



El ácido giberélico mejora el peso del racimo y el número de bayas de uva (*Vitis vinifera* L.), cv. Marroo Seedless, cultivado en los Valles interandinos del Ecuador

Gibberellic acid improves bunch weight and number of grape berries (*Vitis vinifera* L.), cv. Marroo Seedless, grown in the Andean valleys of Ecuador

Pablo Viteri-Díaz¹ ; Wilson Vásquez-Castillo^{3,*} ; Mayra Sangotuña² ; Alicia Villota² ; Karina Caiza³ ; William Viera¹ 

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP Estación Experimental Santa Catalina, Granja Experimental Tumbaco. Tumbaco. Ecuador.

² Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Av. Universitaria. Quito, Ecuador.

³ Universidad de las Américas, UDLA, Ingeniería Agroindustrial y Alimentos, Av. de los Granados E12-41 y Colimes, Quito EC170125, Quito. Ecuador.

Received June 20, 2020. Accepted November 17, 2020.

Resumen

El cultivo de la uva (*Vitis vinifera* L.) está incrementándose en el trópico seco y los valles interandinos del Ecuador. Sin embargo, la calidad del racimo y las bayas del cv. 'Marroo Seedless' cultivado en los Valles requieren mejorarse para competir con la fruta importada. Para ello, en plantas de 8 años se realizaron tres experimentos, en los que se evaluaron dosis y épocas de aplicación de GA₃ (pre y posfloración), raleo manual de frutos del racimo y anillado de la rama con el fin de incrementar el tamaño de los racimos y las bayas. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó el tamaño y peso del racimo y bayas, número de bayas por racimo y sólidos solubles totales. Los resultados muestran que la aplicación de GA₃ en prefloración (10 ppm) incrementa el largo y diámetro polar de los racimos, mientras que el mayor diámetro ecuatorial, polar y el peso de las bayas se alcanzó con dos aplicaciones de GA₃ en posfloración (40 + 20 ppm) o una aplicación de GA₃ con 100 ppm. Estos resultados demuestran que la aplicación de GA₃ es una tecnología que mejora la calidad física de las bayas y los racimos de uva.

Palabras clave: GA₃; floración; posfloración; prefloración; tamaño del fruto; tamaño del racimo.

Abstract

The cultivation of grapes (*Vitis vinifera* L.) is increasing in the dry tropics and the Andean valleys of Ecuador. However, the quality of the bunch and berries of the 'Marroo Seedless' variety grown in the Valleys needs to be improved to compete with imported fruit. To this end, three experiments were carried out on 8-year-old plants to evaluate the dose and times of application of GA₃ (pre- and post-flowering), manual fruit thinning and branch ringing to increase bunch and berry size. A randomized complete block experimental design with four replicates was used. Bunch size and weight, number of berries per bunch and total soluble solids were evaluated. The results show that the application of GA₃ in pre-flowering (10 ppm) increases bunch length and diameter, while the larger equatorial, polar diameter and berry weight was achieved with two applications of GA₃ in post-flowering (40+20 ppm) or a single application with 100 ppm of GA₃. These results show that the application of GA₃ is a technology to improve the physical quality of the berries and grape bunches.

Keywords: GA₃; flowering; post-flowering; pre-flowering; bunch size; fruit size.

Cite this article:

Viteri-Díaz, P.; Vásquez-Castillo, W.; Sangotuña, M.; Villota, A.; Caiza, K.; Viera, W. 2020. El ácido giberélico mejora el peso del racimo y el número de bayas de uva (*Vitis vinifera* L.), cv. Marroo Seedless, cultivado en los Valles interandinos del Ecuador. *Scientia Agropecuaria* 11(4): 591-598.

* Corresponding author

E-mail: wilson.vasquez@udla.edu.ec (W. Vásquez-Castillo).

1. Introducción

Es importante encontrar nuevas alternativas de producción de frutas en los valles subtropicales del Ecuador para reducir las importaciones. En el caso de la uva de mesa, casi el 100 % del consumo nacional es de fruta importada de Perú, Chile, Estados Unidos y México (BCE, 2017) y una mínima producción nacional del cultivar ‘Red Globe’ (rosada) se desarrolla en el trópico: Península de Santa Elena, Manabí y Guayas. Además, existen pequeñas producciones en los Valles interandinos de la Sierra Norte y Central del Ecuador (MAGAP, 2015).

El cultivar ‘Marroo Seedless’ se caracteriza por que las bayas no tienen semillas, resultado del cruzamiento entre ‘Carolina Blackrose’ (planta vigorosa, fertilidad media, buena producción y resistente a enfermedades e insectos plaga; las bayas grandes, homogéneas, firmes y jugosa) x ‘Ruby Seedless’ (ausencia de semillas en las bayas, planta resistente y productiva), desarrollada en Australia por el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO (Antcliff, 1995). Este cultivar tiene un número excesivo de bayas por racimo y causa compactación. Esto favorece la pudrición de las bayas (*Botrytis cinerea*). Por tanto, los productores de uva de mesa reducen el número de bayas por racimo, para permitir el desarrollo de los frutos (Antcliff, 1995). La aplicación de bioreguladores reduce la compactación de los racimos (Domingos et al., 2016), limitando el desarrollo de la enfermedad (Da Silva et al., 2019).

El cultivar ‘Marroo Seedless’, está adaptado a los Valles de la sierra del Ecuador, y muy apetecida en el mercado por la ausencia de semillas, su color negro y mayor contenido de antioxidantes (Dimovska et al., 2014). Sin embargo, los racimos tienen bayas de tamaño que no son uniformes, generalmente de calibre mediano y pequeño (Treetaruyanont et al., 2011; Kittiwatsopon y Karintanyakit, 2014), características que reducen la competitividad de la fruta en el mercado (Abu-Zahra, 2010).

Las giberelinas son hormonas vegetales producidas en los brotes apicales, frutos y semillas de las plantas. Entre sus funciones está promover el desarrollo de los frutos, favoreciendo el transporte de los fotoasimilados sintetizados en las hojas (Navarro et al., 2001). El uso de biorreguladores como el ácido giberélico (GA₃) es una alternativa para mejorar el tamaño de la fruta, contenido de sólidos solubles y la firmeza (Sato et al., 2004; Hueso, 2012; Arancibia et al., 2017; Li et al., 2019). El ácido giberélico (GA₃) es la hormona más utilizada, sin embargo, la respuesta a las dosis y épocas de aplicación de GA₃ es variable y depende del cultivar (Gonzaga y Ribeiro, 2009). Esta hormona puede ser aplicada una o varias veces, siendo el tiempo de aplicación un punto crítico a ser tomado en cuenta. Los estados en los que más se usa el ácido giberélico son: 1) en prefloración, ayudando la elongación del racimo y uniformiza la floración, 2) durante la floración, provoca el aborto de las bayas en el racimo, y 3) en posfloración, incrementa el tamaño de la baya (Hueso, 2012).

Según Antcliff (1995), el cultivar ‘Marroo Seedless’ con una poda y un aclarado de la planta, produce racimos de hasta 1,0 kg de peso, con bayas de 5,0 g y con un diámetro medio (21 mm). Con este antecedente, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis y épocas de aplicación de GA₃ en el cultivar Marroo Seedless durante tres ciclos de cultivo, a fin de identificar los tratamientos que favorezcan el incremento del tamaño de los racimos y bayas de uva.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Granja Experimental Tumbaco del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizada en la provincia de Pichincha, Ecuador (00°13'00" S, 78°24'00" O; 2348 msnm). La temperatura promedio anual fue de 15,7 °C, precipitación anual de 867,3 mm y 73 % de humedad relativa. La topografía es plana, con un suelo franco arenosa, 2 % de materia orgánica y 7,5 de pH.

Tabla 1
Tratamientos con GA₃ (ppm) utilizados en los ciclos del estudio

Tratamientos (GA ₃ ppm)		
Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
GA ₃ 5 pref	GA ₃ 40 + 20 posf	GA ₃ 50 + 30 posf
GA ₃ 10 pref	GA ₃ 50 posf	GA ₃ 70 posf
GA ₃ 40+20 posf	GA ₃ 10 pref + (40+20) posf	GA ₃ 10 pref + (70+30) posf
GA ₃ 50 posf	GA ₃ 70 posf	GA ₃ 10 pref+10 flor+(70+30) posf
GA ₃ 10 pref +(40+20) posf	GA ₃ 100 posf	GA ₃ 80 posf
Raleo manual	Raleo manual	GA ₃ 80+40 posf
Anillado	Testigo Absoluto	GA ₃ 10 pref+(80+40) posf
Testigo Absoluto		GA ₃ 10 pref +10 flor+(80+40) posf
		Testigo Absoluto

pref=prefloración; posf=posfloración; flor=floración.

La investigación fue conducida por 3 ciclos consecutivos de producción (2014-2017), en plantas del cultivar ‘Marroo Seedles’ de 8 años. El marco de plantación fue de 4 x 4 m, el sistema de conducción en espaldera, con poda de cargadores a 8 yemas. El riego es por goteo, las prácticas culturales y control de plagas se realizó de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

Los tratamientos evaluados durante los 3 ciclos del cultivo de uva se detallan en la **Tabla 1**.

En cada tratamiento se seleccionaron 5 racimos, de cada uno de ellos se tomaron 10 bayas representativas para el registro de datos de las variables estudiadas (Navarro *et al.*, 2001). La aplicación de los tratamientos con GA₃ al 10% en polvo soluble, adicionado un coadyuvante líquido no iónico (poliéter-polimetilsiloxanocopolímero al 100%) en dosis de 0,03%, se realizó con un aspersor manual, mojando los racimos completamente hasta el goteo. La aplicación de la hormona en prefloración se realizó cuando los racimos presentaron entre 2 y 3 cm de largo (Hueso, 2012); en floración cuando las inflorescencias tenían entre 80 a 100% de floración abiertas (Dokoozlian y Peacock, 2001); y en posfloración, cuando las bayas alcanzaron entre 4 a 5 mm de diámetro ecuatorial en caso de una sola aplicación, y cuando las bayas medían entre 8 y 10 mm se realizó la segunda aplicación (Retamales *et al.*, 1995; Lu, 1996). El raleo

manual (100 bayas por racimo) y anillado de ramas secundarias (0,5 cm) se realizaron cuando las bayas tenían entre 4-5 mm de diámetro ecuatorial (Dokoozlian y Peacock, 2001, Roberto *et al.*, 2017).

Las variables evaluadas durante los experimentos fueron: largo, diámetro y peso de los racimos y de las bayas, para esto se empleó un calibrador electrónico (Mitutoyo, model 00-193 Absolute) y una balanza de precisión (0,001 g) (Boeco), número de bayas sanas por racimo y sólidos solubles totales (° Brix) de las bayas utilizando un refractómetro (Hand Held, model 103/113/103bp). El análisis de varianza se realizó utilizando un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 4 repeticiones, la unidad experimental fue una planta. Cuando se determinó diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico InfoStat, versión 2016.

3. Resultados y discusión

Peso del racimo y número de bayas sanas por racimo

En el primer ciclo (Tabla 2), se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para los tratamientos en las dos variables. El tratamiento en prefloración (GA₃ 5 ppm) y el raleo manual presentaron el mayor número de bayas sanas y los pesos más altos, superando al testigo en 14% y 12,8% respectivamente.

Tabla 2

Efecto del GA₃, raleo manual y anillado de la rama en los racimos del cultivar de uva Marroo Seedless en tres ciclos de cultivo

Tratamientos	Peso racimo (g)	Largo racimo (cm)	Ancho racimo (cm)	Bayas racimo (n)
Primer ciclo				
GA ₃ 5 pref	313,3±52,8 a*	25,8±2,6 ab**	20,4±2,5 ab*	90±9,9 a*
GA ₃ 10 pref	266,7±54,2 ab	24,9±3,3 abc	22,9±2,2 ab	87±20,8 a
GA ₃ 40+20 posf	166,07±66,6 b	21,75±2,6 bc	19,23±2,3 ab	42±16,8 c
GA ₃ 50 posf	295,82±57,9 bc	21,63±0,9 bc	20,63±1,9 ab	60±11,9 abc
GA ₃ 10 pref+(40+20) posf	233,25±68,7 ab	27,75±3,7 a	25,5±4,1 a	60±19,9 abc
Raleo manual	310,02±60,9 a	21,50±1,7 bc	17,80±1,7 b	85±6,7 ab
Anillado	222,94±80,9 ab	22,00±0,8 bc	19,88±4,6 ab	55,0±18,9 bc
Testigo Absoluto	274,81±57,1 ab	19,75±0,9 c	18,55±2,7 b	77±9,7 ab
Segundo ciclo				
GA ₃ 40 + 20 posf	625,9±89,9 ab*	14,6±0,3 c*	11,5±1,6 ab*	110,0±21,5bc*
GA ₃ 50 posf	665,6±103,6 a	16,1±0,21 bc	12,2±1,6 a	130,0±6,4 ab
GA ₃ 10 pref +(40+20) posf	582,3±66,4 ab	20,0±0,03 a	11,8±0,7 ab	146,0±16,4 a
GA ₃ 70 posf	667,9±79,4 a	15,4±1,1 c	11,8±1,0 ab	127,0±11,8 abc
GA ₃ 100 posf	683,4±133,6 a	17,4±0,3 b	12,6±1,2 a	140,1±29 ab
Raleo manual	415,1±53,2 c	14,3±1,4 c	9,7±1,2 b	100,2±11,7 c
Testigo Absoluto	491,7±111,6 bc	16,0±2,2 bc	11,8±2,4 bc	138,0±12,5 ab
Tercer ciclo				
GA ₃ 50 + 30 posf	428,6±0,5 c**	20,4±0,5 b*	15,2±1,5 abc**	63,2±0,5 d**
GA ₃ 70 posf	389,6±0,5 cd	21,6±0,5 ab	13,7±0,5 c	64,3±0,2 d
GA ₃ 10 pref + (70 + 30) posfl	372,0±0,5 de	21,3±0,5 ab	17,8±0,8 a	67,7±0,2 d
GA ₃ 10 -pref+10 flo+(70+30) posf	268,7±0,5 f	20,3±0,5 b	16,9±1,4 ab	72,7±0,3 c
GA ₃ 80 posf	513,9±0,5 a	21,9±0,5 ab	15,5±0,5 abc	86,1±0,5 b
GA ₃ 80+40 posf	462,1±0,5 ab	21,0±0,5 b	16,6±1,2 ab	87,2±0,5 b
GA ₃ 10 pref+(80+40) posf	300,9±0,5 ef	23,9±0,5 a	14,6±1,19 bc	57,8±0,4 e
GA ₃ 10 pref+10 flor+(80+40) posf	353,6±0,5 de	20,1±0,5 b	16,6±1,0 ab	51,9±1,2 f
Testigo Absoluto	468,6±0,5 ab	22,5±0,5 ab	13,4±0,34 c	98,9±0,5 a

Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0,05$).

*Diferencias estadísticas al 0,05. **Diferencias estadísticas al 0,01.

Las aplicaciones de GA₃ en posfloración y el anillado mejoraron el tamaño de las bayas, pero tuvieron poco efecto en la descompactación de los racimos coincidiendo con los resultados reportados por [Dokoozlian y Peacock \(2001\)](#).

En el ciclo dos se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para las dos variables evaluadas. Al no presentarse las lluvias durante la maduración de racimos, los tratamientos aplicados GA₃ en posfloración (50, 70, 100 ppm) presentaron los racimos con mayor peso, superando al raleo manual y al testigo absoluto, con incrementos entre 35,4% y 39%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por [Abu-Zahra \(2013\)](#) en el cultivar ‘Superior Seedless’, en dosis de 40 a 80 ppm de GA₃ que mejoraron el peso del racimo, lo cual también estuvo relacionado con el mayor número de bayas por racimo.

En el ciclo tres, los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para el peso y número de bayas por racimo. La aplicación de GA₃ en dosis alta (80 ppm) superó al testigo en 10% más de peso; aunque presentó menor número de bayas, éstas fueron de mayor tamaño ([Tabla 2](#)). Resultados similares reportó [Abu-Zahra \(2013\)](#), que indicó que dosis altas de GA₃ favorecen el peso de los racimos. Las aplicaciones de GA₃ en prefloración + floración + posfloración y prefloración + posfloración produjeron menor número de bayas y peso del racimo. Esto concuerda con los resultados presentados por [Dokoozlian y Peacock \(2001\)](#) en el cultivar ‘Crimson Seedless’ quienes señalan que aplicaciones de GA₃ en pre o en plena floración, reducen la densidad de bayas por racimo y el peso final de éstos.

La aplicación de GA₃ en dosis de 50 a 100 ppm en posfloración (bayas de 4 - 5mm) incrementó el peso del racimo y el número de bayas en comparación con el testigo ([Tabla 2](#)). Mientras que [Kittiwatsopon y Karintanyakit \(2014\)](#) reportan lo contrario, ya que las aplicaciones de GA₃ cada siete días después de la floración en dosis de 50 y 100 ppm, redujeron el número de bayas por racimo y su peso. Estos resultados podrían explicarse por efectos ambientales, debido a que las condiciones climáticas fueron diferentes; así para el cultivar ‘Superior Seedless’, en unos casos se recomiendan aplicaciones de 40 a 80 ppm ([Abu-Zahra, 2013](#)) y bajo otras condiciones ambientales, dosis no mayores a 2 ppm ([Gonzaga y Ribeiro, 2009](#)). [Casanova *et al.* \(2009\)](#) confirmó que las dosis, épocas de aplicación de GA₃ y las condiciones ambientales, pueden

influir en el número y calidad de las bayas, afectando el peso final de los racimos.

Largo y diámetro del racimo

En el ciclo uno, se observaron diferencias estadísticas tanto para el largo ($p \leq 0,01$) como para diámetro del racimo ($p \leq 0,05$). Las aplicaciones individuales o complementarias de GA₃ en prefloración presentaron los racimos de mayor largo y diámetro, sobresaliendo el tratamiento GA₃ 10 ppm prefloración + (40 + 20 ppm) en posfloración que superó al testigo en 40,5 % y 37,5 % respectivamente ([Tabla 2](#)). Estos resultados guardan relación con lo manifestado por [Hueso \(2012\)](#), que señala que aplicaciones de GA₃ en prefloración tienen efecto en la elongación de los racimos. [Gonzaga y Ribeiro \(2009\)](#) determinaron en el cultivar ‘Superior Seedless’, que dosis de 6 ppm de GA₃ aplicadas en prefloración y floración mejoraron en 32,8% el largo del racimo frente al testigo, mientras que la dosis de 8 ppm tuvo menor efecto en largo del racimo. [Dimovska *et al.* \(2014\)](#), encontraron que en ‘Flame Seedless’ hubo respuesta de la aplicación de diferentes dosis de GA₃, tanto en prefloración + floración y prefloración + floración + posfloración, en el diámetro de los racimos, pero no en el largo. En el caso del anillado, raleo manual y aplicaciones de GA₃ en posfloración (bayas 4-5 mm), presentaron menor respuesta que los tratamientos preflorales, y ligeros incrementos respecto del testigo ([Tabla 2](#)). Esto concuerda con los resultados de [Abu-Zahra \(2010\)](#), que indica que el anillado mejora el largo de los racimos en relación con el testigo, pero tiene menor efecto que la aplicación de GA₃. Por su parte [Roberto *et al.* \(2017\)](#) reportaron que sin raleo superaba o mantenía promedios similares en el largo y diámetro de los racimos frente al raleo de bayas en diferentes épocas.

En el ciclo dos se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para las dos variables evaluadas, destacándose la aplicación de GA₃ en 10 ppm prefloración + (40 + 20 ppm) posfloración, ya que presentó racimos más largos que el testigo en 24,9 % ([Tabla 2](#)). Este tratamiento también fue el mejor en ciclo uno, demostrando la influencia de las aplicaciones de GA₃ en pre y posfloración de manera complementaria, efecto similar ha sido reportado en los estudios de [Alrashdi *et al.* \(2017\)](#) y [Jadhav *et al.* \(2020\)](#). Los tratamientos con GA₃ en posfloración (50 y 100 ppm) alcanzaron racimos ligeramente con mayor diámetro que el testigo, debido al efecto que tienen el GA₃ en el incremento del tamaño de las bayas ([Retamales *et al.*, 1995](#); [Casanova *et al.*,](#)

2009; Dimovska *et al.*, 2014). Por otro lado, el raleo manual presentó valores menores que el testigo para estas variables (Tabla 2), lo que coincide con los resultados alcanzados por Roberto *et al.* (2017) que indican la baja influencia de esta práctica en el incremento del tamaño de los racimos.

En el ciclo tres, se observó diferencias estadísticas entre tratamientos para largo ($p \leq 0,05$) y diámetro del racimo ($p \leq 0,01$), destacándose los tratamientos GA₃ 10 ppm prefloración + (80 + 40 ppm) posfloración, y GA₃ 10 ppm en prefloración + (70 + 30 ppm) posfloración con el mayor diámetro, que superan al testigo en el 7% y 35,7% respectivamente (Tabla 2). Estos resultados guardan relación con los obtenidos por Dimovska *et al.* (2014) en ‘Flame Seedless’ y de Casanova *et al.* (2009) en ‘Emperatriz Seedless’, donde se observa una mayor influencia de la aplicación en pre y posfloración de GA₃ en el diámetro que en el largo de los racimos. En este ciclo todos los tratamientos superan en diámetro del racimo al testigo, y hubo efecto positivo de los tratamientos pre y florales aplicados.

Peso bayas

En el ciclo uno, se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos. La dosis alta de GA₃ (50 ppm) aplicada en posfloración incrementó en 34% el peso de

la baya frente al testigo absoluto (Tabla 3). Estos resultados tienen relación con los encontrados por Lu (1996) en el cultivar ‘Orlando Seedless’, ya que al aplicar 50 ppm de GA₃ superó al testigo en 42%. Los restantes tratamientos, con excepción del tratamiento GA₃ 10 ppm en prefloración, no presentaron diferencias estadísticas, lo que coincide con los resultados reportados por Kittiwatsopon y Karintanyakit (2014). El anillado y el raleo manual fueron estadísticamente iguales al testigo en esta variable (Tabla 3). Resultados contrarios a los reportados por Dokoozlian *et al.* (1995). Por su parte Roberto *et al.* (2017) observaron que el raleo de las bayas incrementó el peso entre el 7% y 18%; mientras que Dokoozlian y Peacock (2001) señalaron que la aplicación de GA₃ incrementó en 13% el peso de las bayas frente al anillado.

En el ciclo dos, se presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para tratamientos, observándose que una sola aplicación de GA₃ en posfloración (50, 70 y 100 ppm) incrementaron el peso entre 35,8% y 39,2% frente al testigo, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Lu (1996) y por Casanova *et al.* (2009). Por otro lado, el raleo manual no mejoró el peso de la baya (Tabla 3), lo que coincide con los resultados del ciclo uno.

Tabla 3

Efecto del GA₃, raleo manual y anillado de la rama en las bayas del cultivar de uva Marroo Seedless en tres ciclos de cultivo

Descripción	Peso baya (g)	Largo Bayas (cm)	Diámetro Bayas (cm)	Sólidos Solubles (°Brix)
Primer ciclo				
GA ₃ 5 pref	3,6±0,4 ab*	2,2±0,6 ab**	1,9±0,3 abc**	14,9±1,3 a*
GA ₃ 10 pref	3,4±0,8 b	2,1±0,6 bc	1,8±0,3 bc	14,9±1,0 a
GA ₃ 40+20 posf	4,8±0,9 ab	2,3±0,2 a	2,1±0,2 a	13,7±2,3 ab
GA ₃ 50 posf	5,4±1,3 a	2,3±1,4 a	1,9±0,4 ab	10,0±2,0 b
GA ₃ 10 pref + (40+20) posf	4,8±1,4 ab	2,3±0,8 a	2,1±0,8 a	14,3±2,1 ab
Raleo manual	3,9±0,8 ab	2,1±0,2 cd	1,98±0,7 ab	14,2±2,2 ab
Anillado	3,9±0,5 ab	2,1±0,1 bcd	1,8±0,6 c	13,9±1,5 ab
Testigo Absoluto	4,05±0,4 ab	2,01±0,3 d	1,8±0,1 c	12,9±1,4 ab
Segundo ciclo				
40+20 posf	5,5±0,9 ab*	2,5±0,1 a*	2,1±0,1 a*	15,8±0,1 ns
GA ₃ 50 posf	6,1±0,9 a	2,3±0,1 b	1,9±0,1 b	15,4±0,4
GA ₃ 10 pref+(40+20 ppm) posf	5,2±0,5 ab	2,2±0,1 cd	1,8±0,1 cd	15,6±0,3
GA ₃ 70 posf	5,9±0,8 a	2,4±0,08 ab	2,06±0,02 a	15,43±0,27
GA ₃ 100 posf	5,89±0,9 a	2,3±0,06 bc	1,94±0,01 b	15,65±0,35
Raleo manual	3,79±0,5 c	2,3±0,02 bc	1,91±0,03 bc	15,82±0,2
Testigo Absoluto	4,33±0,6 bc	2,1±0,02 d	1,82±0,04 d	15,80±0,2
Tercer ciclo				
A ₃ 50 + 30 posf	6,4±0,46 a**	2,3±0,1 bc**	1,9±0,1 ab**	14,5±0,1 c**
GA ₃ 70 posf	5,7±0,5 ab	2,4±0,1 b	2,0±0,5 a	14,7±0,1 c
GA ₃ 10 pref +(70+30) posf	4,7±0,5 c	2,5±0,1 a	1,9±0,5 ab	17,1±0,1 ab
GA ₃ 10 pref +10 flor+(70+30) posf	3,4±0,5 d	2,2±0,06 c	1,8±0,5 c	16,3±0,1 b
GA ₃ 80 posf	5,7±0,5 ab	2,2±0,02 c	1,9±0,5 ab	14,4±0,5 c
GA ₃ 80 + 40 posf	5,1±0,5 bc	2,3±0,1 b	1,9±0,5 ab	14,9±0,1 c
GA ₃ 10 pref + (80 + 40) posf	4,9±0,5 bc	2,3±0,1 b	1,9±0,5 ab	16,3±0,2 b
GA ₃ 10 pref + 10 flor + 80 + 40 posf	6,1±0,5 a	2,4±0,1 b	1,9±0,5 ab	17,8±0,2 a
Testigo Absoluto	4,5±0,5 c	2,3±0,1 bc	1,9±0,5 ab	16,5±0,2 b

Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0,05$).

*Diferencias estadísticas al 5%; **Diferencias estadísticas al 1%; ns no existen diferencias estadísticas.

En el ciclo tres, se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,01$) para tratamientos. Las aplicaciones con GA₃ (50 + 30 ppm) en posfloración y 10 ppm en prefloración + 10 ppm en floración + (80 + 40 ppm) en posfloración incrementaron el peso respecto al testigo en 43,7% y 35,7% respectivamente. Además, se observó una influencia de la dosis alta (70 y 80 ppm) de GA₃ en una sola aplicación en posfloración incrementando el peso en 27 y 28% respectivamente (Tabla 3). Resultados similares reportó Lu (1996) en el cv. Orlando Seedless, y Casanova *et al.* (2009) en el cv. Emperatriz Seedless.

Largo y diámetro de bayas

En el primer ciclo, se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,01$) para largo y diámetro de bayas. Una y dos aplicaciones de GA₃ en posfloración presentaron las bayas con mayor largo y diámetro, sobresaliendo los tratamientos GA₃ (40 +20 ppm) en posfloración, 50 ppm posfloración y 10 ppm en prefloración + (40 + 20 ppm) en posfloración, que presentaron incrementos en largo entre el 12% y 14 %, y en diámetro entre el 9% y 15% frente al testigo (Tabla 3). Retamales *et al.* (1995) obtuvieron incremento del tamaño de bayas realizando dos aplicaciones de 40 ppm de GA₃ en posfloración y Abu-Zahra (2013) entre 40 a 80 ppm. En el caso del raleo manual, anillado y la aplicación de GA₃ en prefloración tuvieron ligera influencia en el mejoramiento del tamaño de las bayas (Tabla 3). Crupi *et al.* (2016) no encontraron diferencias estadísticas para largo y diámetro de bayas entre el anillado (diámetro bayas de 3 a 4 mm) y el testigo en el cv. “Early Red Seedless”. El efecto del anillado como del raleo manual pueden ser influenciados por la época, condiciones ambientales, manejo agronómico y el cultivar (Roberto *et al.*, 2017; Crupi *et al.*, 2016).

En el segundo ciclo, se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para las dos variables evaluadas. La aplicación con GA₃ (40+20 ppm) en posfloración y 70 ppm en posfloración, presentaron incrementos entre el 13,5% y 18% en el largo y entre 13% y 15% en el diámetro frente al testigo (Tabla 3). En este experimento se observó respuesta a una sola aplicación de GA₃ en posfloración, obteniéndose efectos similares en el incremento del tamaño de las bayas cuando se realizan dos aplicaciones en posfloración (Tabla 3). Por otro lado, en este ciclo el raleo manual presentó una ligera influencia positiva en el incremento del tamaño de las bayas con respecto al testigo (Tabla 3).

En el ciclo tres, se presentó diferencias estadísticas entre tratamientos para las dos variables ($p \leq 0,01$). La aplicación de GA₃, 10 ppm en prefloración + (70 + 30 ppm) en posfloración produjeron frutos de mayor largo, mientras que aplicar GA₃ 70 ppm en posfloración presentaron el mayor diámetro, superaron al testigo en el 12 y 6% respectivamente. Treetaruyanont *et al.* (2011) determinaron que la dosis de 200 ppm de GA₃ aplicada 45 días después de la floración tuvo el mayor incremento del tamaño de las bayas en “Marroo Seedles”. Resultados opuestos a los reportados por Gonzaga y Ribeiro (2009) y Abu-Zahra (2013).

Sólidos Solubles Totales (°Brix)

En el primer ciclo, la aplicación de GA₃ (5 y 10 ppm) en prefloración favorecieron los °Brix de las bayas (Tabla 3). Por su parte Kittiwatsopon y Karintanyakit (2014) no encontraron diferencias estadísticas en la aplicación de GA₃ en prefloración (2,5 y 5 ppm) y el testigo. La aplicación de GA₃ 50 ppm en posfloración presentó los promedios más bajos (10 °Brix), posiblemente porque retrasó la senescencia de las bayas (Retamales *et al.*, 1995). Anjum *et al.* (2020) manifiesta que los sólidos solubles aumentan con la aplicación de ácido giberélico.

En el ciclo dos no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos para esta variable. Dokoozlian y Peacock (2001) reportaron que al evaluar dosis de GA₃ en “Crimson Seedless”, hubo en el primer ciclo un ligero incremento de los °Brix en los tratamientos con hormona frente al testigo y en el segundo ciclo no encontró diferencias estadísticas, lo que demuestra que esta variable es muy influenciada por el cultivar, el clima y el manejo agronómico (Crupi *et al.*, 2016).

En el ciclo tres la mejor respuesta para esta variable fue las aplicaciones de GA₃ (10 ppm) en prefloración +10 ppm en floración + (80 + 40 ppm) en posfloración; y 10 ppm en prefloración + (70 + 30 ppm) en posfloración superado los 17 °Brix (Tabla 3). Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Singh (1995), que indicó que la aplicación de GA₃ aumenta los sólidos solubles de las bayas de uva debido a la mayor acumulación de carbohidratos por el alto contenido de auxinas endógenas que inducen una rápida transformación metabólica en compuestos solubles. Las aplicaciones posfloración al incrementar el tamaño del fruto diluyen los azúcares y pueden retrasar la maduración de los racimos, lo que resulta en menor acumulación de sólidos solubles (Hueso, 2012; Retamales *et al.*, 1995).

Tabla 4

Comparación de los resultados obtenidos con estudios similares

Tratamiento	Peso racimo (g)	Largo racimo (cm)	Ancho racimo (cm)	Peso baya (g)	Largo baya (cm)	Ancho baya (cm)	Referencia
GA ₃ 40+20 ppm (5 y 10 mm db)	625,9±89,9	21,8±2,6	19,2±2,3	5,5±0,9	2,5±0,09	2,1±0,2	Resultados del presente estudio
GA ₃ 50 ppm (5 mm diámetro bayas)	665,6±103,6	21,6±0,9	20,6±1,9	6,0±0,9	2,3±0,1	1,9±0,4	
GA ₃ 100 ppm (5 mm db)	683,4±133,6	17,4±0,3	12,6±1,2	5,9±0,9	2,3±0,1	1,9±0,1	
Raleo manual	415,1±53,2	21,5±1,7	17,8±1,7	3,7±0,8	2,3±0,1	1,9±0,7	
GA ₃ 50 ppm (7 ddpf)	276,1	---	---	2,53	1,59	1,5	Kittiwatsopon y Karintanyakit, 2014
GA ₃ 100 ppm (7 ddpf)	224,1			2,49	1,58	1,5	
GA ₃ 200 ppm (45 ddpf)				3,96	1,89	1,8	Treetaruyanont et al., 2011
Testigo	261,1	16,6±0,7	12,1±0,1	3,7±0,1	2,0±0,3	1,8±0,4	Leão et al., 2020

db= diámetro de baya; ddpf = días después de plena floración.

Finalmente, se presenta una comparación de los resultados obtenidos en estudios similares en el cultivar “Maroo Seedless” (Tabla 4), donde se puede apreciar que los resultados de esta investigación para el peso y largo del racimo y la baya son superiores, destacándose los valores registrados con el tratamiento aplicado en bayas formadas y fraccionado en dos aplicaciones (GA₃ 40 + 20 ppm).

4. Conclusiones

Se observó una relación directa entre el peso del racimo y el número de bayas sanas por con la aplicación del GA₃. Bajo condiciones de alta humedad la aplicación de GA₃ en prefloración y el raleo manual descompactaron los racimos, presentando un mayor número de bayas sanas e incremento del peso. Una aplicación de GA₃ en posfloración (50 a 100 ppm) en bayas de 4-5 mm de diámetro favorece el peso del racimo. Las aplicaciones de GA₃ en prefloración presentaron racimos de mayor largo y ancho, e incrementaron los sólidos solubles totales sobresaliendo la aplicación de 10 ppm en prefloración + (40 + 20 ppm) en posfloración. El mayor peso de los racimos y bayas se obtuvo con una aplicación de GA₃ (entre 50 y 100 ppm) en posfloración y también con dos aplicaciones de GA₃ (40 +20 ppm). Las aplicaciones de GA₃ se vieron influenciadas por las condiciones ambientales y época de aplicación, sin embargo, tanto en la época seca como en la lluviosa se observó una respuesta positiva en la calidad de la fruta. Se recomienda evaluar otro tipo de hormonas como brasinoesteroides y citoquininas, en distintas dosis y épocas de aplicación, para identificar otras alternativas que permitan mejorar la calidad de la fruta en el cultivo de uva.

ORCID

P. Viteri-Díaz  <https://orcid.org/0000-0003-3119-5798>W. Vásquez-Castillo  <https://orcid.org/0000-0002-2163-4243>M. Sangotuña  <https://orcid.org/0000-0002-5757-8378>A. Villota  <https://orcid.org/0000-0003-1153-0800>K. Caiza  <https://orcid.org/0000-0001-8749-8670>W. Viera  <https://orcid.org/0000-0003-4472-4126>

Referencias bibliográficas

- Abu-Zahra, T. 2010. Berry size of Thompson Seedless as influenced by the application of gibberellic acid and cane girdling. *Pakistan Journal Botany* 42(3): 1755-1760.
- Abu-Zahra, T. 2013. Effect of Plant Hormones Application Methods on Fruit Quality of Superior Seedless Grape. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 10(2): 527-531.
- Alrashdi, A.; Al-Qurashi, A.; Awad, M.; et al. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of El-Bayadi table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. *Scientia Horticulturae* 220: 243-249.
- Anjum, N.; Feroze, M.; Rafique, R.; et al. 2020. Effect of gibberellic acid on berry yield and quality attributes of grapes cv. Sultanina. *Pure Appl. Biol* 9(2): 1319-1324.
- Antcliff, A. 1995. Una variedad nueva y distinta de vid. *Registro de la Propiedad de Industrial*. Murcia, España, 8 pp.
- Arancibia, G.; Callejas, R.; Reginato, G. 2017. Evaluación de reguladores de crecimiento como raleadores en racimos de Thompson Seedless. *Revista Facultad Ciencias Agrarias Uncuyo* 49(1): 1-14.
- BCE. 2017. Estadísticas de Comercio Exterior de Bienes. Importaciones por subpartida y país de origen. Caso uvas frescas. Banco Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Casanova, L.; Casanova, R.; Moret, A.; et al. 2009. The application of gibberellic acid increases berry size of Emperatriz seedless grape. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(4): 919-927.
- Crupi, P.; Antonacci, D.; Savino, M.; et al. 2016. Girdling and gibberellic acid effects on yield and quality of a seedless red table grape for saving irrigation water supply. *European Journal Agronomy* 80: 21-31.
- Da Silva, P.; Moreno, M.; Barreto, C.; et al. 2019. Gibberellic acid reduces clusters rot of Sauvignon blanc grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41(4): e-486.
- Dimovska, V.; Petropulos, V.; Salamovska, A.; et al. 2014. Flame Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) and different concentration of gibberellic acid (GA₃).

- Bulgarian Journal of Agricultural Science 20(1): 127-132.
- Dokoozlian, N.; Luvisi, D.; Moriyama, M.; *et al.* 1995. Cultural practices improve color, size of Crimson Seedless. *California Agriculture* 49: 36-40.
- Dokoozlian, N.; Peacock, W. 2001. Gibberellic Acid Applied at Bloom Reduces Fruit Set and Improves Size of Crimson Seedless Table Grapes. *Hort Science* 36(4): 706-709.
- Domingos, S.; Nobrega, H.; Raposo, A.; *et al.* 2016. Light management and gibberellic acid spraying as thinning methods in seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.): Cultivar responses and effects on the fruit quality. *Scientia Horticulturae* 201: 68-77.
- Gonzaga, H.; Ribeiro, V. 2009. Ácido giberélico no raleio de cachos de uva da cv. Superior seedless, enxertada sobre o porta-enxerto 'SO₄', cultivada na região do Vale do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira Fruticultura* 31(4): 931-937.
- Hueso, J. 2012. Manejo y técnicas de cultivo en uva de mesa apirena. Fundación Cajamar. España. 42 pp.
- Jadhav, U.; Mundhe, S.; Kumar, Y.; *et al.* 2020. Gibberellic Acid Induces Unique Molecular Responses in 'Thompson Seedless' Grapes as Revealed by Non-targeted Metabolomics. *Journal of Plant Growth Regulation (In press)*.
- Kittiwatsopon, K.; Karintanyakit, P. 2014. Effect of CPPU and GA₃ on growth and quality of 'Marroo Seedless' grape. *Acta Horticulturae* 1059: 189-194.
- Leão, P.; Nascimento, J.; Moraes, D.; Souza, E. 2020. Agronomic performance of seedless table grape genotypes under tropical semiarid conditions. *Bragantia* 79(3): 364-371.
- Li, M.; Cheng, S.; Wnag, Y.; *et al.* 2019. Improving fruit coloration, quality attributes, and phenolics content in 'Rainier' and 'Bing' cherries by gibberellic acid combined with homobrassinolide. *Journal of Plant Growth Regulation* 39: 1130-1139.
- Lu, J. 1996. Application of gibberellic acid in grape cultivar "Orlando Seedless". *Proceedings Florida State Horticultural Society* 109: 246-247.
- MAGAP. 2015. Estadística precios mayoristas.ecu-magap-cgsin-oepm-2014-v1.5 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. Quito-Ecuador.
- Navarro, M.; Retamales, J.; Defilippi, B. 2001. Efecto del arreglo de racimo y aplicación de citoquinina sintética (CPPU) en la calidad de uva de mesa variedad Sultanina tratada con dos fuentes de giberelinas. *Agricultura Técnica* 61(1): 15-25.
- Retamales, J.; Bangerth, F.; Cooper, T.; *et al.* 1995. Effects of CPPU and GA₃ on fruit quality of Sultanina table grape. *Acta Horticulturae* 394: 149-154.
- Roberto, S.; Mashima, C.; Colombo, R.; *et al.* 2017. Berry-cluster thinning to reduce compactness of Black Star table grapes. *Ciência Rural Santa Maria* 47: 4.
- Sato, A.; Yamada, M.; Iwanami, H.; *et al.* 2004. Quantitative and Instrumental measurements of grape flesh texture as affected by gibberellic acid application. *Japanese Society for Horticultural Science* 73(1): 7-11.
- Singh, S. 1995. Commercial fruits. Usha Raj Kumar for Kalyani publishers, New Delhi 172-174.
- Treetaruyanont, K.; Treewannakul, P.; Saengpeng, T. 2011. Effect of GA₃ on cluster weight and fruit quality of Marroo Seedless. En *Proceeding of 49th Kasetsart University Annual Conference. Part 1 (Subject: Plants): 317-323.*