aclareo medio (producción para un total de 10 racimos por planta) (Cuadro 2). El tratamiento de aclareo severo alcanzó un 61% de producción comercial frente al control que solo llegó al 44% (Figura 3).

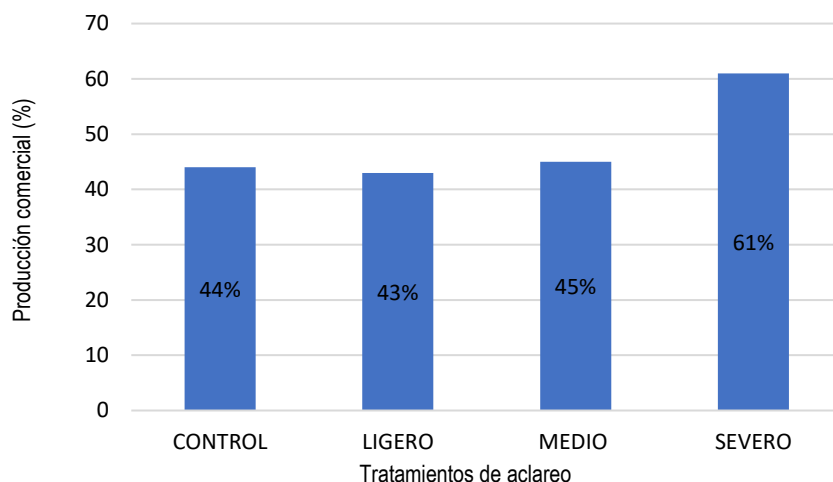


Figura 3. Efectos del aclareo sobre la producción comercial, tomando como referencia la producción total de cada tratamiento.

Lógicamente, el aclareo, al eliminar bayas en los racimos, produjo diferencias entre tratamientos en el peso del racimo. Los tratamientos control y de aclareo ligero produjeron los racimos más grandes (541 y 533 g, respectivamente). El aclareo medio presentó racimos con un tamaño intermedio, en torno a los 440 g, mientras que el tratamiento de aclareo severo presentó los racimos de peso significativamente menor, alrededor de los 400 g (Cuadro 3).

Cuadro 3. Componentes de la cosecha (producción total y comercial) en respuesta a los diferentes tratamientos de aclareo.

Tratamiento de aclareo	Peso medio del racimo (g)	Peso medio del racimo comercial (g)	Número de racimos comerciales**	Peso medio de la baya (g)	Número de bayas por racimo
CONTROL	540.6 a*	503.3 a	4.6 a	5.4 a	114.8 (100%)*** a
LIGERO	533.2 a	482.4 a	5.0 a	6.0 a	110.0 (96%) a
MEDIO	437.9 ab	429.0 ab	4.8 a	5.4 a	97.7 (85%) a
SEVERO	401.4 b	367.3 b	6.6 a	5.0 a	96.1 (84%) a
P	0.01	0.04	0.10	0.16	0.10

\*Valores seguidos por distintas letras en la misma columna son significativamente diferentes (Test de Tukey para  $p < 0,05$ ).

\*\* El número de racimos por tratamiento en cada parra fue de 10.

\*\*\* Porcentajes tomando como valor de referencia (100%) el número de bayas del tratamiento control.

Con el tratamiento de aclareo más intenso aumentó el número de racimos comerciales (Cuadro 3). Estudiando la distribución de la producción entre clases de racimos según color (Figura 4), el tratamiento severo presentó el 77% de la producción con más del 80% de las uvas con buen color y solo un 8% no superó el 60% de color (Figura 4). En cambio, el control presentó solo un 49% de la producción con más del 80% de bayas con color, mientras que el 14% no alcanzó el 60%. La



distribución de la producción según la uniformidad del color de los tratamientos ligero y medio fue similar al control (Figura 4).

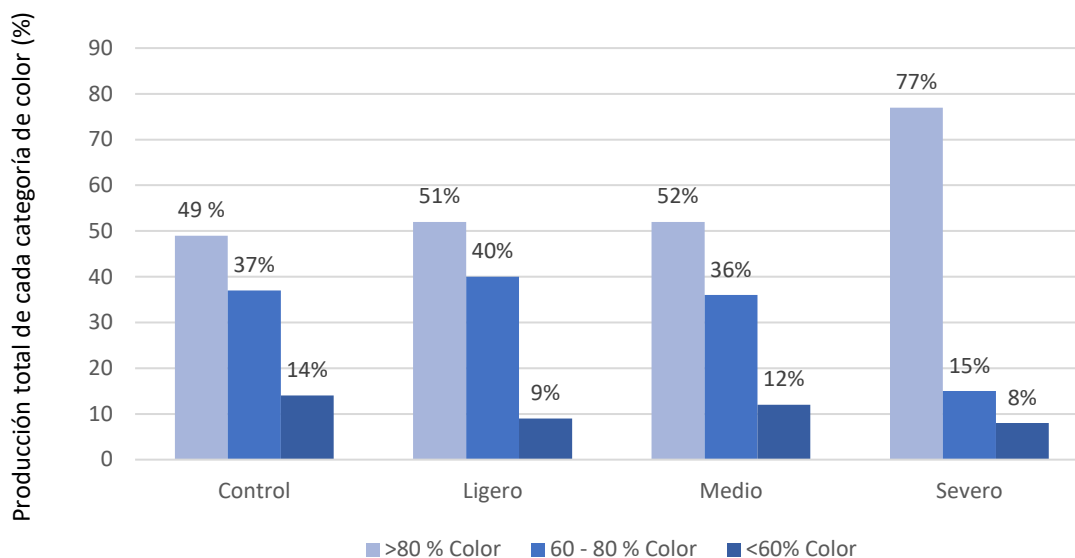


Figura 4. Distribución de la producción según la uniformidad de color de los racimos.

En cuanto al número de bayas por racimo, el tratamiento control sin intervención contó con 115 bayas por racimo (Cuadro 3). Tomando como referencia un valor 100% para este número de bayas en el tratamiento control, las intervenciones de aclareo redujeron el número de bayas en un 4 % en el ligero, un 15% en el medio y un 16 % en el aclareo más severo (Cuadro 3). Estas diferencias en el número de bayas por racimo fueron pequeñas, no significativas y no repercutieron positivamente en el peso de la baya. Al contrario de lo que cabía pensar, el tratamiento de aclareo más severo mostró bayas más pequeñas (Cuadro 3). El mismo efecto se apreció sobre el calibre, aunque el promedio de todas las bayas estuvo por encima de los 17 mm que es el adecuado para esta variedad (Cuadro 4).

En cuanto a los parámetros relacionados con la calidad de la cosecha no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El contenido de SST fue superior a los 20° Brix en todos los casos, con valores solo ligeramente superiores en el tratamiento de aclareo severo. Esta ligera mejora confirma una maduración más avanzada en estas bayas. La acidez fue similar en todos los tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calidad de la baya en respuesta a los tratamientos de aclareo.

Tratamiento de aclareo	Calibre (mm)	SST(°Brix)	TA (g L-1 ácido tartárico)
CONTROL	17.8 a*	20.0 a	5.4 a
LIGERO	18.6 a	20.2 a	5.8 a
MEDIO	18.1 a	20.4 a	5.0 a
SEVERO	17.4 a	20.8 a	5.4 a
P	0.18	0.19	0.16

\*Valores seguidos por distintas letras en la misma columna son significativamente diferentes (Test de Tukey para  $p < 0.05$ ).

Tampoco hubo diferencias debidas a los tratamientos en ninguno de los parámetros de color medidos o en los índices de color calculados. Sin embargo, se puede apreciar que los tratamientos de aclareo severo y medio presentaron un valor del índice CIRG de 2,3, frente al valor de 2,0 observado en los tratamientos control y ligero (Cuadro 5). Los valores de CIRG cercanos a 0 corresponden a bayas de color verde y los próximos a 3 a bayas rojas. La misma tendencia se observó para el ángulo hue (h°), que indica uvas más coloradas con valores más bajos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetros de color: luminosidad (L\*), chroma (C\*), hue (h°), color index for red grapes (CIRG), en respuesta a los tratamientos de aclareo.

Tratamiento de aclareo	L*	a*	b*	C*	h°	CIRG
CONTROL	39.5 a*	3.7 a	12.3 a	14.2 a	72.1 a	2.0 a
LIGERO	39.3 a	3.5 a	13.2 a	14.9 a	73.5 a	2.0 a
MEDIO	38.2 a	5.0 a	12.3 a	14.9 a	64.8 a	2.3 a
SEVERO	37.7 a	4.4 a	11.7 a	14.4 a	66.3 a	2.3 a
P	0.50	0.71	0.76	0.72	0.59	0.56

\*Valores seguidos por distintas letras en la misma columna son significativamente diferentes (Test de Tukey para p<0.05).

Por último, se monitorearon las temperaturas durante cuatro meses (junio, julio, agosto y parte de septiembre) que comprenden desde el cuajado hasta la recolección del fruto. Se apreció claramente que los meses de julio y agosto fueron los más calurosos con una temperatura media de las máximas por encima de los 30°C y mínimas que no bajaron de los 20 °C, y una oscilación térmica de entre 9 y 11°C (Cuadro 6).

Cuadro 6. Temperaturas medias registradas en la estación meteorológica de las Palmerillas en 2016.

Mes	Media mensual de temperatura máxima (°C)	Media mensual de temperatura media (°C)	Media mensual de temperatura mínima (°C)
JUNIO	28	22	17
JULIO	31	26	20
AGOSTO	30	25	21
SEPTIEMBRE*	29	24	19

\*Valores calculados hasta el 21 de septiembre fecha de la segunda recolección.

## Discusión

El aclareo de racimos mejoró la calidad de la fruta ya que se presentaron más racimos comerciales y además se adelantó la maduración (Cuadro 2). Este resultado tiene similitud con el presentado por El-Razek *et al.* (2010), en el que se puso de manifiesto que el aclareo en la uva de mesa 'Crimson Seedless' aceleró en las bayas el proceso de maduración. Estudios previos como el de Guidoni *et al.* (2002), mencionan que el raleo en el racimo aumenta las concentraciones de cianidina, peonidina y en menor medida petunidina, antocianinas también presentes en la uva de mesa 'Crimson Seedless' y encargadas de la coloración de la epidermis del fruto.

Como consecuencia del aclareo se produjo una lógica merma en la producción total conforme se incrementó el nivel de aclareo. Así, en los tratamientos medio y severo los racimos fueron más pequeños obviamente por el aclareo más acusado. Sin embargo, no hay diferencias en la producción comercial, es decir, teniendo racimos más pequeños, tenemos la misma producción comercial porque tenemos una mayor proporción de racimos comerciales y el aclareo mejoró la

uniformidad del racimo (Cuadro 2 y 3). El estudio realizado por Franco (1996) sobre 'Garnacha' señala que el raleo realizado en enero provoca una clara pérdida de rendimiento, resultado similar al observado en este estudio. Cheema *et al.* (1997) no reportaron efectos significativos de los tratamientos de aclareo y control sobre el peso de los racimos, cuando se aplicó el raleo en las uvas 'Perlette'. Resultados similares son reportados por Roberto *et al.* (2015) para la uva sin semillas 'BRS Vitória'.

En este estudio no se observó efecto positivo del aclareo sobre el tamaño de la baya. Esto está relacionado a que el aclareo fue muy tardío y no se realizó tan oportunamente para la ganancia de tamaño en la baya (Cuadro 4). Trabajos como el de Ben y DeJong (2006) mencionan la importancia del aclareo realizado tempranamente ya que se reduce la competencia por carbohidratos entre los frutos que permanecen en la planta; estos disponen así de mayores reservas para crecer, se promueve la división y alargamiento celular y se asegura un tamaño comercial del fruto.

En cuanto al contenido en SST, todos los tratamientos presentaron valores entorno a los 20 °Brix parámetro adecuado a los índices de calidad de la variedad 'Crimson Seedless' (Cuadro 4). Estudios como el de Roberto *et al.* (2015) y El-Razek *et al.* (2010) mencionan que con el aclareo se produce un incremento en SST respecto al control. Hueso (2012) menciona que la uva 'Crimson' alcanzan los 18-19° Brix en recolección. En la acidez no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos lo que indica que los diferentes tipos de aclareo no influyeron en este parámetro (Cuadro 4), similarmente a lo observado por Roberto *et al.* (2017) en la uva de mesa 'Black Star'.

Por último, no hubo diferencias significativas en los parámetros de color medidos o los índices de color calculados. Sin embargo, se puede apreciar que los tratamientos de aclareo severo y medio presentaron un valor en el índice CIRG de 2,3, esto está acorde al CIRG que puede alcanzar la variedad 'Crimson' que va desde los 2.0 a 4.0, siguiendo el criterio de Carreño *et al.* (1996) valores cercanos a 1 coloración amarillo-verde, cerca de 2 para variedades con coloración rosada, 4 variedades rojas, 5 en variedades con coloración roja a violeta oscuro, 5,7 es rojo oscuro, y más alto que 6 variedades que tienen una coloración azul-negro. Kliewer y Torres (1972) encontraron que frutos de los cultivares 'Cardinal', 'Pinot Noir' y 'Tokay' madurados a temperatura nocturna y diurna constantes de 15 °C alcanzaron mejor coloración que los frutos madurados a temperaturas diurnas altas de 35 °C y temperaturas nocturnas de 25 °C, o viceversa. Además, los autores mencionan que en uvas 'Tokay' la formación de pigmentos se inhibe a temperaturas de 25 °C, mientras que parece que en uvas 'Kyoho' las temperaturas nocturnas superiores a 15 °C reducen la síntesis de los pigmentos responsables del color, sin importar la temperatura durante el día (Mori *et al.*, 2005). En cambio, los racimos del presente estudio adquirieron color aún con temperaturas diarias máximas superiores a 30°C (Cuadro 6), lo cual podría haber sido promovido por la disminución observada en las temperaturas nocturnas (Cuadro 6), ya que las oscilaciones térmicas entre el día y la noche favorecen la coloración de los frutos (Steyn *et al.*, 2000). En este estudio, los valores más altos de CIRG se obtuvieron en racimos con tratamiento de aclareo severo y medio, mientras que los valores más bajos correspondieron al aclareo ligero y al control.

## Conclusiones

La realización de un aclareo de bayas en 'Crimson seedless' supuso una pérdida de cosecha que fue mayor conforme la intensidad del aclareo aumentó.

La realización del aclareo severo permitió una mayor producción comercial al favorecer el número de racimos recolectados con buen color.

La realización de un aclareo severo de bayas propició una ligera precocidad en la recolección al alcanzar estos racimos una mejor coloración de un modo más temprano.

La realización de un aclareo severo o medio incrementó ligera, pero no significativamente, el índice de color CIRG.

La realización de un aclareo de bayas no modificó significativamente otros parámetros de calidad, como el tamaño de la baya, su dulzor o la ratio SST/acidez.

## Referencia bibliográfica

- Ben, M. M. y DeJong, T. M. (2006). Effect of fruit crop load on peach root growth. *Acta Horticulturae*, 713: 169-175.
- Cantos, E., Espín, J. C., y Tomás-Barberán, F. A. (2002). Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC- DAD- MS- MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5691-5696.
- Cantín, C., Fidelibus B., y Crisoto, CH. (2007). Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 237-241.
- Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., y Fernández-López, J. A. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International*, 28: 373-377.
- Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., y Fernández-López, J. A. (1996). Measuring the color of table grapes. *Color Research & Application*, 21: 50-54.
- Cheema, S., Bindra, A. S., Dhaliwal, H. S., y Dhillon, W. S. (1997). Effect of flower thinning, girdling and gibberellic acid on fruit quality of Perlette grapes. *J. Res. Pb. Agric. Univ*, 34, 163-167.
- Chitarra, M.I.F., y Chitarra, A.B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 785p.
- Deluc, L. G., Quilici, D. R., Decendit, A., Grimplet, J., Wheatley, M. D., Schlauch, K. A., y Cramer, G. R. (2009). Water deficit alters differentially metabolic pathways affecting important flavor and quality traits in grape berries of Cabernet Sauvignon and Chardonnay. *BMC genomics*, 10: 212.
- Dokoozlian, N. K., y Hirschfeld, D. J. (1995). The influence of cluster thinning at various stages of fruit development on Flame Seedless table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 429-436.
- El-Razek, E. A., Treutter, D., Saleh, M. M. S., El-Shammaa, M., Fouad, A. A., Abdel-Hamid, N., y Abou-Rawash, M. (2010). Effect of defoliation and fruit thinning on fruit quality of 'Crimson Seedless' grape. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6, 289-295.
- Franco, E. (1996). Aclareo de racimos en Garnacha tinta. Control de la producción. Efecto sobre la fecha de vendimia y calidad del vino. *Viticultura Enología Profesional*, 46, 25-29.
- Guidoni, S., Allara, P., y Schubert, A. (2002). Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 224-226.
- Hueso, M. (2012). Manejo y técnicas de cultivo en uva de mesa apirena. Edita: Fundación Cajamar. España.
- Jensen, F. L., Kissler, J. J., Peacock, W. L., y Leavitt, G. M. (1975). Effect of ethephon on color and fruit characteristics of 'Tokay' and 'Emperor' table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 26: 79-81.
- Jeong, ST., Uoto, N.G., Kobayashi, S., y Esaka, M. (2004). Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. *Plant Science*, 167: 247-252.
- Jiménez, C. M., y Díaz, J. B. R. (2002). Fruit distribution and early thinning intensity influence fruit quality and productivity of peach and nectarine trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127: 892-900.

Kliewer, W. M., y Torres, R. E. (1972). Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. *American Journal of Enology and Viticulture*, 23: 71-77.

Koyama, R., Assis, A.M., Yamamoto, L.Y., Prudencio S.H., y Roberto S.R. (2015). Análise sensorial do suco integral de uva 'Isabel' submetida à aplicação de ácido abscísico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37: 893-901.

Lurie, S., Ovadia, R., Nissim-Levi, A., Oren-Shamir, M., Kaplunov, T., Zutahy, Y., y Lichter, A. (2009). Abscisic acid improves colour development in 'Crimson Seedless' grapes in the vineyard and on detached berries. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84:639-644.

Matus, M., Rodriguez, J., y Ocvirk, M. (2006). Cluster thinning on *Vitis vinifera* cv. Malbec. Effect on yield components and berry phenolic composition. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad nacional de Cuyo*, 38, 105-112.

Mori, K., Sugaya, S., y Gemma, H. (2005). Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Scientia Horticulturae*, 105:319-330.

Neto, F. J. D., Tecchio, M. A., Junior, A. P., Thais, B., Vedoato, F., Lima, G. P. P., y Roberto, S. R. (2017). Effect of ABA on colour of berries, anthocyanin accumulation and total phenolic compounds of 'Rubi' table grape (*Vitis vinifera*). *Australian Journal of Crop Science* 11: 199-205.

Osborne, J. L., Robinson, T. L., y Parra-Quezada, R. (2005). Chemical blossom thinning agents reduce crop load of "Rising Star" peach in New York. *Acta Horticulturae*, 727: 423-428.

Osborne, J. L. y Robinson, T. L. (2008). Chemical peach thinning: Understanding the relationship between crop load and crop value. *New York Fruit Quarterly* 16:19-23.

Ovadia, R., Oren-Shamir, M., Kaplunov, T., Zutahy, Y., Lichter, A., y Lurie, S. (2013). Effects of plant growth regulators and high temperature on colour development in 'Crimson Seedless' grapes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 88: 387-392.

Peppi, M. C., y Fidelibus, M. W. (2006). Application, timing and concentration of abscisic acid or ethephon and their effects on color of 'crimson seedless' table grapes. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators 774: 173-178.

Peppi, M. C., Fidelibus, M. W., y Dokoozlian, N. K. (2007). Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82: 304-310.

Peppi, Uchilecrea, Cecilia. (2017). <http://www.redagricola.pe/desarrollo-manejo-color-uva-mesa/>

Pinillos, V., Chiamolera, F. M., Ortiz, J. F., Hueso, J. J., y Cuevas, J. (2016). Post-veraison regulated deficit irrigation in 'Crimson Seedless' table grape saves water and improves berry skin color. *Agricultural Water Management*, 165: 181-189.

Reighard, G. L.; Ouelette, D. R., y Brock, K. H. (2006). Pre-bloom thinning of peach flower buds with soybean Oil in South Carolina. *Acta Horticulturae*, 727: 345-351.

Roberto, S. R., Borges, W. F. S., Colombo, R. C., Koyama, R., Hussain, I., y de Souza, R. T. (2015). Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of 'BRS Vitoria', a new black seedless grape. *Scientia Horticulturae*, 197, 297-303.

Roberto, S. R., Mashima, C. H., Colombo, R. C., Assis, A. M. D., Koyama, R., Yamamoto, L. Y., y Souza, R. T. D. (2017). Berry-cluster thinning to reduce compactness of 'Black Star' table grapes. *Ciência Rural*, 47.

Shahidian, S., Valverde, P., Coelho, R., Santos, A., Vaz, M., Rato, A., y Rodrigues, S. (2016). Leaf water potential and sap flow as indicators of water stress in Crimson 'seedless' grapevines under different irrigation strategies. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 28: 221-239.

Silva, D. F. P. D., Salomão, L. C. C., Cecon, P. R., Siqueira, D. L., y Rocha, A. (2011). Anticipation of 'ubá' mango ripening with preharvest ethephon application. *Ciência Rural*, 41:63-69.

Spayd, S. E., Tarara, J. M., Mee, D. L., y Ferguson, J. C. (2002). Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 171-182.

Steyn, W. J., Holcroft, S. J., Wand, N. C., y Cooks, G. J. (2000) Dating Rosemarie: How to make her blush? Proceedings of the Cape Pomological Association Symposium. pp: 55-62.

Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M., y Lider. L. A. (1974). General Viticulture. University of California Press. California. USA. 709 p.