

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CPPU Y TDZ, SOBRE EL CRECIMIENTO DE
VIDES RED GLOBE SOBRE TRES PORTAINJERTOS**

GIOVANNA PAOLA MUGGIOLI MORENO

SANTIAGO - CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CPPU Y TDZ, SOBRE EL CRECIMIENTO DE
VIDES RED GLOBE SOBRE TRES PORTAINJERTOS**

**EFFECT OF THE APPLICATION OF CPPU AND TDZ, ON THE GROWTH OF
VINES RED GLOBE ON THREE ROOTSTOCKS**

GIOVANNA PAOLA MUGGIOLI MORENO

SANTIAGO - CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE CPPU Y TDZ, SOBRE EL CRECIMIENTO DE
VIDES RED GLOBE SOBRE TRES PORTAINJERTOS**

Memoria para optar al título profesional de
Ingeniera Agrónoma

GIOVANNA PAOLA MUGGIOLI MORENO

PROFESOR GUÍA

CALIFICACIONES

Sr. Thomas Fichet L.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,0

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Claudio Pastenes V.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

6,5

Srta. Karen Sagredo U.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

5,8

SANTIAGO - CHILE
2012

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de memoria de título primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado y el comienzo de otros y por darme la fuerza y el ánimo necesario para superar los obstáculos que se presentaron durante el trayecto.

A mi profesor guía, Dr. Tomás Fichet por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A viveros Nueva Vid, por su buena disposición al facilitar el material necesario para realizar los ensayos.

A quienes siempre me apoyaron, colaboraron y estimularon para alcanzar metas superiores en el plano profesional y personal, mis padres: Luis y Ximena.

A mis hermanos, Patricia, Marcello y Daniel y mis sobrinas queridas Valentina y Romina, por su amor, alegría y entusiasmo que me brindaron día a día.

Agradezco a mis compañeros y amigos por su amistad y colaboración, Nicole, Cindy, Juan Pablo, Carla, Gabriel, Camilo, Felipe, Francisca.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Gracias a todos, bendiciones.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
Hipótesis.....	7
Objetivo.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Localización del ensayo	8
Elección material vegetal	8
Tratamientos	8
Acondicionamiento del sitio experimental	11
Manejo y cuidado de las plantas	11
Evaluación y medición de las variables	12
Área de sección transversal de brote (ASTB).....	13
Número de hojas del brote principal y hojas totales.....	13
Número de ramificaciones laterales.....	13
Longitud del brote principal	13
Número y longitud de los entrenudos del brote principal	13
Peso fresco aéreo (PFA) y peso fresco de raíces (PFR)	13
Área de raíces	14
Peso seco aéreo (PSA) y peso seco de raíces (PSR).....	14
Diseño experimental y análisis estadístico.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Ensayo aplicación CPPU y TDZ vía aspersion foliar	15
Área de sección transversal de brote (ASTB)	15
Longitud del brote principal y número de ramificaciones laterales	17
Longitud promedio de los entrenudos del brote principal	20
Número promedio de entrenudos del brote principal	21
Número de hojas del brote principal.....	22
Número de hojas totales.....	23
Peso fresco parte aérea (PFA) y peso seco parte aérea (PSA).....	25
Área de raíces	26
Peso fresco de raíces (PFR) y peso seco de raíces (PSR).....	27
Ensayo aplicación CPPU y TDZ vía riego.....	30

Área de sección transversal de brote (ASTB)	30
Longitud del brote principal y número de ramificaciones laterales	31
Longitud promedio de los entrenudos del brote principal	32
Número promedio de entrenudos del brote principal	33
Número de hojas del brote principal.....	33
Número de hojas totales.....	34
Peso fresco parte aérea (PFA) y peso seco parte aérea (PSA)	35
Área de raíces	36
Peso fresco de raíces (PFR) y peso seco de raíces (PSR).....	37
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA	40
APÉNDICE I	46
APÉNDICE II	47
APÉNDICE III	48
APÉNDICE IV	49
APÉNDICE V	50
APÉNDICE VI	51
APÉNDICE VII	52
APÉNDICE VIII	53
APÉNDICE IX	54
APÉNDICE X	55
APÉNDICE XI	56

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en la comuna de la Pintana, Región Metropolitana, durante la temporada 2009-2010, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de CPPU y TDZ, sobre el crecimiento de vides var. Red Globe sobre tres portainjertos.

Se utilizaron un total de 384 plantas nuevas, sanas y homogéneas en cuanto a vigor, tamaño y cantidad de brotes, injertadas sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey. Se realizaron dos ensayos independientes, mediante la aplicación de CPPU y TDZ vía aspersión foliar o riego. Las concentraciones aplicadas de los diferentes fitoreguladores fueron 0; 2,5; 5; 10; 15 y 20 mg·L⁻¹. El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con estructura factorial de los tratamientos (2x6), con 3 bloques por ensayo, cada uno compuesto por 36 plantas más 28 plantas bordes sin tratamiento.

En el ensayo de aplicación vía aspersión foliar, CPPU a partir de concentraciones relativamente altas (10 mg·L⁻¹) provocó un incremento del área de sección transversal de brote (ASTB), en la longitud del brote principal, número de ramificaciones laterales, además de un aumento en el número de hojas totales, peso fresco (PFA) y peso seco aéreo (PSA). En tanto TDZ a altas concentraciones (≥ 10 mg·L⁻¹) indujo un incremento en el ASTB, número de hojas del brote principal, y PFA y PSA. La longitud del brote principal por su parte, mostró una alta correlación y comportamiento similar con la longitud de los entrenudos, en donde CPPU favoreció el crecimiento del brote y entrenudos en comparación con TDZ que se observó una inhibición del crecimiento de ambas longitudes.

En el ensayo de aplicación vía riego, a medida que aumentaron las concentraciones de CPPU y TDZ, hubo una inhibición del crecimiento radicular, en donde se observó una disminución en el área de raíces, peso fresco (PFR) y peso seco de raíces (PSR). Se pudo observar, además en ambos ensayos, que el efecto tanto de CPPU como de TDZ fue localizado sobre la estructura aplicada, no mostrando efectos en el caso del ensayo vía aspersión foliar sobre las raíces, y vía riego sobre la parte aérea.

CPPU y TDZ aplicados vía aspersión aérea favorecieron el crecimiento aéreo de la variedad, pero aplicados vía riego hubo un efecto inhibitorio del crecimiento radicular a medida que se aumentó la concentración aplicada vía riego.

Palabras claves: *Vitis vinífera*, reguladores de crecimiento, citoquininas, crecimiento.

ABSTRACT

This research took place at the Faculty of Agronomical Sciences of University of Chile, located in the Pintana area, Metropolitan Region, during the season 2009-2010. The objective was to evaluate the effect of CPPU and TDZ application in the growth on of Red Globe variety grape vine three rootstocks.

The total amount of 384 new plants grafted on Freedom, Harmony and Ramsey rootstocks. These plants were healthy and uniform regarding their vigor, size and amount of sheets. Were carried out two independent trials through the application of CPPU and TDZ via foliar spray or irrigation. The applied concentrations of the different phytohormones were as follow: 0; 2,5; 5; 10; 15 y 20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. The experimental design was done in randomized complete block with factorial structure of the treatment (2x6), with 3 blocks per test, each one composed of 36 plants plus 28 edge plants without treatment.

In the test implemented via foliar spraying, CPPU from relatively high concentrations (10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) caused an increase in: the cross sectional area of outbreak (ASTB), the length of the main bud, the number of side branches, and an increase in the total number of leaves, fresh weight (PFA) and shoot dry weight (PSA). On the other hand TDZ at high concentrations ($\geq 10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) induced an increase in the ASTB, number of leaves of the main shoot, and PFA and PSA. Meanwhile the length of the main bud showed a high correlation and similar behavior to the length of the internodes, where CPPU favored shoot growth and internodes compared with TDZ, which showed growth inhibition of both characteristics.

In the trial applied via irrigation, as concentrations of CPPU and TDZ increased, there was an inhibition of root growth, where there was a decrease in aerial roots, fresh weight (PFR) and root dry weight (PSR). It was also observed in both trials that the effect of both CPPU and TDZ was located on the applied structure, showing no effects in the case of the trial via foliar spray on the roots, and via irrigation on the air.

CPPU and TDZ applied via air spraying favored the air growth of the variety, but applied by irrigation had an inhibitory effect of root growth as the concentration applied via irrigation was increased.

Key word: *Vitis vinífera*, growth regulators, cytokinins, growth.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Chile, la uva de mesa (*Vitis vinífera* L.) es una de las principales especies frutales en cuanto a superficie ocupada, con 53.869 hectáreas de un total de 278.462 hectáreas ocupadas por frutales en el país. Es el principal rubro frutícola de exportación, registrando un crecimiento del volumen exportado de un 31%, duplicando además el valor de las exportaciones entre los años 2000 y 2010, incrementándose desde US\$ 662 millones a US\$ 1.306 millones entre ambos años. Además existe un importante aumento en los precios de exportación, convirtiéndose así en la especie con el mayor valor exportado en la industria frutícola nacional, generando más de un tercio del valor total exportado por la industria (ODEPA, 2012).

Dentro de las variedades comerciales actuales, Red Globe ha pasado a ocupar el segundo lugar en superficie plantada (10.704 hectáreas), con una expansión del 30,4% (2.496 hectáreas) en los últimos años, mientras que la variedad Sultanina sigue siendo la variedad que ocupa la mayor superficie plantada con parronales de uva de mesa a nivel nacional, a pesar de haber experimentado una disminución de 1.527 hectáreas (8,7%) en los últimos años. Estas cifras muestran la dirección que está tomando esta industria, abandonando variedades tradicionales como Ribier, Flame y Sultanina, que han perdido rentabilidad a causa de una menor productividad, de un menor porcentaje de fruta exportable y mayores costos de producción, mientras que la orientación nacional actual y futura va principalmente a variedades más productivas y rentables, como Crimson Seedless y Red Globe (ODEPA, 2010).

A nivel productivo, existe un mayor interés por producir uva de mesa bajo mejores condiciones, que reflejen una mejor calidad de la fruta en la mayoría de las variedades como respuesta a crecientes exigencias del mercado. Es por esto que se han introducido nuevas tecnologías que permiten y facilitan un mejor crecimiento y desarrollo de la planta a lo largo del proceso productivo, y como consecuencia ayudan de manera directa a alcanzar buenos atributos en la baya, como calidad y tamaño final del producto. Dentro de estos, están los reguladores de crecimiento.

Coletto (1995), menciona que los reguladores de crecimiento o fitoreguladores son compuestos orgánicos de origen natural o sintético que, en pequeñas concentraciones, aceleran, inhiben o modifican de alguna forma los procesos fisiológicos de las plantas. Dentro de éstos, de acuerdo a su naturaleza química y por el efecto que producen en estas, se clasifican en seis grupos: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ABA e inhibidores y retardantes del crecimiento.

Según su origen, las citoquininas sintéticas, derivadas de la fenilurea o las de origen natural derivadas de las purinas, como la zeatina y benciladenina, difieren en su estructura pero poseen una actividad biológica similar. Sin embargo, varían en la concentración requerida

para lograr una respuesta, siendo menor para las derivadas de la fenilurea (Arima *et al.*, 1995).

Las citoquininas (CKs) juegan un papel muy importante, ya que regulan muchos procesos celulares, destacando entre ellos el control de la división celular en el crecimiento y desarrollo (Fosket *et al.*, 1977), como también se encuentran involucradas en otros procesos fisiológicos dentro de la planta, tales como: retraso de la senescencia, movilización de nutrientes, maduración de cloroplastos, expansión de cotiledones, control de la morfogénesis, entre otros (Taiz y Zeiger, 2006).

Es importante destacar que las citoquininas aplicadas exógenamente son compuestos bastante inmóviles, actuando sólo en el órgano o zona donde fueron aplicados (Westwood, 1982). Según Weaver (1976), esto se debe a que los aminoácidos y otros elementos nutritivos que favorecen el crecimiento se ven atraídos hacia las zonas de aplicación; es por esta razón que las aplicaciones deben ser homogéneas y bien dirigidas.

Dentro de las citoquininas sintéticas, el CPPU, cuyo nombre químico es N-(2-cloro-4-pyridinyl)-N-phenylurea o forclorfenuron (Retamales *et al.*, 1993, Dokoozlian, 2001), estimula la división celular en los primeros estados de desarrollo del fruto (Neri *et al.*, 1993). Antognozzi *et al.* (1997) señalan que además de inducir en mayor medida la división es capaz promover la elongación celular, impulsando así el crecimiento en los diferentes tejidos del fruto y órganos de la planta. Dentro de los principales efectos del CPPU se mencionan, la regulación del cuaje, y crecimiento y desarrollo de la baya de uva. Sin embargo, concentraciones altas pueden provocar un retraso en el desarrollo del color, particularmente en variedades sensibles como Flame Seedless y Red Globe, y además la calidad sensorial también puede verse afectada (Dokoozlian, 2001).

En cuanto al thidiazurón (TDZ), una urea aromática heterocíclica (N'-phenyl-N'-(1,2,3-thidiazol-5-yl)-urea), es un regulador de crecimiento con actividad citoquinínica, que tampoco se encuentra en los tejidos vegetales y actúa produciendo efectos análogos a los de las citoquininas del tipo adeninas (Thomas y Katterman, 1986).

Thidiazurón, estimula la conversión de nucleótidos de citoquininas a nucleósidos, favoreciendo un desacople de la normal inhibición de la biosíntesis de citoquininas (Thomas y Katterman, 1986). Mok *et al.* (1982) señalaron que además estimula endógenamente la biosíntesis de citoquininas o altera el metabolismo de la citoquinina, posiblemente por sitios comunes de acción.

Dentro de los efectos del TDZ, según el cultivo, estado fisiológico y concentración, éste juega un papel estimulante de la brotación, promotor y uniformizador de la floración en frutales caducifolios, tales como son manzano, duraznero, ciruelo, nogal y vid. Ejerce su efecto en el sitio de acción de las citoquininas, mejorando la morfogénesis y diferenciación celular (Alvarado *et al.*, 2000).

En contraste con el papel promotor que ejercen las citoquininas exógenas, existen antecedentes de un posible efecto inhibitor, sobre la elongación de raíces a ciertas concentraciones, al ser aplicadas directamente sobre estas, como se ha señalado en aplicaciones de TDZ en *Kalanchoe pinnata* (Jaiswal y Sawhney, 2005). Al mismo tiempo existen investigaciones que señalan un efecto inhibitor ante las aplicaciones exógenas de citoquininas sobre el desarrollo de raíces adventicias en uva var. Cabernet Sauvignon (Smart *et al.*, 2003). Sin embargo, contrario al efecto inhibitor sobre el crecimiento en raíces, se produce la promoción de una mayor ramificación de la parte aérea (Werner *et al.*, 2003). En vides faltan estudios detallados que demuestren si se producen efectos promotores o inhibidores en el crecimiento y desarrollo tanto aéreo como radicular. Es por esta razón que esta investigación se orientó a analizar los posibles efectos que ejercen CPPU y TDZ sobre el crecimiento tanto aéreo como radicular en uva var. Red Globe injertados en los portainjertos más utilizados en Chile.

Hipótesis

La aplicación de citoquininas sintéticas, a partir de cierta concentración, afectan el crecimiento de raíces y brotes.

Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación de CPPU y TDZ, sobre el crecimiento de vides Red Globe sobre tres portainjertos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del ensayo

El presente ensayo se llevó a cabo en los invernaderos localizados en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en la comuna de la Pintana, provincia de Santiago, Región Metropolitana durante la temporada 2009-2010. Las evaluaciones del número de hojas, largo de brote, número y largo de entrenudos, y área de sección transversal de brote (ASTB) fueron realizadas en el invernadero donde se montó el ensayo, en tanto las evaluaciones de peso seco y fresco de la parte aérea de las plantas y de las raíces se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Foliar. En cuanto a la evaluación del área de raíces, ella se realizó en el Laboratorio de Control de Malezas de la misma Facultad.

Elección material vegetal

Para la presente investigación se utilizaron un total de 384 plantas de un año de *Vitis vinífera* L., de la variedad Red Globe, injertadas sobre tres portainjertos: Freedom, Harmony y Ramsey, de las cuales 216 plantas se ocuparon para el estudio y aplicación de los tratamientos y 168 como plantas bordes. Las plantas eran sanas y homogéneas en cuanto a vigor, tamaño y cantidad de brotes.

Tratamientos

Se realizaron dos ensayos independientes entre sí, con un total de 36 tratamientos cada uno a diferentes concentraciones de CPPU y TDZ.

a) Ensayo 1: Se realizaron tres aplicaciones foliares de 150 cc aproximadamente de solución en forma de pulverización manual directa a la planta, cada 7 días aproximadamente, empezando con la primera aplicación el 28 de diciembre del 2009 y finalizando con la última el 11 de enero del 2010. Las aplicaciones de las distintas concentraciones de CPPU y TDZ se realizaron fuera del invernadero para evitar la contaminación de las otras plantas. Las concentraciones para cada una de las citoquininas de síntesis fueron: 0; 2,5; 5; 10; 15 y 20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, en cada una de las aplicaciones (Cuadro 1).

b) Ensayo 2: Se realizaron tres aplicaciones vía riego respectivamente de 250 cc aproximadamente, cada 7 días aproximadamente, empezando con la primera aplicación el 28 de diciembre del 2009 y finalizando con la última el 11 de enero del 2010. Las aplicaciones de las distintas concentraciones de CPPU y TDZ se realizaron dentro del

invernadero. Las concentraciones para cada una de las citoquininas de síntesis fueron: 0; 2,5; 5; 10; 15 y 20 mg·L⁻¹, en cada una de las aplicaciones (Cuadro 2).

La aplicación foliar de las distintas concentraciones de los fitorreguladores se realizaron vía aspersión en la mañana para evitar altas temperaturas que pudieran evaporar el producto rápidamente. La aspersión fue dirigida homogéneamente a la planta, para lo cual se utilizó un aspersor manual con capacidad de un litro de capacidad (Truper[®]), y el asperjado fue fino, con un buen cubrimiento de la planta. En tanto la aplicación vía riego, se realizó mediante la dilución del producto y su posterior aplicación regulada vía riego en contacto directo con el sustrato y raíces.

La fuente de CPPU utilizada para ambos ensayos, fue Agromil Plus[®] de Agroenzymas, con una concentración y formulación al 0,20 % de ingrediente activo. Para TDZ, se ocupó el producto Splendor[®] de Bayer, con una concentración y formulación en suspensión concentrada al 5 % de ingrediente activo.

Cuadro 1. Descripción tratamientos realizados con CPPU y TDZ en plantas de uva de mesa var. Red Globe de un año de edad, sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey, vía aspersión foliar.

Portainjerto	Tratamiento	Producto	Concentración --- mg·L ⁻¹ ---
Freedom	T1	Testigo	-
	T2	Testigo	-
	T3	CPPU	2,5
	T4	TDZ	2,5
	T5	CPPU	5
	T6	TDZ	5
	T7	CPPU	10
	T8	TDZ	10
	T9	CPPU	15
	T10	TDZ	15
	T11	CPPU	20
	T12	TDZ	20
Harmony	T13	Testigo	-
	T14	Testigo	-
	T15	CPPU	2,5
	T16	TDZ	2,5
	T17	CPPU	5
	T18	TDZ	5
	T19	CPPU	10
	T20	TDZ	10
	T21	CPPU	15
	T22	TDZ	15

(continúa)

Cuadro 1. (continuación)

Portainjerto	Tratamiento	Producto	Concentración --- mg·L ⁻¹ ---
Ramsey	T23	CPPU	20
	T24	TDZ	20
	T25	Testigo	-
	T26	Testigo	-
	T27	CPPU	2,5
	T28	TDZ	2,5
	T29	CPPU	5
	T30	TDZ	5
	T31	CPPU	10
	T32	TDZ	10
	T33	CPPU	15
	T34	TDZ	15
	T35	CPPU	20
	T36	TDZ	20

Cuadro 2. Descripción tratamientos realizados con CPPU y TDZ en plantas de uva de mesa var. Red Globe de un año de edad, sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey, vía riego.

Portainjerto	Tratamiento	Producto	Concentración --- mg·L ⁻¹ ---
Freedom	T1	Testigo	-
	T2	Testigo	-
	T3	CPPU	2,5
	T4	TDZ	2,5
	T5	CPPU	5
	T6	TDZ	5
	T7	CPPU	10
	T8	TDZ	10
	T9	CPPU	15
	T10	TDZ	15
	T11	CPPU	20
	T12	TDZ	20
Harmony	T13	Testigo	-
	T14	Testigo	-
	T15	CPPU	2,5
	T16	TDZ	2,5
	T17	CPPU	5
	T18	TDZ	5
	T19	CPPU	10
	T20	TDZ	10

(continúa)

Cuadro 2. (continuación)

Portainjerto	Tratamiento	Producto	Concentración --- mg·L ⁻¹ ---
Ramsey	T21	CPPU	15
	T22	TDZ	15
	T23	CPPU	20
	T24	TDZ	20
	T25	Testigo	-
	T26	Testigo	-
	T27	CPPU	2,5
	T28	TDZ	2,5
	T29	CPPU	5
	T30	TDZ	5
	T31	CPPU	10
	T32	TDZ	10
	T33	CPPU	15
	T34	TDZ	15
	T35	CPPU	20
	T36	TDZ	20

Acondicionamiento del sitio experimental

Las plantas adquiridas en el vivero “Nueva Vid”, una vez trasladadas al invernadero, fueron trasplantados a bolsas plásticas negras de capacidad de 250 cm³, en las cuales se introdujo además una mezcla homogénea de 1/3 de tierra de hoja, 1/3 de tierra agrícola y 1/3 de perlita para facilitar el crecimiento y dar una mejor condición al desarrollo del sistema radicular.

Las plantas fueron dispuestas en bloques en cada mesa, separadas a 10 cm cada una, para el ensayo vía aspersión aérea y de igual manera para el ensayo vía riego (Figura 1 a y b), cada uno de sus brotes fueron sujetados con cintas plásticas en altura para facilitar la entrada de luz dentro de cada bloque además del crecimiento, riego y posteriores evaluaciones.

Manejos y cuidados de las plantas

El manejo de las plantas consistió en prácticas tradicionales, como conducción, fertilización, control de enfermedades y riego. La fertilización se realizó durante el período de crecimiento de brote con N,P,K más micronutrientes Crop Leaf a una concentración de 400 ml/Hl cada 15 días. El riego fue manual planta por planta, día por medio para así

Área de sección transversal de brote (ASTB)

En el brote principal se midió el diámetro utilizando un pie de metro digital SMTO 23D Graduación 150 x 0,05 mm a 1 cm sobre la inserción con el portainjerto, se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{ASTB (mm}^2\text{)} = \text{Diámetro} \times \text{Diámetro} \times 0,9$$

Número de hojas del brote principal y hojas totales

Esta cuantificación se determinó mediante el conteo total de hojas para cada una de las plantas, tanto de las hojas del brote principal, como de las ramificaciones de forma individual.

Número de ramificaciones laterales

Para el brote principal se determinó mediante el conteo manual del total ramificaciones visiblemente desarrollada.

Longitud del brote principal

Para cada una de las plantas, se procedió a las mediciones de la longitud del brote principal desde la base hasta el ápice de crecimiento del mismo, con huincha de medir (cm).

Número y longitud de entrenudos del brote principal

Se contó el número de entrenudos del brote principal. Para el caso de la longitud de entrenudos (mm), se realizó mediante el uso de un pie de metro digital SMTO 23D Graduación 150 x 0,05 mm para el brote principal respectivamente.

Peso fresco parte aérea y de raíces

Se pesó la totalidad de la parte aérea y de las raíces por separado para cada planta, luego se pesó la materia fresca (g) de cada estructura utilizando una balanza digital de 0,1-1000 gramos.

Área de raíces

La evaluación se realizó mediante el uso de un integrador modelo CID-230 CA (CID Inc, EE.UU.) partiendo por la limpieza y lavado de la muestra, un posterior secado y finalmente una separación de raíces mediante cortes o trozado en cada muestra para facilitar su introducción al integrador, esta evaluación se realizó en cm^2 .

Peso seco parte aérea y de raíces

La parte aérea y radicular de cada planta fueron llevadas en forma individual marcadas y envueltas en bolsas de papel kraft a una estufa para secado convección por gravedad A-52050. Sometidas ambas muestras a una temperatura de $50\text{-}52^\circ\text{C}$, se realizaron mediciones posteriores del peso seco de cada muestra para ver la variación del contenido de agua con una balanza digital de 0,1-1000 gramos cada 2 días, hasta que estas alcanzaran un peso constante.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un diseño en bloques completamente aleatorizados para cada ensayo (aplicación de CPPU y TDZ vía aspersion foliar o vía riego) con estructura factorial de los tratamientos ($2 \times 6 \times 3$): 2 tipos de citoquininas de síntesis (CPPU y TDZ), 6 concentraciones de cada citoquinina (0; 2,5; 5; 10; 15 y $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y 3 portainjertos (Freedom, Harmony y Ramsey). Se dispuso de un total de 3 bloques por ensayo, cada uno de estos compuestos por 36 plantas (36 tratamientos) más 28 plantas bordes sin tratamiento, ubicados dentro del invernadero tomando en cuenta el efecto luz entre bloques. La unidad experimental correspondió a 1 planta con tres repeticiones.

Para evaluar las posibles diferencias entre tratamientos, se tomaron como ensayos independientes cada uno de los portainjertos, evaluando solo el efecto de CPPU y TDZ, y sus respectivas concentraciones para facilitar el análisis. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5% utilizando el programa Minitab® Statical Software.

Cuando se detectaron diferencias significativas entre las medias, se utilizó la prueba de comparación de Tukey al 5%. Además, se realizaron regresiones entre las distintas variables evaluadas, para poder tener noción del comportamiento de las variables estudiadas según las concentraciones respectivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo aplicación CPPU y TDZ vía aspersión aérea

Área de sección transversal de brote (ASTB)

CPPU. Con la aplicación de CPPU vía aspersión foliar, se observó una relación y comportamiento no lineal entre el ASTB (mm^2) y la concentración de CPPU para cada uno de los portainjertos utilizados. Esta relación mostró inicialmente una cierta tendencia creciente del ASTB de manera directamente proporcional al aumento de las concentraciones (Figura 1 (a), Apéndice I).

A partir de lo observado para las concentraciones aplicadas de CPPU en cada portainjerto y conforme al aumento en el ASTB observado, al aplicar de $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU en Freedom, de 10 a $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU en Harmony y finalmente en Ramsey con 15 y $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU, se observaron los máximos crecimientos significativos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre el área de sección transversal de brote (ASTB) (mm^2) en plantas de uva variedad Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- mm^2 ---					
Freedom	18,47 a ¹	19,45 a	23,70 ab	30,80 b	27,23 ab	28,53 ab
Harmony	13,17 a	13,23 a	24,65 ab	31,47 c	30,13 c	25,23 bc
Ramsey	17,53 a	19,40 a	20,19 ab	27,03 ab	30,27 c	28,50 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey ($p\text{-value} > 0,05$).

TDZ. Al evaluar los efectos de TDZ sobre el ASTB, de forma similar a CPPU, se observó que la tendencia inicial en Freedom, Harmony y Ramsey fue de carácter creciente a medida que se acrecentó la concentración de TDZ (Figura 1 (b), Apéndice I).

Dado que hubo una interacción entre las concentraciones aplicadas y TDZ en cada portainjerto, el efecto promotor sobre el ASTB en los portainjertos Freedom y Harmony se observó como máximo al aplicar concentraciones de 15 y $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de TDZ en comparación con plantas no tratadas (Cuadro 4).

Por su parte, Ramsey a partir de la aplicación de $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de TDZ existió un mayor efecto significativo sobre el crecimiento del ASTB.

De acuerdo a estos resultados, además de observar una influencia positiva al aplicar concentraciones crecientes de CPPU como de TDZ sobre el ASTB, se observó que el efecto promotor fue mayor con TDZ (Figura 1 a y b, Apéndice I).

Cuadro 4. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el área de sección transversal de brote (ASTB) (mm^2) en plantas de uva variedad Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- mm^2 ---					
Freedom	19,90 a ¹	35,07 ab	41,47 c	40,53 bc	44,23 cd	45,77 d
Harmony	15,83 a	25,82 ab	37,73 ab	33,20 ab	41,30 c	40,40 bc
Ramsey	23,15 a	31,50 ab	36,90 ab	42,87 c	40,20 bc	41,33 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey ($p\text{-value} > 0,05$).

Los resultados obtenidos en este ensayo, concuerdan con los obtenidos por otros autores en otras especies, Cruz-Castillo *et al.*, (1999) en plantas de cafeto var. Garnica al ser tratadas con concentraciones de 5 y 15 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU, observaron un aumento notable en el diámetro del tallo en comparación a plantas no tratadas.

De manera similar, Olivares (2010), observó un aumento en el diámetro del brote al aplicar TDZ sobre ramillas de vainilla. Rios *et al.*, (1997) por su parte, también observaron un aumento significativo del diámetro del tallo en plantas de frambueso tratadas con TDZ.

La aplicación exógena de CPPU como de TDZ, contribuyen de forma indirecta a una mejor nutrición del brote que se está desarrollando, ya que el diámetro es una característica que puede correlacionarse con el aporte de agua y minerales a la hoja y a la salida de savia elaborada (Silva *et al.*, 2001). Esto podría sugerir, que además del efecto de los fitorreguladores sobre la actividad celular, el aumento en el tamaño de tallos producto de su aplicación, podría estar relacionado con un mejor aporte de nutrientes a estos órganos en comparación con los brotes que se desarrollan en plantas sin la aplicación exógena de reguladores de crecimiento.

La aplicación de fitorreguladores citoquininicos ocasionaría tallos más gruesos, los que pueden cambiar la orientación de las microfibrillas frecuentemente sintetizadas en las paredes celulares en una dirección más paralela en el eje longitudinal de las células (o el eje más largo de las células). Esto inhibe el crecimiento longitudinal pero permite la expansión radial (Jensen y Salisbury, 1988).

Esta respuesta sobre el aumento del ASTB se puede ver reflejada en un futuro productivo, favoreciendo los rendimientos. Según Dale (1986), el diámetro de los tallos vegetativos de plantas de frambueso es una característica de vigor importante que afecta el rendimiento; en

tallos con diámetro mayor, el número de frutos es mayor, lo cual está relacionado con la cantidad disponible de carbohidratos por nudo (Crandall *et al.*, 1974).

Longitud del brote principal y número de ramificaciones laterales

CPPU. La longitud del brote principal, al aplicar CPPU, mostró inicialmente un cierto aumento en el crecimiento de la longitud del brote de manera directamente proporcional y conforme al aumento de la concentración de CPPU (Figura 2 (a), Apéndice I).

De esta manera, según los análisis estadísticos, hubo una interacción entre las concentraciones aplicadas y CPPU, en donde el mayor crecimiento en longitud del brote en los portainjertos Freedom y Harmony se obtuvieron a partir de la concentración de 10 mg·L⁻¹ de CPPU en adelante, sin observarse diferencias entre estas concentraciones (Cuadro 5). Por su parte, Ramsey de forma similar con 15 y 20 mg·L⁻¹ de CPPU se obtuvieron las máximas longitudes del brote principal.

Cuadro 5. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre la longitud del brote principal (cm) en plantas de uva var. Red globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- cm ---					
Freedom	74,90 a ¹	71,95 a	87,17 ab	98,17 c	98,00 c	96,47 bc
Harmony	73,50 a	76,13 a	85,70 ab	93,60 bc	107,9 c	94,53 bc
Ramsey	90,40 a	101,0 ab	106,7 ab	108,2 ab	126,6 c	118,8 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Por otro lado, estadísticamente se observó una interacción entre las concentraciones aplicadas y CPPU en cada portainjerto, en donde hubo un mayor número de ramificaciones laterales a una concentración de 10 y 15 mg·L⁻¹ de CPPU para el caso de Freedom. Para los portainjertos Harmony y Ramsey de forma similar a partir de los 10 mg·L⁻¹ de CPPU en adelante se produjo un aumento significativo (Cuadro 6).

TDZ. Plantas tratadas con TDZ, mostraron un comportamiento diferente al de CPPU, en el cual conforme se aumentaron las concentraciones, no se observó un crecimiento de la longitud del brote principal (Figura 2 (b), Apéndice I).

Es así como se observó la inhibición de la longitud del brote principal en Freedom al aplicar 15 y 20 mg·L⁻¹ de TDZ y de forma similar en Harmony y Ramsey a partir de los 10 mg·L⁻¹ de TDZ en adelante, no diferenciándose estadísticamente con plantas no tratadas para los tres portainjertos (Cuadro 7).

Por otro lado, al aplicar menores concentraciones, como 5 mg·L⁻¹ de TDZ, hubo un aumento en la longitud del brote principal para todos los portainjertos (Cuadro7).

Cuadro 6. Efecto de la aplicación foliar de CPPU el número de ramificaciones laterales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° ramificaciones ---					
Freedom	3,42 a ¹	3,36 a	4,61 ab	5,91 b	5,78 b	5,43 ab
Harmony	3,33 a	4,17 ab	4,23 ab	5,55 bc	7,62 c	5,75 bc
Ramsey	4,01 a	5,82 ab	6,21 ab	8,37 bc	9,15 c	8,74 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Cuadro 7. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre la longitud del brote principal (cm) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- cm ---					
Freedom	79,75 ab ¹	82,73 bc	90,07 c	83,83 bc	73,50 ab	70,10 a
Harmony	80,97 ab	88,90 bc	98,30 c	80,13 ab	76,50 ab	70,47 a
Ramsey	88,23 ab	91,47 bc	96,90 c	90,83 ab	81,87 ab	76,37 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Asimismo, según los análisis estadísticos, hubo una interacción entre las concentraciones aplicadas y la citoquinina de síntesis TDZ, donde se observó un aumento significativo en el número de ramificaciones laterales, observándose que a partir de una concentración de 10 mg·L⁻¹ de TDZ en adelante para el caso de Freedom y Harmony y desde los 5 mg·L⁻¹ de TDZ en adelante en Ramsey se observó la mayor cantidad de ramificaciones (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el número de ramificaciones laterales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° ramificaciones ---					
Freedom	4,07 a ¹	4,63 ab	5,23 ab	7,44 c	7,83 c	6,34 bc
Harmony	3,48 a	3,91 ab	4,72 ab	6,23 c	5,99 bc	6,14 c
Ramsey	4,16 a	4,98 ab	6,36 b	8,63 c	8,68 c	7,32 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

En consecuencia con los resultados anteriores, cabe destacar además que el efecto observado sobre la longitud del brote principal, al comparar la aplicación de CPPU y TDZ a igual concentración, fue mayor con CPPU (Figura 2 (a y b), Apéndice I), ya que a bajas concentraciones no se produjo inhibición de la longitud del brote como si ocurrió al aplicar TDZ sobre $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Estos resultados son similares a las observaciones de otros investigadores, quienes señalan que TDZ a igual concentración que CPPU, ejerce una mayor respuesta (Huettman y Preece, 1993).

Conforme a los resultados obtenidos en este ensayo, existió una influencia estimuladora de las concentraciones iniciales de CPPU sobre la longitud del brote principal. De manera similar, Herrera *et al.*, (1994), determinaron que sobre China (*Impatiens balsamina*), la aplicación de bajas concentraciones (2 y $4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU) tienen un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de las yemas en brotes laterales y principal reforzando la dominancia apical. Asimismo, ocurrió en plantas de vivero de cafeto var. Garnica (Cruz- Castillo *et al.*, 1999), al aplicar $15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU hubo un mayor crecimiento en longitud de tallo que a concentraciones más bajas.

En contraste a lo observado con CPPU, aplicaciones de TDZ en vainilla, Olivares (2010) señala que hubo una disminución de la longitud del brote principal a causa de una emisión y crecimiento de brotes secundarios o laterales. En manzanos la aplicación de TDZ induce la brotación, ramificación y mejora el crecimiento de yemas laterales (Wang, *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 1993).

Así también quedó demostrado en zarzamora (Calderón, 2006) donde la aplicación de TDZ promueve la brotación de yemas laterales, viéndose disminuido de esa forma la dominancia apical. Esto coincide con los resultados de Fellman *et al.*, (1987) quienes señalan que aplicaciones de TDZ pueden reprimir el alargamiento de yemas brotadas y de los brotes a determinadas concentraciones. De igual forma en Balsa (*Ochroma lagopus*) al aplicar TDZ, se ve un efecto que promueve la activación de brotes laterales que se encuentran en etapa de latencia y la formación de brotes en una amplia variedad de especies (Davila, 2011).

Asimismo, Martínez-Castillo *et al.*, (2004), concluyeron que concentraciones altas de TDZ inhiben la elongación del brote principal en poroto var. Flor de Mayo. Al igual que en *Cattleya mossiae*, en donde se observó que a concentraciones bajo $1 \mu\text{M}/\text{L}$ de TDZ se producía un efecto promotor en el crecimiento de los brotes y sobre dicha concentración se observaba una inhibición en la longitud de los brotes (Torres y Mogollón, 2000). Así también, Huettman y Preece (1993) por su parte, hacen mención que ciertas concentraciones de TDZ pueden, inhibir la elongación de los brotes, en comparación con tratamientos que contengan una menor concentración de este fitorregulador ($< 1 \mu\text{M}/\text{L}$).

Longitud promedio de los entrenudos del brote principal

CPPU. La relación existente entre las variables longitud de los entrenudos y las concentraciones aplicadas de CPPU mostró una cierta tendencia creciente de la longitud de los entrenudos al aumentar la concentración (Figura 3 (a), Apéndice I).

Además, a partir de la interacción entre las concentraciones aplicadas y CPPU, en la que se observó una mayor longitud significativa de los entrenudos en Freedom al aplicar altas concentraciones (15 y 20 mg·L⁻¹ de CPPU), y en Harmony y Ramsey a partir de los 5 mg·L⁻¹ de CPPU (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre la longitud promedio de entrenudos del brote principal (mm) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- mm ---					
Freedom	38,50 a ¹	39,07 a	43,47 ab	43,53 ab	44,23 b	43,77 b
Harmony	38,97 a	43,93 ab	48,00 c	48,20 c	46,73 bc	45,43 bc
Ramsey	42,47 a	45,87 b	49,97 bc	49,83 bc	52,13 c	50,90 bc

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

TDZ. De manera contraria a lo observado con CPPU, TDZ no indujo un aumento significativo sobre el crecimiento de la longitud de los entrenudos del brote principal (Cuadro 10).

Por otro lado, al aumentar las concentraciones (10, 15 y 20 mg·L⁻¹ de TDZ), a pesar de que se observó una cierta inhibición del crecimiento en los tres portainjertos, dicho efecto no se diferenció estadísticamente con plantas no tratadas.

Cuadro 10. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre la longitud promedio de entrenudos del brote principal (mm) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- mm ---					
Freedom	40,47 ab ¹	47,73 b	46,03 b	43,03 ab	39,50 ab	37,37 a
Harmony	40,90 ab	45,67 b	44,23 b	40,50 ab	41,33 ab	35,53 a
Ramsey	44,60 ab	47,65 b	47,23 b	45,50 ab	44,33 ab	40,53 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Al comparar el efecto sobre el largo promedio de entrenudos con CPPU o TDZ, a igual concentración, fue mayor al aplicar CPPU (Figura 3 a y b, Apéndice II). Altas concentraciones indujeron un efecto promotor sobre el crecimiento en longitud de los entrenudos, a diferencia de TDZ, en donde no se indujo un efecto significativo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se observó que existió un efecto promotor de las concentraciones crecientes de CPPU, sobre la longitud de los entrenudos del brote principal en Freedom, Harmony y Ramsey. Resultados similares se obtuvieron en plantas de vivero de cafeto var. Garnica (Cruz- Castillo *et al.*, 1999), donde al aplicar 15 mg·L⁻¹ de CPPU hubo un mayor crecimiento en la longitud de entrenudos que a concentraciones más bajas.

Por el contrario, la aplicación de TDZ no alteró la longitud de los entrenudos del brote principal. Sin embargo, en poroto var. Flor de mayo, se observó la reducción significativa en el alargamiento de los entrenudos conforme aumentó la concentración aplicada de TDZ, provocando un mayor grosor de estos (Martínez-Castillo *et al.*, 2004). De forma similar Torres y Mogollón, (2000) en *Cattleya mossiae*, observaron un acortamiento de los entrenudos a medida que se aumentaban las concentraciones de TDZ, haciéndose más marcado el efecto a partir de 1 µM/L.

Número promedio de los entrenudos del brote principal

CPPU y TDZ. En base a los resultados obtenidos, no hubo un efecto significativo de las distintas concentraciones aplicadas de CPPU o de TDZ sobre el número promedio de entrenudos del brote principal (Cuadro 11) (Figura 4 a y b, Apéndice II). Resultados similares se obtuvieron en *Mentha piperita* y *Mentha citrata* al aplicar Benciladenina (BA), otra citoquinina, la cual no indujo diferencias significativas en la cantidad de entrenudos por brotes (Godoy *et al.*, 2005).

Cuadro 11. Efecto de la aplicación foliar de CPPU y TDZ sobre el número promedio de entrenudos del brote principal en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- N° entrenudos ---							
Freedom	CPPU	19,67 a ¹	19,00 a	19,12 a	21,33 a	21,08 a	19,60 a
	TDZ	20,50 a	17,97 a	19,63 a	21,00 a	19,60 a	21,57 a
Harmony	CPPU	19,33 a	18,87 a	20,50 a	19,34 a	22,68 a	20,67 a
	TDZ	19,67 a	17,77 a	19,00 a	18,84 a	21,59 a	18,75 a

(continúa)

Cuadro 11. (continuación)

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
		0	2,5	5	10	15	20
Ramsey	CPPU	20,00 a	19,67 a	20,65 a	22,33 a	18,39 a	19,90 a
	TDZ	18,33 a	20,12 a	21,00 a	19,06 a	17,83 a	22,33 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Número de hojas del brote principal

CPPU. Al evaluar los efectos causados por la aplicación de CPPU, se observó una relación no lineal con cierta tendencia a disminuir el número de hojas del brote principal a medida que se aumentaban las concentraciones (Figura 5 (a), Apéndice III).

De este modo se pudo observar que en el portainjerto Freedom con altas concentraciones (15 y 20 mg·L⁻¹ de CPPU) y de forma similar en Harmony y Ramsey con 20 mg·L⁻¹ se obtuvieron los mayores efectos significativos sobre la disminución del número de hojas del brote principal (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre el número de hojas del brote principal en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° hojas brote ---					
Freedom	15,17 bc ¹	15,90 c	16,30 ab	14,33 ab	13,67 a	13,61 a
Harmony	15,42 bc	18,33 c	17,64 bc	14,56 ab	14,20 ab	13,33 a
Ramsey	18,67 bc	19,33 c	17,93 bc	16,33 ab	17,33 ab	14,10 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

TDZ. El mismo efecto inhibitorio sobre el número de hojas del brote principal al aplicar CPPU, se observó a medida que se acrecentaba la concentración de TDZ (Figura 5 (b), Apéndice III).

Como se puede observar en el Cuadro 13, en Freedom, Harmony al aplicar la máxima concentración de TDZ (20 mg·L⁻¹) y en Ramsey con 15 y 20 mg·L⁻¹ de TDZ se produjo la máxima disminución significativa del número de hojas del brote principal.

Cuadro 13. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el número de hojas del brote principal en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° hojas brote ---					
Freedom	15,03 b ¹	15,33 b	14,97 ab	13,32 ab	14,37 ab	11,33 a
Harmony	14,97 b	15,23 b	14,30 ab	11,33 ab	12,23 ab	10,67 a
Ramsey	15,33 b	16,77 b	14,67 ab	13,43 ab	11,06 a	12,08 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

En contraste con lo observado en este ensayo, sobre TDZ se tiene referencia que este fitoregulator sintético está registrado como herbicida y defoliante a altas concentraciones en el cultivo de algodón *Gossypium hirsutum* L. bajo el nombre comercial DROPP®, por su alta actividad citoquinínica (Arndt *et al.*, 1976; Huetteman y Preece, 1993; Azcón-Bieto y Talón, 2000; Ferrante *et al.*, 2002).

De igual forma se han hecho varios estudios sobre los efectos de fitoreguladores derivados de la fenilurea como CPPU y TDZ, que a altas concentraciones presentan otras propiedades, tales como la defoliación y abscisión de hojas y frutos (Guevara y Jiménez 2006). Es por esta razón que posiblemente este efecto defoliante se vio reflejado a medida que se aumentaban las concentraciones de TDZ, donde de forma proporcional se observó una disminución en la cantidad de hojas del brote principal.

Asimismo, Mondino y Peterlin (2004), en algodón, destacan el comportamiento de TDZ sobre la inhibición en la producción de nuevas hojas verdes durante el período de crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta.

Número de hojas totales

CPPU. A diferencia en la disminución del número de hojas del brote principal causado por la inhibición del crecimiento del brote principal, el número de hojas totales mostró una cierta tendencia creciente (Figura 6 (a), Apéndice III).

Es así como en los portainjertos Freedom y Harmony hubo un leve aumento en el número de hojas totales con concentraciones altas (20 mg·L⁻¹ de CPPU) (Cuadro 14). De manera similar, Ramsey obtuvo la mayor cantidad de hojas totales con 15 y 20 mg·L⁻¹, no diferenciándose significativamente con el resto de las concentraciones de CPPU aplicadas.

Cuadro 14. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre el número de hojas totales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° hojas totales ---					
Freedom	19,33 a ¹	21,00 ab	27,08 ab	25,33 ab	25,67 ab	28,67 b
Harmony	18,67 a	23,67 ab	25,00 ab	26,33 ab	26,93 ab	30,33 b
Ramsey	22,67 a	24,00 ab	23,67 ab	24,03 ab	34,33 b	34,00 b

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

TDZ. Con la aplicación de TDZ, como se observa en el Cuadro 15, en los portainjertos Freedom y Harmony y Ramsey con 15 mg·L⁻¹ de TDZ se obtuvo el mayor número de hojas totales, a pesar de esto no se diferenció significativamente con el resto de los tratamientos, además de observar una tendencia al aumentar inicialmente en el número de hojas totales (Figura 6 (b), Apéndice III).

Cuadro 15. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el número de hojas totales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- N° hojas totales ---					
Freedom	23,00 a ¹	23,67 a	27,33 ab	26,67 ab	30,04 b	27,67 ab
Harmony	20,67 a	25,00 ab	22,10 ab	27,09 ab	33,67 b	28,33 ab
Ramsey	18,00 a	17,33 ab	21,33 ab	25,67 ab	28,33 b	24,33 ab

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

De manera similar a los resultados obtenidos en este ensayo, al aplicar altas concentraciones de TDZ en vainilla, se notó un mayor crecimiento y número de brotes laterales (Cuadros 7 y 8). Como consecuencia de esto, se reflejó un aumento en el área foliar total en conjunto con el aumento en el número total de hojas por planta, de manera proporcional al aumento de la concentración aplicada de TDZ, por lo tanto el mayor número de hojas se debe al aumento en el número de brotes laterales (Olivares, 2010). Además, Galindo *et al.*, (2004) reportan que la aplicación de TDZ combinado con GA₃ aumentaron significativamente el área foliar en zarzamora.

Por otro lado, estudios sobre las aplicaciones exógenas de citoquininas, muestran efectos retardantes de la senescencia de flores, frutos y hojas (Taiz, y Zeiger, 2006). Esto se debe a que las citoquininas permiten conservar por más tiempo la clorofila debido al retraso en la ruptura de los cloroplastos, mantienen el contenido de proteínas y ARN, prolongando por más tiempo la fotosíntesis y la retención de asimilados (Hopkins, 1999; Burch y McGaw 1993).

Contrario a los resultados obtenidos en este estudio, Jaiswal y Sawhney (2005) en *Kalanchoe pinnata* con la aplicación de TDZ, observaron que el crecimiento del brote fue parcialmente inhibido, aunque el número de hojas diferenciadas no se vio afectado, pero su tamaño fue significativamente menor. Estos resultados avalan otros resultados que muestran que en plántulas tratadas con altas concentraciones de TDZ ocurre una atrofia de las hojas, además de un engrosamiento de estas (Murthy *et al.*, 1995; Casanova *et al.*, 2004; Hazra *et al.*, 2004).

Peso fresco parte aérea (PFA) y peso seco parte aérea (PSA)

CPPU. Al evaluar los efectos de CPPU sobre el PFA y PSA, se observó una cierta tendencia creciente de ambos pesos (Figura 7 (a y b), Apéndice IV). Dicho aumento significativo en el PFA, fue en mayor grado a concentraciones altas en los portainjertos Freedom (10, 15 y 20 mg·L⁻¹), Harmony y Ramsey (15 y 20 mg·L⁻¹) (Cuadro 16).

Por otro lado, el aumento significativo del PSA se comportó de manera similar sólo con altas concentraciones de CPPU, en los portainjertos Freedom con 15 mg·L⁻¹ de CPPU, Harmony al aplicar 20 mg·L⁻¹ y finalmente Ramsey con 15 y 20 mg·L⁻¹ de CPPU.

Cuadro 16. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre el peso fresco aéreo (PFA) (g) y peso seco aéreo (PSA) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g ---					
Freedom	PFA	21,7 a ¹	28,8 ab	26,3 ab	41,3 bc	55,9 c	45,6 bc
	PSA	10,5 a	12,1 a	10,7 a	17,8 ab	23,3 b	18,7 ab
Harmony	PFA	18,8 a	22,2 ab	32,9 ab	30,4 ab	37,2 bc	43,2 c
	PSA	8,83 a	11,6 ab	16,4 ab	13,7 ab	15,5 ab	18,4 b
Ramsey	PFA	36,8 a	41,6 ab	49,9 ab	48,2 ab	63,7 c	60,4 bc
	PSA	16,1 a	17,3 a	17,9 a	18,9 ab	25,7 b	25,2 b

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

TDZ. De manera similar, a lo observado con la tendencia al aumento del PFA y PSA con altas concentraciones de CPPU, ocurrió con TDZ (Figura 8 (a y b), Apéndice IV). Dicho aumento en el PFA como se observa en el cuadro 16, fue significativo al aplicar 15 y 20 mg·L⁻¹ de TDZ en Freedom y Harmony y en el portainjerto Ramsey con la máxima concentración (20 mg·L⁻¹).

En tanto, a pesar de que se observó una tendencia creciente en el PSA para los tres portainjertos (Figura 8 (b), Apéndice IV), alcanzando un máximo de peso seco a la mayor concentración de TDZ ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) no se registraron diferencias significativas con el resto de los tratamientos, con excepción de Freedom y Harmony con $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de TDZ donde si fue significativo (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el peso fresco aéreo (PFA) (g) y peso seco aéreo (PSA) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g ---					
Freedom	PFA	20,8 a ¹	23,3 ab	30,7 ab	33,4 ab	45,0 c	38,0 bc
	PSA	12,9 a	12,4 a	14,9 ab	15,2 ab	17,4 ab	19,7 b
Harmony	PFA	20,0 a	20,6 a	30,9 ab	30,5 ab	41,8 bc	44,2 c
	PSA	12,0 a	10,1 a	15,9 ab	14,3 ab	17,0 ab	19,6 b
Ramsey	PFA	38,6 a	44,2 ab	45,7 ab	50,0 ab	47,6 ab	54,3 b
	PSA	15,1 a	17,1 ab	18,9 ab	22,2 ab	20,6 ab	23,2 b

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey ($p\text{-value} > 0,05$).

Estos resultados concuerdan con otros ensayos donde al aplicar 5 y $15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CPPU, se indujo un aumento en los pesos frescos y pesos secos de hojas y tallos en plantas de cafetos en vivero, los que a su vez fueron significativamente superiores al testigo (Cruz-Castillo *et al.*, 1999). En plantas jóvenes de papayo, la aplicación de CPPU también incrementó el crecimiento vegetativo, lo que se tradujo finalmente en una mayor biomasa área (Allan *et al.*, 1993).

Área de raíces

CPPU y TDZ. En base a los resultados obtenidos en este ensayo, no se observaron diferencias significativas entre las distintas concentraciones aplicadas vía aspersión foliar de CPPU o de TDZ sobre el área de raíces (Cuadro 18).

Por otro lado, no se observó una tendencia concluyente al aumento o disminución del área de raíces conforme al aumento de la concentración de CPPU o de TDZ (Figura 9 (a y b) Apéndice V).

Estudios realizados con TDZ, muestran la baja movilidad de este fitorregulador en pulverización aérea sobre ramas productoras de manzano, el gradiente de rompimiento de

yemas ocurrió en dirección basipéto, sugiriendo un gradiente de letargo desde el ápice a la base (Wang *et al.*, 1986). Las yemas no tratadas con TDZ permanecieron en letargo, indicando que el fitorregulador no fue translocado, sugiriéndose un efecto local sobre las yemas.

Del mismo modo, Nerí *et al.*, (1993), indicaron que el crecimiento de los frutos debido a la aplicación exógena de CPPU requiere de una distribución uniforme del ingrediente activo, puesto que la movilidad del producto es baja, ya que de lo contrario se pueden producir frutos con deformaciones. Para llegar a estas conclusiones, se aplicó CPPU en brotes de variedades de vides Argentina, Carina y Patrizia, no encontrando diferencias significativas en peso como tampoco en tamaño de bayas, pero al aplicar en forma directa al racimo, estas variables aumentaban significativamente (Intrieri *et al.*, 1993).

Conforme a lo anterior, de acuerdo a la poca movilidad dentro de la planta que poseen CPPU y TDZ al aplicarlas de forma exógena, se puede suponer que su aplicación por aspersión en la parte aérea, el efecto fue de carácter localizado en la zona que se aplicó. Es por esta razón, que probablemente no hubo efecto sobre el crecimiento del sistema radicular, ya que no se produjo un transporte de estas citoquininas de síntesis desde la parte aérea a la parte radicular.

Cuadro 18. Efecto de la aplicación foliar de CPPU y TDZ sobre el área de raíces (cm²) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- cm ² ---					
Freedom	CPPU	486,20 a ¹	545,25 a	499,27 a	536,07 a	485,33 a	467,17 a
	TDZ	470,05 a	494,73 a	526,07 a	481,60 a	467,96 a	512,47 a
Harmony	CPPU	469,47 a	461,43 a	449,15 a	456,60 a	495,67 a	425,03 a
	TDZ	431,13 a	414,30 a	448,27 a	415,73 a	458,77 a	438,73 a
Ramsey	CPPU	523,63 a	497,83 a	537,97 a	466,00 a	539,02 a	534,20 a
	TDZ	519,57 a	529,18 a	455,99 a	515,03 a	505,67 a	461,93 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Peso fresco de raíces (PFR) y peso seco de raíces (PSR)

CPPU y TDZ. Tanto el peso fresco de raíces (PFR) como el peso seco de raíces (PSR) según los resultados obtenidos, no registraron diferencias significativas entre las diferentes concentraciones aplicadas de CPPU o TDZ (Cuadros 19 y 20).

Además, tampoco se observó una tendencia concluyente al aumento o disminución de ambos pesos (PFR y PSR) conforme al aumento de la concentración de CPPU o de TDZ (Figura 10 (a y b), Apéndice V y 11 (a y b), Apéndice VI).

Cuadro 19. Efecto de la aplicación foliar de CPPU sobre el peso fresco de raíces (PFR) (g) y peso seco de raíces (PSR) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g ---					
Freedom	PFR	17,2 a ¹	15,8 a	14,9 a	18,1 a	19,7 a	16,2 a
	PSR	7,26 a	5,85 a	5,62 a	6,80 a	8,60 a	5,80 a
Harmony	PFR	15,5 a	18,1 a	14,7 a	17,8 a	16,2 a	17,5 a
	PSR	5,02 a	7,17 a	5,21 a	6,97 a	5,27 a	7,42 a
Ramsey	PFR	17,7 a	16,6 a	19,2 a	15,5 a	19,9 a	18,4 a
	PSR	7,62 a	5,63 a	8,20 a	5,47 a	7,90 a	6,85 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Cuadro 20. Efecto de la aplicación foliar de TDZ sobre el peso fresco de raíces (PFR) y peso seco de raíces (PSR) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g ---					
Freedom	PFR	16,2 a ¹	17,5 a	14,6 a	17,3 a	17,1 a	14,9 a
	PSR	6,27 a	7,65 a	6,03 a	7,13 a	7,37 a	6,47 a
Harmony	PFR	16,9 a	13,8 a	17,1 a	15,9 a	16,7 a	14,6 a
	PSR	6,83 a	5,03 a	6,83 a	5,99 a	6,73 a	6,63 a
Ramsey	PFR	14,9 a	16,7 a	18,1 a	15,7 a	14,2 a	17,1 a
	PSR	5,85 a	6,57 a	7,41 a	5,97 a	6,07 a	7,07 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Consecuente con el efecto nulo mencionado con anterioridad sobre el área de raíces con CPPU y TDZ aplicados vía aspersión foliar, a causa de su baja movilidad que estos poseen entre órganos (Cuadro 18), se puede suponer de forma similar que no hubo efecto sobre el PFR y el PSR ya que no se produce un transporte de estas citoquininas de síntesis desde la parte aérea a la parte radicular.

El transporte de las citoquininas, fuera de las hojas nuevas, semillas y frutos, es muy restringido y el transporte a través de las partes no vasculares de los tallos es también muy

lento. Si se agrega una citoquinina a un brote lateral que esta sujeto a dominancia apical por IAA u otra sustancia proveniente de ápice de las ramas, sólo se observa un efecto sobre la dominancia apical localizado en el brote donde fue aplicada la citoquinina, en comparación a los demás brotes sin aplicar (Reynolds *et al.*, 1992).

Del mismo modo, Tantarini *et al.*, (1991), en frutos de palto, observaron que la acción de la citoquinina CPPU es de tipo local. Esto se determinó mediante la aplicación localizada de esta citoquinina sólo a la mitad de la superficie del fruto, mostrando un mayor desarrollo de aquella zona tratada. Esto pareciera aumentar la hipótesis de una escasa movilidad de CPPU al interior del fruto y a una reducción de la misma por debajo de la zona de activación.

Al mismo tiempo, Tizio (1980), señala que CPPU al ser aplicado a las hojas, muestra una acción local debido a que prácticamente no se traslada.

Ensayo aplicación CPPU y TDZ vía riego

Área de sección transversal de brote (ASTB)

CPPU y TDZ. Con respecto a la aplicación de CPPU o TDZ vía riego, no hubo un efecto e interacción significativo de las distintas concentraciones aplicadas sobre el área de sección transversal de brote (ASTB) (Cuadro 21).

Además, el ASTB con la aplicación de CPPU o TDZ a través del riego, no mostró una tendencia o respuesta clara frente a las concentraciones de CPPU o TDZ aplicadas en los distintos portainjertos (Figura 12 (a y b), Apéndice VI).

Al comparar los resultados observados en el ensayo mediante la aplicación vía aspersion aérea de CPPU y TDZ, donde se notó una clara incidencia de ambos fitorreguladores sobre el ASTB (Cuadro 3), con los resultados obtenidos aplicando estos fitorreguladores vía riego, contrariamente se observó una muy baja relación entre el ASTB y las concentraciones aplicadas. Probablemente, las bajas respuestas pueden deberse a que las citoquininas exógenas presentan un efecto localizado sobre los órganos sobre los cuales fueron aplicados, además de su baja movilidad al interior de la planta (Contreras, 2010).

Cuadro 21. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre el área de sección transversal de brote (ASTB) (mm²) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- mm ² ---					
Freedom	CPPU	20,33 a ¹	23,13 a	22,25 a	27,23 a	20,87 a	26,77 a
	TDZ	19,57 a	26,17 a	22,60 a	25,41 a	20,23 a	28,60 a
Harmony	CPPU	24,10 a	28,35 a	25,31 a	25,53 a	22,83 a	26,33 a
	TDZ	17,60 a	25,18 a	22,70 a	19,03 a	24,17 a	22,17 a
Ramsey	CPPU	18,99 a	26,77 a	24,90 a	25,17 a	20,23 a	28,06 a
	TDZ	20,56 a	24,50 a	25,61 a	21,52 a	26,66 a	24,56 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Longitud del brote principal y número de ramificaciones laterales

CPPU y TDZ. Para la longitud del brote principal no se registraron diferencias significativas entre las diferentes concentraciones de CPPU o TDZ aplicadas vía riego (Cuadro 22).

Asimismo, con la aplicación de ambos fitoreguladores de síntesis, no se observó una respuesta concluyente de aumento o disminución de la longitud del brote principal conforme al aumento de la concentración de CPPU o de TDZ (Figura 13 (a y b), Apéndice VII)

Cuadro 22. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre la longitud del brote principal (cm) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- cm ² ---					
Freedom	CPPU	79,30 a ¹	90,43 a	88,80 a	93,13 a	73,53 a	93,77 a
	TDZ	81,33 a	84,33 a	90,08 a	81,73 a	88,57 a	92,03 a
Harmony	CPPU	86,99 a	92,70 a	88,76 a	89,57 a	100,0 a	88,40 a
	TDZ	90,02 a	93,40 a	89,98 a	100,4 a	92,67 a	95,07 a
Ramsey	CPPU	97,83 a	87,97 a	99,75 a	100,2 a	89,97 a	100,6 a
	TDZ	95,43 a	88,97 a	101,1 a	90,60 a	103,3 a	91,33 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Del mismo modo, no se observó un efecto significativo en el número de ramificaciones laterales entre los tratamientos estudiados de CPPU o TDZ aplicados (Cuadro 23).

Considerando lo anterior, Intrieri *et al.*, (1993) determinaron que CPPU tiene una baja movilidad y que por ello las aplicaciones deben ser homogéneas y bien dirigidas ya que de lo contrario se pueden producir deformaciones en los distintos órganos de las plantas. Es por esta razón que al aplicarse los fitoreguladores de forma dirigida a las raíces, posiblemente el efecto específico sólo fue de localizado en este órgano, no produciéndose una translocación interna en la planta hacia la parte aérea. Finalmente, no provocando un efecto en el aumento en la longitud del brote, concordando con los resultados obtenidos en este ensayo.

Cuadro 23. Efecto de la aplicación foliar de CPPU y TDZ el número de ramificaciones laterales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- N° ramificaciones ---							
Freedom	CPPU	4,62 a ¹	3,36 a	4,61 a	3,91 a	3,78 a	4,43 a
	TDZ	3,33 a	3,61 a	4,17 a	3,26 a	4,02 a	4,39 a
Harmony	CPPU	3,43 a	4,15 a	3,13 a	4,55 a	4,72 a	3,35 a
	TDZ	4,24 a	4,65 a	4,10 a	4,97 a	4,47 a	4,66 a
Ramsey	CPPU	4,41 a	3,52 ab	4,67 a	5,17 a	4,15 a	4,84 a
	TDZ	4,29 a	4,13 a	5,23 a	3,99 a	5,26 a	4,20 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Longitud promedio de los entrenudos del brote principal

CPPU y TDZ. Según los resultados obtenidos, no observó una relación e interacción sobre la longitud de los entrenudos del brote principal con las distintas concentraciones aplicadas vía riego de CPPU o TDZ (Cuadro 24) (Figura 14 (a y b), Apéndice VII).

Cuadro 24. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre la longitud promedio de entrenudos del brote principal (mm) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- mm ---							
Freedom	CPPU	32,37 a ¹	37,00 a	33,70 a	32,63 a	38,07 a	31,50 a
	TDZ	38,93 a	42,89 a	41,09 a	39,47 a	38,90 a	39,19 a
Harmony	CPPU	37,20 a	42,93 a	40,30 a	36,17 a	41,37 a	40,73 a
	TDZ	38,20 a	43,01 a	37,30 a	41,17 a	44,07 a	37,93 a
Ramsey	CPPU	39,27 a	44,07 a	37,13 a	38,97 a	44,37 a	43,02 a
	TDZ	39,17 a	43,07 a	44,13 a	45,02 a	38,37 a	44,56 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Número promedio de los entrenudos del brote principal

CPPU y TDZ. Plantas tratadas con CPPU o TDZ no presentaron diferencias significativas en el número de entrenudos del brote principal entre las concentraciones estudiadas y plantas no tratadas para ninguno de los portainjertos utilizados (Cuadro 25).

Además, no se observó una respuesta o tendencia clara del número promedio de entrenudos acorde al aumento de la concentración de CPPU o de TDZ (Figura 15 (a y b), Apéndice VII).

Cuadro 25. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre el número promedio de entrenudos del brote principal en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- N° entrenudos ---							
Freedom	CPPU	22,67 a ¹	23,68 a	21,00 a	23,63 a	24,12 a	22,66 a
	TDZ	21,02 a	25,11 a	25,47 a	22,55 a	22,63 a	25,04 a
Harmony	CPPU	23,32 a	22,50 a	21,33 a	25,34 a	23,23 a	24,02 a
	TDZ	19,90 a	24,03 a	23,21 a	24,06 a	21,33 a	23,20 a
Ramsey	CPPU	20,01 a	23,56 a	23,33 a	20,02 a	24,44 a	22,34 a
	TDZ	19,34 a	18,67 a	23,07 a	22,45 a	20,32 a	21,69 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Número de hojas del brote principal

CPPU y TDZ. Al utilizar CPPU o TDZ no se observó un efecto significativo o una tendencia de las concentraciones aplicadas, sobre el número de hojas del brote principal en los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey (Cuadro 26) (Figura 16 (a y b), Apéndice VIII).

Al igual que en las evaluaciones anteriormente citadas, en que no se observaron efectos de las aplicaciones de CPPU o TDZ, tampoco se observó efecto alguno en el número de hojas del brote principal al aplicar las diferentes concentraciones de los fitoreguladores a través del riego. Las citoquininas aplicadas exógenamente, al ser compuestos bastante inmóviles, sólo ejercen efectos muy localizados, normalmente actúan en el órgano aplicado, o incluso en la zona del órgano en que fueron aplicadas (Soza *et al.*, 2008).

Cuadro 26. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre el número de hojas del brote principal en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- N° hojas brote ---							
Freedom	CPPU	16,67 a ¹	19,01 a	15,89 a	17,77 a	19,17 a	17,33 a
	TDZ	16,33 a	20,00 a	19,30 a	18,65 a	20,01 a	19,42 a
Harmony	CPPU	17,23 a	16,72 a	19,05 a	17,24 a	20,02 a	17,67 a
	TDZ	15,60 a	19,37 a	18,42 a	15,85 a	18,17 a	17,30 a
Ramsey	CPPU	15,93 a	19,18 a	17,43 a	18,22 a	16,17 a	17,14 a
	TDZ	17,01 a	15,52 a	19,10 a	17,67 a	16,33 a	18,45 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Número de hojas totales

CPPU y TDZ. La aplicación de las distintas concentraciones de CPPU y TDZ no afectaron el número de hojas totales en Freedom, Harmony y Ramsey (Cuadro 27) (Figura 17 (a y b), Apéndice IX).

Por otro lado, estadísticamente no se observó una interacción entre las concentraciones aplicadas y las citoquininas de síntesis CPPU y TDZ para cada portainjerto.

Cuadro 27. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU y TDZ sobre el número de hojas totales en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU y TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
--- N° hojas totales ---							
Freedom	CPPU	25,67 a ¹	24,01 a	28,00 a	21,64 a	27,03 a	23,36 a
	TDZ	18,98 a	23,07 a	23,67 a	19,88 a	21,33 a	24,69 a
Harmony	CPPU	22,02 a	27,50 a	25,33 a	24,10 a	26,33 a	26,67 a
	TDZ	19,67 a	21,68 a	20,33 a	23,12 a	27,10 a	20,36 a
Ramsey	CPPU	28,33 a	27,32 a	23,94 a	28,67 a	27,00 a	28,22 a
	TDZ	26,02 a	22,33 a	30,07 a	29,12 a	26,35 a	27,00 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Parte aérea peso fresco (PFA) y peso seco (PSA)

CPPU y TDZ. Tanto el peso fresco de la parte aérea (PFA) como el peso aéreo (PSA), con la aplicación de ambos fitoreguladores a través del riego, no mostraron una respuesta clara frente a las concentraciones de CPPU o TDZ aplicadas en los distintos portainjertos (Figura 18, Apéndice IX y Figura 19 (a y b), Apéndice X).

Esto a su vez, se ve reflejado en el Cuadro 28 y 29, en el cual no se observan diferencias significativas entre las concentraciones aplicadas con los testigos.

Cuadro 28. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU peso fresco aéreo (PFA) (g) y peso fresco aéreo (PSA) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
		0	2,5	5	10	15	20
Freedom	PFA	35,11 a ¹	33,52 a	47,50 a	46,42 a	41,40 a	44,01 a
	PSA	13,91 a	12,33 a	18,72 a	17,69 a	13,67 a	17,12 a
Harmony	PFA	37,70 a	30,90 a	36,72 a	45,09 a	40,91 a	38,26 a
	PSA	12,42 a	10,83 a	15,51 a	17,84 a	14,44 a	18,53 a
Ramsey	PFA	40,12 a	39,84 a	48,80 a	40,54 a	41,92 a	46,81 a
	PSA	16,82 a	14,10 a	20,91 a	18,76 a	14,42 a	16,83 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Cuadro 29. Efecto de la aplicación vía riego de TDZ peso fresco aéreo (PFA) (g) y peso fresco aéreo (PSA) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjerto Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
Freedom	PFA	33,33 a ¹	35,82 a	43,41 a	39,03 a	37,00 a	41,68 a
	PSA	12,40 a	12,99 a	18,30 a	15,23 a	13,33 a	16,41 a
Harmony	PFA	35,37 a	27,07 a	36,95 a	33,57 a	35,73 a	30,10 a
	PSA	12,23 a	9,10 a	13,97 a	11,23 a	11,73 a	10,47 a
Ramsey	PFA	36,53 a	44,43 a	42,33 a	40,20 a	39,03 a	40,53 a
	PSA	12,37 a	18,10 a	17,20 a	14,23 a	15,87 a	14,80 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (p -value > 0,05).

Área de raíces

CPPU. En el caso del presente estudio, de acuerdo a lo esperado, en Freedom, Harmony y Ramsey se observó una cierta tendencia a disminuir el área de raíces de manera inversamente proporcional al aumento de la concentración de CPPU (Figura 20 (a), Apéndice X).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es así como el mayor efecto de la inhibición del crecimiento de las raíces en los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey se observó al aplicar la concentración más alta de CPPU ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$). El resto de las concentraciones aplicadas fueron similares al testigo (Cuadro 30).

Cuadro 30. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU sobre área de raíces (cm^2) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) CPPU					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- cm^2 ---					
Freedom	465,87 b ¹	467,83 b	435,03 ab	444,10 ab	426,47 ab	335,83 a
Harmony	426,77 b	425,17 b	408,30 ab	417,13 ab	402,90 ab	328,87 a
Ramsey	455,87 b	445,88 ab	444,10 ab	447,03 ab	429,47 ab	397,17 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey ($p\text{-value} > 0,05$).

TDZ. De forma similar a lo ocurrido con CPPU, al aplicar TDZ (Figura 20 (b), Apéndice X), se observó una disminución en el área de raíces a medida que se aumentaban las concentraciones aplicadas.

Freedom y Ramsey obtuvieron mayores efectos de inhibición del área, desde una concentración de $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de TDZ. Ello indicaría que las aplicaciones de TDZ, en las concentraciones ensayadas afectan negativamente el crecimiento de raíces (Cuadro 31).

Finalmente, en Harmony de manera diferente, la aplicación de $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de TDZ, no afectó el crecimiento de las raíces. Sin embargo, aplicaciones superiores a esta concentración inhibieron el crecimiento.

En experimentos realizados por Cary *et al.*, (1995), donde aplicaron de manera directa las citoquininas sobre las raíces en una gran cantidad de especies, mostraron el efecto sobre la inhibición del crecimiento de la raíz. Esto concuerda con Murthy *et al.*, (1995) y Casanova *et al.*, (2004) en ensayos realizados en diversas especies que demuestran que la aplicación con distintas concentraciones de TDZ, inducen un pobre crecimiento, que se traduce por una menor elongación y menor grosor de raíces.

Estos resultados se deberían, a como se señala en otras investigaciones, que las citoquininas bloquearían los transportadores “PIN” de auxinas y de esa forma inhiben el crecimiento radicular inducido por auxinas (Perilli *et al.*, 2012).

Cuadro 31. Efecto de la aplicación vía riego de TDZ sobre área de raíces (cm²) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
	0	2,5	5	10	15	20
	--- cm ² ---					
Freedom	456,30 c ¹	370,67 ab	384,97 b	359,97 ab	356,53 ab	314,57 a
Harmony	436,22 c	443,17 c	333,97 ab	335,43 ab	305,80 a	326,83 ab
Ramsey	439,90 c	385,76 ab	398,51 b	379,07 ab	328,79 a	369,93 ab

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Peso fresco raíces (PFR) y peso seco raíces (PSR)

CPPU. Los portainjerto Freedom y Harmony, como respuesta a la aplicación de CPPU, presentaron una disminución significativa tanto del peso fresco de raíces (PFR) como del peso seco de raíces (PSR) con todas las concentraciones de CPPU aplicadas a partir de 2,5 mg·L⁻¹ (Cuadro 32) (Figura 21 (a y b), Apéndice XI) .

Por el contrario, Ramsey por ser quizás un portainjerto más vigoroso (Nicholas, 1997; May, 2001), el PSR y PSR se vio afectado negativamente sólo con la concentración más alta ensayada de CPPU (20 mg·L⁻¹).

Cuadro 32. Efecto de la aplicación vía riego de CPPU sobre peso fresco de raíces (PFR) (g) y peso seco de raíces (PSR) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) CPPU					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g---					
Freedom	PFR	14,20 c ¹	13,63 b	13,31 ab	12,40 ab	12,79 ab	9,31 a
	PSR	5,90 c	4,87 b	4,20 ab	4,27 ab	4,16 ab	3,19 a
Harmony	PFR	12,93 c	10,27 b	10,39 b	9,76 ab	9,70 ab	7,91 a
	PSR	5,33 c	3,73 b	3,43 ab	3,37 ab	2,83 ab	2,53 a
Ramsey	PFR	17,97 b	18,32 c	18,01 bc	16,01 ab	15,13 ab	10,87a
	PSR	6,44 bc	7,66 c	5,61 ab	5,77 ab	5,23 ab	2,99 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

TDZ. Según se observa en la Figura 22 (a y b), Apéndice XI, hubo una relación y comportamiento no lineal decreciente entre el peso fresco (PFR), peso seco (PSR) de las raíces y las concentraciones de TDZ para cada uno de los portainjertos.

Es así como se observó en los portainjertos Harmony y Ramsey como el PFR y el PSR fue afectado negativamente solo con la aplicación de 20 mg·L⁻¹ de TDZ (Cuadro 33).

Por su parte en Freedom se vio afectado de forma negativa desde la aplicación de 5 y más mg·L⁻¹ de TDZ.

Cuadro 33. Efecto de la aplicación vía riego de TDZ sobre el peso fresco de raíces (PFR) (g) y peso seco de raíces (PSR) (g) en plantas de uva var. Red Globe sobre los portainjertos Freedom, Harmony y Ramsey.

Portainjerto	Citoquinina	Concentración (mg·L ⁻¹) TDZ					
		0	2,5	5	10	15	20
		--- g---					
Freedom	PFR	12,91 c ¹	10,22 bc	8,23 ab	7,64 ab	8,66 ab	6,33 a
	PSR	5,34 c	3,51 bc	3,06 ab	2,87 ab	3,00 ab	2,71 a
Harmony	PFR	10,80 b	9,18 ab	6,83 ab	7,07 ab	6,91 ab	5,82 a
	PSR	3,53 b	3,57 b	2,60 ab	2,69 ab	2,53 ab	2,20 a
Ramsey	PFR	16,83 b	14,03 b	12,52 ab	12,41 ab	10,10 ab	9,83 a
	PSR	4,92 b	4,80 b	4,20 ab	4,27 ab	3,17 ab	3,03 a

¹Valores con letras minúsculas diferentes, difieren significativamente en sentido horizontal entre las concentraciones, según prueba de Tukey (*p-value* > 0,05).

Ensayos en *Cattleya mossiae*, se observó de manera generalizada que la aplicación de TDZ a concentración de 1 µM/L inhibió el desarrollo del sistema radicular, generando un menor peso (Torres y Mogollón, 2000; Huettelman y Preece, 1993), lo que concuerda también con lo reportado por Jordan *et al.*, (1993) en *Solanum muricatum*.

De manera similar, Beemster y Baskin, (2000), demostraron que las citoquininas exógenas inhiben la elongación de raíces, principalmente por la reducción del número de células en división y el tamaño de los meristemos.

Se puede inferir en términos generales, que posiblemente también hubo un efecto del vigor del portainjerto sobre el crecimiento de la raíz por un tema netamente genético, de los cuales se tiene referencia que Ramsey es un portainjerto vigoroso (Hedberg *et al.*, 1986; Southey, 1992; Aballay *et al.*, 1997; Smith, 2001) a extremadamente vigoroso (Ruhl y Walker, 1989; Archer, 2002). Por su parte, Muñoz y Gonzalez, (1997), en un estudio realizado en el comportamiento en Red Globe sobre diferentes aspectos de crecimiento, al injertar sobre Ramsey, este mostró un mayor vigor que los portainjertos Freedom, Harmony y Franco.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó esta investigación, se puede concluir que:

CPPU y TDZ aplicados vía aspersion foliar, inducen un aumento en el área de sección transversal de brote (ASTB), número de hojas totales, peso fresco aéreo (PFA) y peso seco aéreo (PSA).

CPPU y TDZ aplicados vía aspersion foliar, reducen el número de hojas del brote principal proporcional al aumento de las concentraciones.

CPPU aplicado vía aspersion foliar, estimula la longitud del brote principal a bajas concentraciones a diferencia de TDZ, el cual ejerce un efecto es inhibidor. Sin embargo, ambos fitoreguladores inducen un mayor desarrollo de brotes laterales a partir de cierta concentración.

CPPU y TDZ aplicados vía foliar y vía riego, no presentan relación con el aumento o disminución del número de entrenudos.

CPPU y TDZ aplicados vía riego, ejercen un efecto inhibidor sobre el crecimiento de la parte radicular.

CPPU y TDZ vía foliar o vía riego, presentan respuesta localizada directamente sobre el órgano aplicado, mostrando su baja movilidad dentro de la planta.

LITERATURA CITADA

- Aballay, E., R. Baetting y A. Vieira. 1997. Evaluación de la tolerancia de ocho portainjertos (Harmony, O39-16, Dogridge, C1613, Rupestris St. George, Ramsey, Kober 5BB, 420A) de vid (cvs Sultanina, Chardonnay) al nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.). *Aconex* 56:15-20.
- Allan, P., S. Tayler and M. Allwood. 1993. Lateral bud induction and effects of fungicides leaf retention and rooting of "Honey Goid" papaws. *Journal of the South African Society of Horticultural Science* 3: 5-8.
- Alvarado, H., J. Rodríguez, G. Calderon, y E. Cárdenas. 2000. El thidiazurón, la brotación floral y las dimensiones del ovario en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) 'Shiro'. *Agrociencia* 34 (003): 321-327.
- Antognozzi, E., F. Famiani, P. Proietti, A. Tombesi, F. Ferranti and G. Frenguelli. 1997. Effect of CPPU (cytokinin) treatments on fruit anatomical structure and quality in *Actinidia deliciosa*. *Acta Hort.* 444: 459-466.
- Archer, E. 2002. *Vitis* especies y rootstocks cultivars. University of Stellenbosh, Department of Viticulture and Oenology. 156p
- Arima, Y., K. Oshima and K. Seudo. 1995. Evolution of a novel urea-type cytokinin: horticultural uses of forchlorfenuron. *Acta Hort.* 394: 75-83.
- Arndt, F., R. Rusch, and H.V. Stifried. 1976. SN 49537, a new cotton defoliant. *Plant Physiol.* 57: 599.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2000. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Barcelona, España. 522 p.
- Beemster, G. and T. Baskin. 2000. Stunted Plant mediates effects of cytokinins, but not of auxin, on cell division and expansion in the root of *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 124: 1718-1727.
- Burch, L. y B. McGaw. 1993. Citoquininas. *In*: J. Azcon-Bieto y M. Talón (Ed). *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Barcelona, España. 581 p.
- Calderón, G. 2006. Producción forzada de zarzamora en México. *In*: III Simpósio nacional do morango, II Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul-Palestras. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p 67-78.

- Cary, A., W. Liu and S. Howell. 1995. Cytokinin action in coupled to ethylene in its effects on the inhibition of root and hypocotyls elongation in *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Plant Physiol.* 107: 1075-1082.
- Casanova, E., A. Valdés, B. Fernandez, L. Moyssel and M. Trillas. 2004. Levels and immunolocalization of endogenous cytokinins in thidiazurón induced shoot organogénesis in Carnation. *Plant Physiol.* 161: 95-104.
- Coletto, J. 1995. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. 2^{da} ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 128 p.
- Crandall, P., D. Allmendinger, J. Chamberlain and K. Biderbost. 1974. Influence of cane number and diameter, irrigation, and carbohydrates reserves on the fruit number of red raspberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:524-526.
- Cruz-Castillo, J., D. Elías, A. De los Santos y P. Torres. 1999. Aplicaciones de CPPU (citocinina) incrementan el crecimiento del cafeto en vivero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5(1): 59-62.
- Dale, A. 1986. Some effects of environment on red raspberry cultivars. *Acta Horticulturae* 183: 155- 161.
- Davila, W. 2011. Evaluación de la actividad hormonal de: Thidiazuron (TDZ), Thidiazuron con ácido α -Naftalen acético (TDZ /ANA) vs. 6 - Bencil amino purina (bap), 6 - bencil amino purina con ácido α -Naftalen acético (BAP /ANA); como inductores de brotes en la etapa de multiplicación a partir de yemas apicales de balsa (*Ochroma lagopus*). Tesis Ingeniero en Biotecnología. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí. 156 p.
- Dokoozlian, N. 2001. CPPU: A potential new plant growth regulator for California table grapes [en línea]. University of California. Grape notes. Disponible en: <http://cetulare.ucdavis.edu/pub/grapelst.htm>. Leído el 18 octubre del 2009.
- Fellman, C., P. Read and M. Hosier. 1987. Effects of thidiazuron and CPPU on meristem formation and shoot proliferation. *HortScience* 22(6): 1197-1200.
- Ferrante, A., D. Hunter, W. Hackett and M. Reid. 2002. Thidiazuron a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology* 25: 333–338.
- Fosket, D., M. Volk and M. Goldsmith. 1977. Polyribosome formation in relation to cytokinin-induced cell division suspension tissues cultures of *Glycine max* (L.) Merr. *Plant Physiology* 60: 554-562.
- Galindo, M., V. González, A. Muratalla, M. Soto y M. Livera. 2004. Producción forzada en zarzamora 'Comanche' mediante reguladores de crecimiento. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10: 205-209.

- Guevara, E. y V. Jiménez. 2006. Regulación hormonal del desarrollo de las plantas. *In*: E. Villalobos (Ed). Fisiología de la Producción de los Cultivos Tropicales. Fascículo I. Germinación y Crecimiento de la planta. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 33 p.
- Godoy, L., E. Héctor, B. Díaz, A. Chea y A. Torres. 2005. Efecto de los reguladores de crecimiento en la multiplicación *In Vitro* de *Mentha piperita* y *Mentha citrata*. Cultivos Tropicales 26(1): 73-75.
- Hazra, S., U. Metha and S. Barreto. 2004. Effect of thidiazurón in germination tamarind seedlings in vitro. Cell Dev Biol-Plant 40: 279-283.
- Hedberg, P., R. McLeod, B. Cullis, and B. Freeman. 1986. Effect of rootstock on the production, grape and wine quality of Shiraz vines in the Murrumbidgee irrigation area. Aust. J. Exp.Agric. 26: 511-516.
- Herrera, J., R. Alizaga y E. Guevara. 1994. Efecto del forclorfenuron sobre la ramificación y floración de China (*Impatiens balsamina*). Centro de Investigación de Granos y Semillas. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. Agronomía Costarricense 18(2): 211-216.
- Hopkins, W. 1999. Introduction to Plant Physiology. 2nd Edition. Wiley and Sons, Inc. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto. 512 p.
- Huetteman, C. and J. Preece. 1993. Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 33: 105-119.
- Intrieri, C., J. Filippetti, and S. Poni. 1993. Effects of CPPU on berry growth and ripening in seedless and seeded dessert cultivars. Riv. Fruit. Ort. 55(6):57-62.
- Jaiswal, S. and S. Sawhney. 2005. Correlation of epiphyllous bud differentiation with foliar senescence in crassulacean succulent *Kalanchoe pinnata* as revealed by thidiazuron and ethrel application. Journal of Plant Physiology 163: 717-722.
- Jensen, W. y F. Salisbury. 1988. Botánica. México. McGraw-Hill.762 p.
- Jordan, M., M. Obando; L. Iturriaga, A. Goreux and J. Velozo. 1993. Organogenesis and regeneration of some andean fruit species. Acta Horticulturae 336: 279-283.
- Liu, M., J. Ojiwara, N. Hakoda and I. Shimura. 1993. Effects of BA, TDZ, and CPPU on formation of adventitious shoots from callus derived from apple cotyledon. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 63(3):505-514.

Martínez- Castillo, B., J. Rodríguez de la O, J. Mascorro y J. Rodríguez. 2004. Inducción de brotes vía organogénesis directa y regeneración de Frijol var. "Flor de mayo". XX Jornadas de investigación. Universidad Autónoma Chipingo. México. 26 p.

Mok, M., D. Mok, D. Armstrong, K. Shudo, Y. Isogai and T. Okamoto. 1982. Cytokinin activity of N-Phenyl-N'-1,2,3-Thidizol-5-yl-urea (Thidiazuron). *Phytochemistry* 21 (7): 1509-1511.

Mondino, M. y O. Peterlin. 2004. Efecto de la aplicación de diferentes productos químicos en el mejoramiento de las condiciones de cosecha en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). INTA. RIA, 33 (3): 27-3.

Muñoz, I. y Gonzalez, H. 1997. Portainjertos: Clave para el futuro de la viticultura. Tierra Adentro. 21 p.

Murthy, B., S. Murch and P. Saxena. 1995. Thidiazuron-induced somatic embryogenesis in intact seedlings of peanut (*Arachis hypogaea*): Endogenous growth regulator levels and significance of cotyledons. *Plant Physiol.* 94: 268-276.

Nerí, D., R. Biasi, S. Tartarini, N. Sugiyama, R. Giuliani, S. Sansavini, and G. Costa. 1993. Sink strength as related to CPPU mobility and application site in apple and kiwifruit spurs. *Acta Hort* 329: 77-80.

Odepa, 2010. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Comercio exterior. Disponible en: <http://www.odepa.cl>. Leído el 25 de septiembre del 2009.

Odepa, 2012. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Comercio exterior. Disponible en: <http://www.odepa.cl>. Leído el 20 de Marzo del 2012.

Olivares, H. 2010. Sombra artificial y aplicación de thidiazurón en el crecimiento y fisiología de la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Colegio de posgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México. 83 p.

Perilli, P., R. Di Mambro, and S. Sabatini. 2012. Growth and development of the root apical meristem. *Current Opinion in Plant Biology* 2012, 15(1):17-23.

Reynolds, A.G., D.A. Wardle, C. Zurowski. and N.E. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and Thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potencial of four seedless grape selections. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117:85-89.

Retamales, J., T. Cooper, B. Bangerth y R. Callejas. 1993. Efecto de aplicaciones de CPPU y GA3 en el crecimiento y calidad de uva de mesa cv. Sultanina. *Revista Frutícola* 14 (3): 89-94.

- Ríos, S., J. Rodríguez y C. Medrano. 1997. Reguladores de crecimiento en la producción de frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) 'Autumn Bliss' productora de otoño. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41: 124-128.
- Ruhl, H. and R. Walker. 1989. Rootstock Effects on Grape Juice Potassium Concentration and pH. Seventh Australian Wine Industry Technical Conference. 78 p.
- Silva, M., H. Gámez, F. Zavala, B. Cuevas y M. Rojas. 2001. Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. Ciencia UANL 1: 69-75.
- Soza, J., C. Del Solar y D. Depallens. 2008. Efecto del CPPU(N-(2-cloro-4-piridil)-N-Phenylurea) y Thidiazuron((N'-phenyl-N'-(1,2,3-Thidiazol-5-yl)-urea), Drop^{mr}) sobre la calidad y condición en cosecha postcosecha en cvs.Thompson Seedless y Red Globe. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 13 p.
- Smart, D., L. Kocsis, A. Walker and C. Stockert. 2003. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. J. Plant Growth Regul. 21: 296-314.
- Smith, J. 2001. Physiological mechanisms underlying rootstock effects on scion vigour and yield in Shiraz grapevines. Final report of Project CSU 00/5. Grape and Wine Research and Development Centre. Geisenheim, Germany. 9 p.
- Southey, M. 1992. Grapevine rootstock performance under diverse conditions in South Africa. In : Wolpert, J., M. Walker, and E. Weber. Rootstock Seminar: A Worldwide Perspective. Reno, Nevada. 26 p.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant physiology. 3rd ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, EE.UU. 764 p.
- Tantarini, S., S. Sansavini, S. e M. Ventura. 1991. La citochinine nel controllo della fruttificazione del melo. Risultati di una nuova molecole: CPPU. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricolture 9: 51- 54.
- Thomas J. and F. Katterman. 1986. Cytokinin activity induced by Thidiazuron. Plant Physiology 81: 681-683.
- Tizio, R. 1980. Reguladores de crecimiento. In: Sivori, E., E. Montaldi y O. Caso. Fisiología vegetal. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 681 p.
- Torres, J. y N. Mogollón. 2000. Micropropagación de *Cattleya mossiae* Parker ex Hook mediante brotación axilar inducida por thidiazurón. Bioagro 12(1): 10-14.

Wang, S., M. Faust and M. Line. 1994. Apical dominance in apple (*Malus domestica* Borkh); the possible role of indole-3-acetic acid (IAA). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:1215-1221.

Wang, S., G. Steffens and M. Faust. 1986. Breaking bud dormancy in apple with a plant bioregulator Thidiazuron. Phytochem. 25: 311-317.

Weaver, R. 1976. Plant growth substances in agriculture. W.H. Feeman and company. San Francisco. EE.UU. 593 p.

Werner, T., V. Motyka, V. Laucou, R. Smets, H. Van Onckle and T. Schmulling. 2003. Cytokinin-deficient transgenic Arabidopsis plants show multiple developmental alterations indicating opposite functions of cytokinins in the regulation of shoot and root meristem activity. Plant Cell 15: 2532-2550.

Westwood, M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Mundi-Prensa. Madrid, España. 461 p.

APÉNDICE I

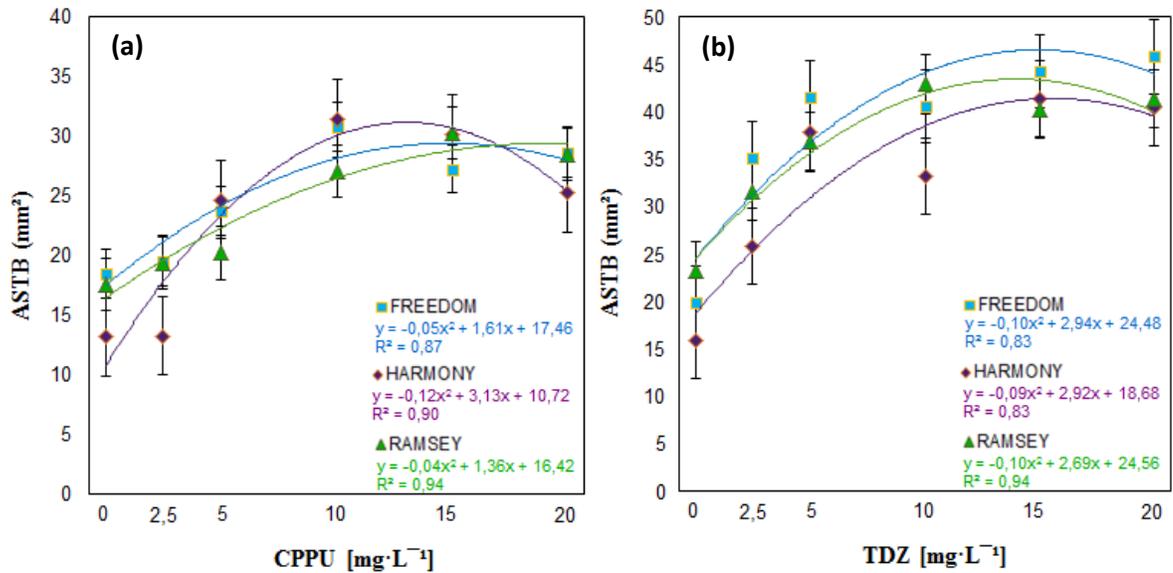


Figura 1. Relación del área de sección transversal de brote (ASTB) (mm²) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

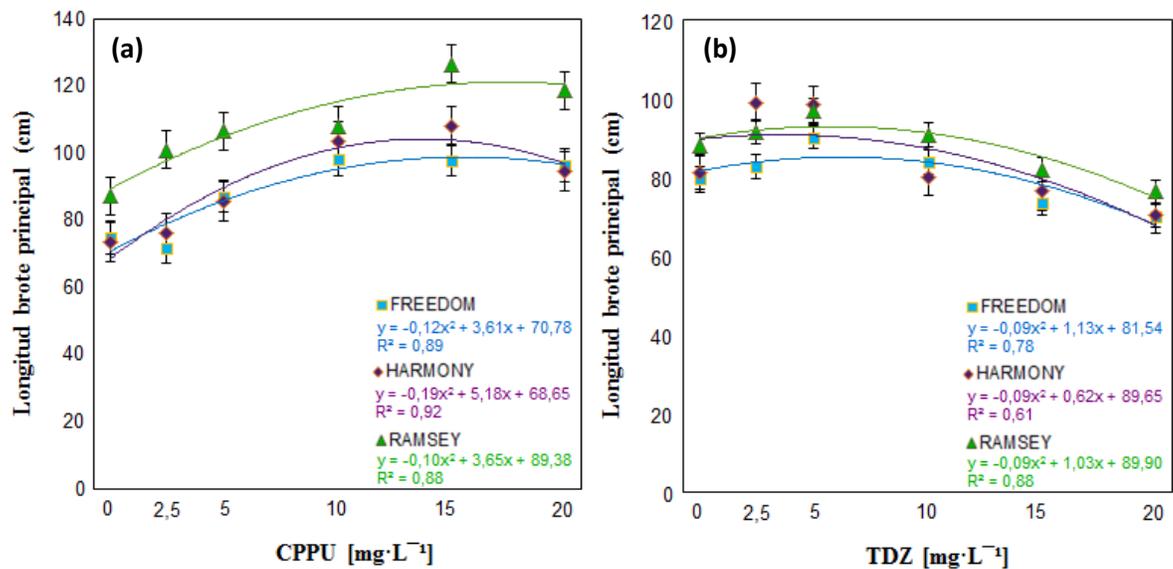


Figura 2. Relación de la longitud del brote principal (cm) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE II

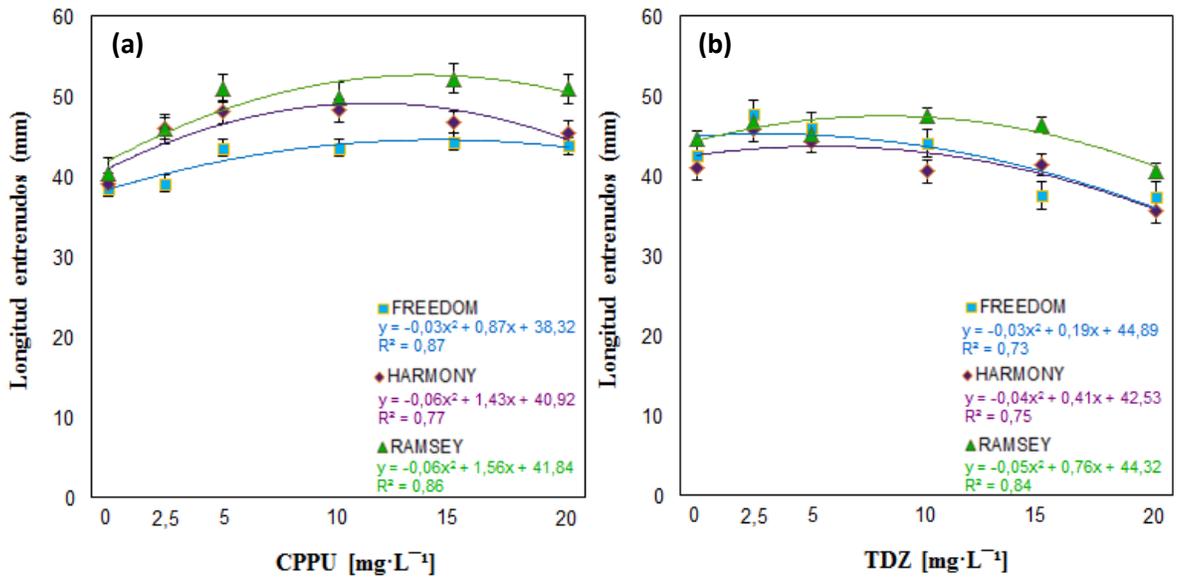


Figura 3. Relación de la longitud promedio de entrenudos del brote principal (mm) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

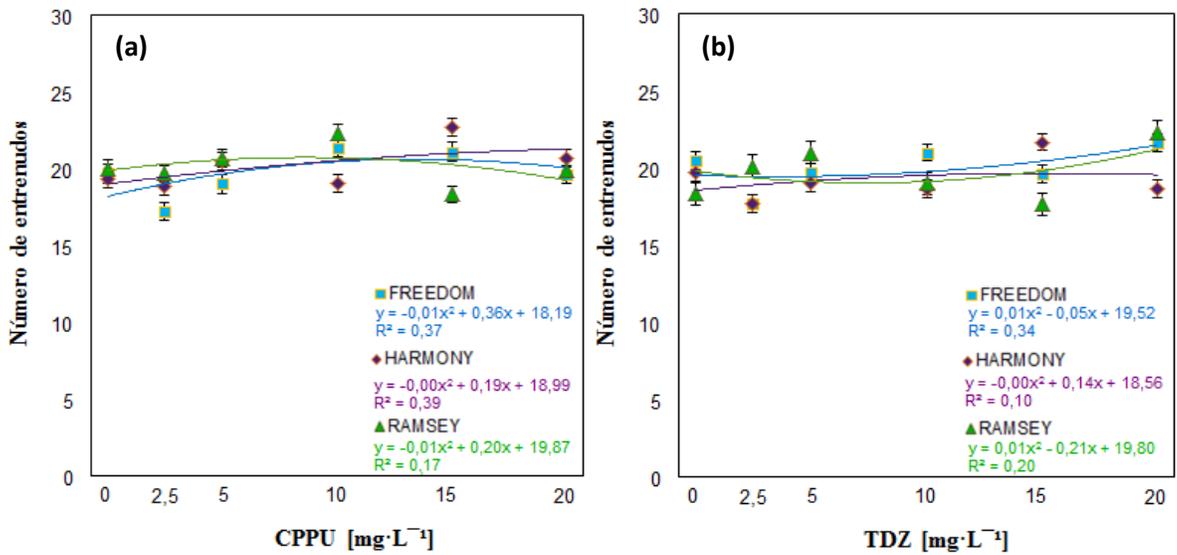


Figura 4. Relación del número de entrenudos del brote principal en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE III

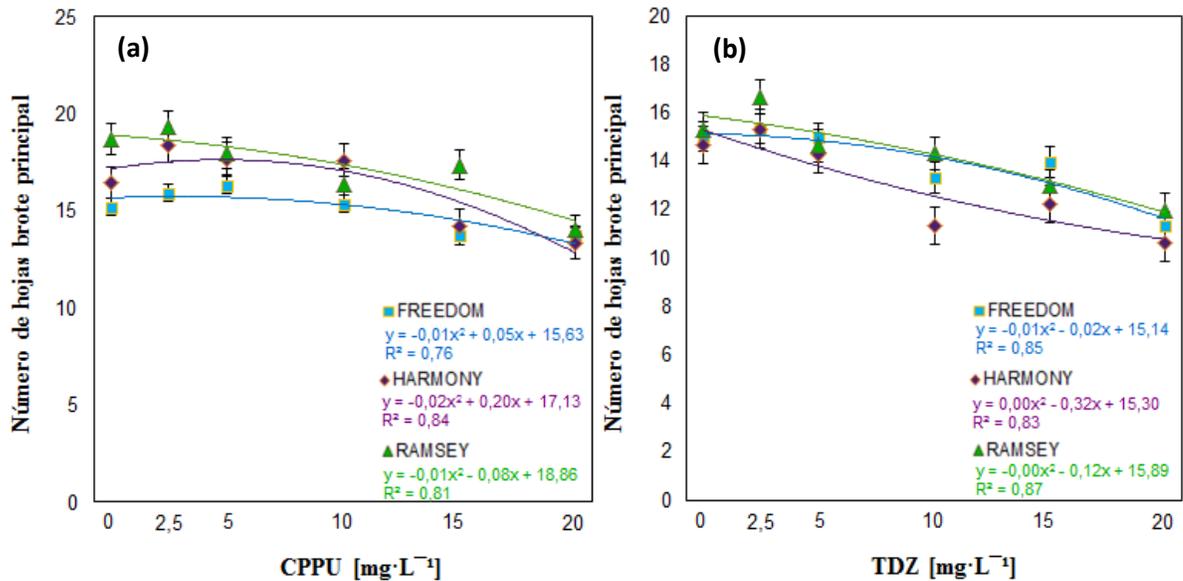


Figura 5. Relación del número de hojas del brote principal en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

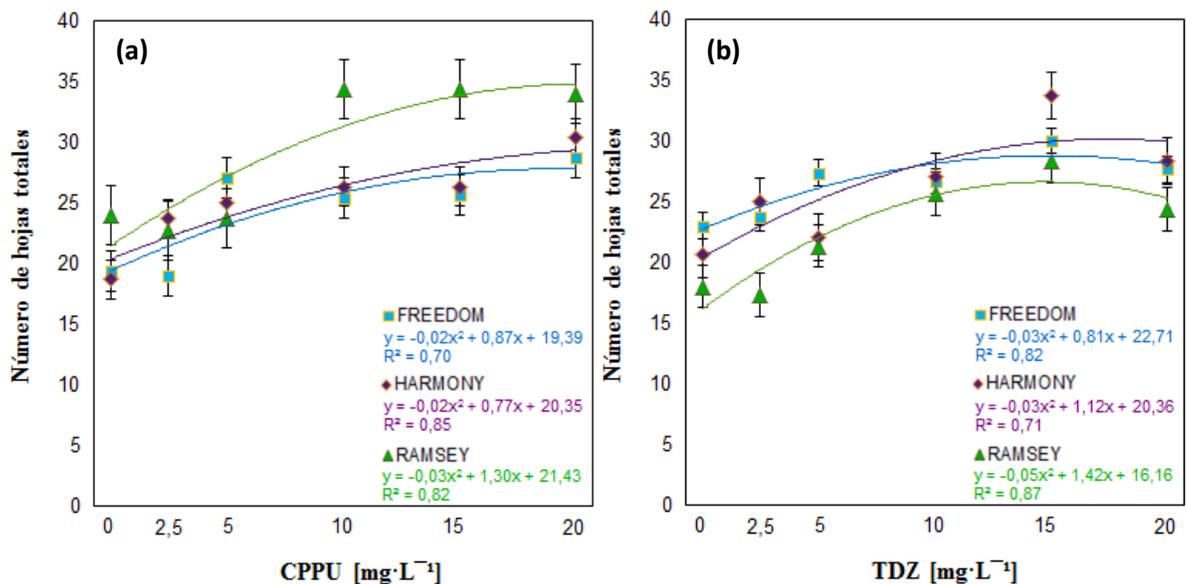


Figura 6. Relación del número de hojas totales en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE IV

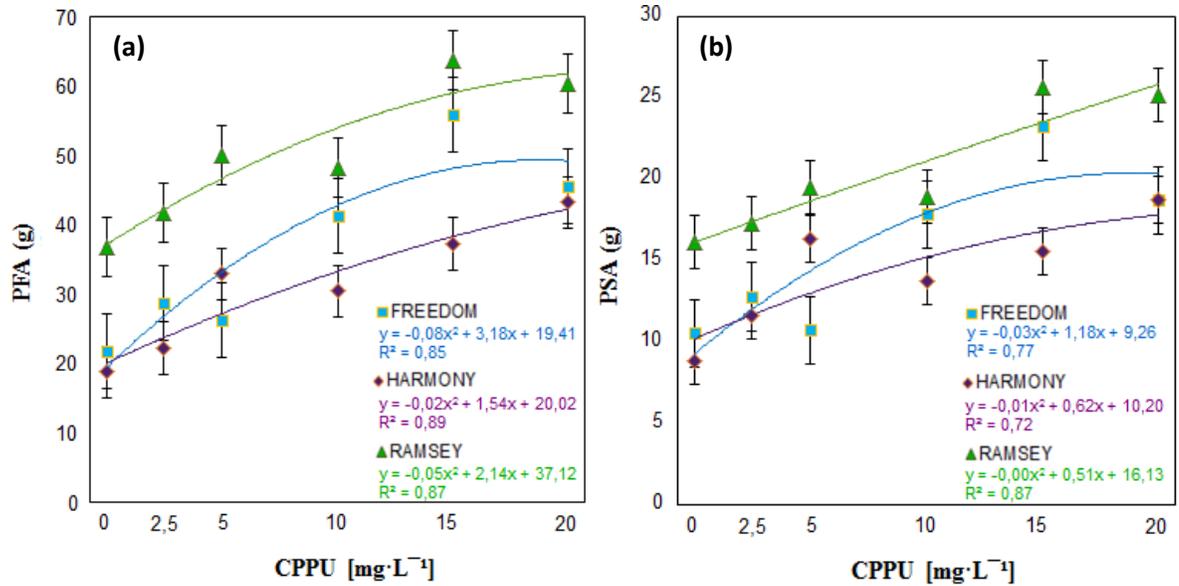


Figura 7. Relación del peso fresco aéreo (PFA) (a) y peso seco aéreo (PSA) (b) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, $n=3$, media \pm ES.

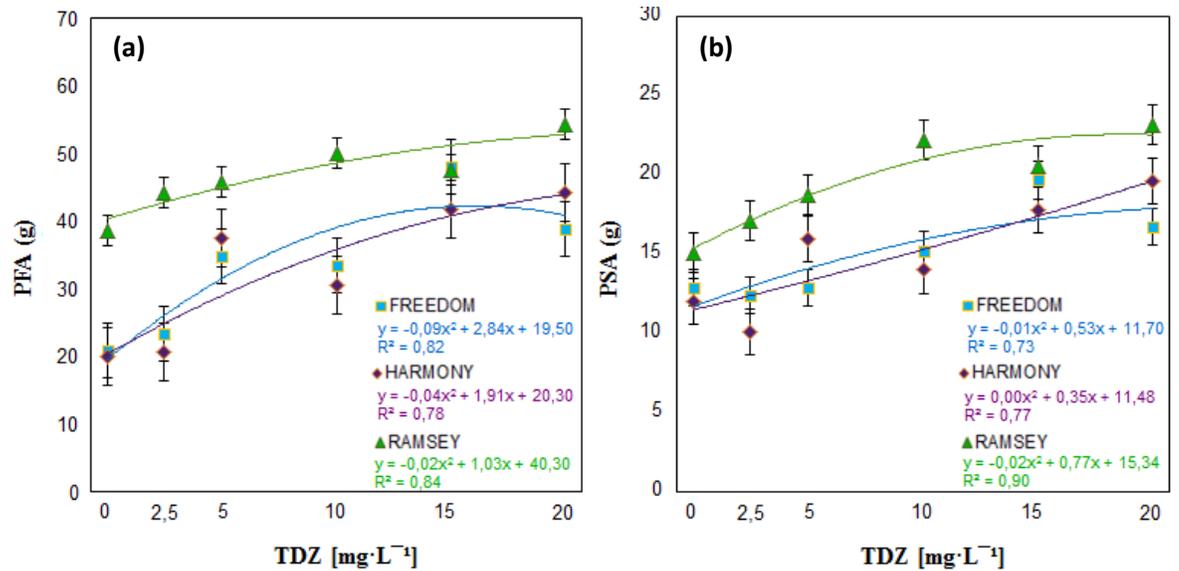


Figura 8. Relación del peso fresco aéreo (PFA) (a) y peso seco aéreo (PSA) (b) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de TDZ en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, $n=3$, media \pm ES.

APÉNDICE V

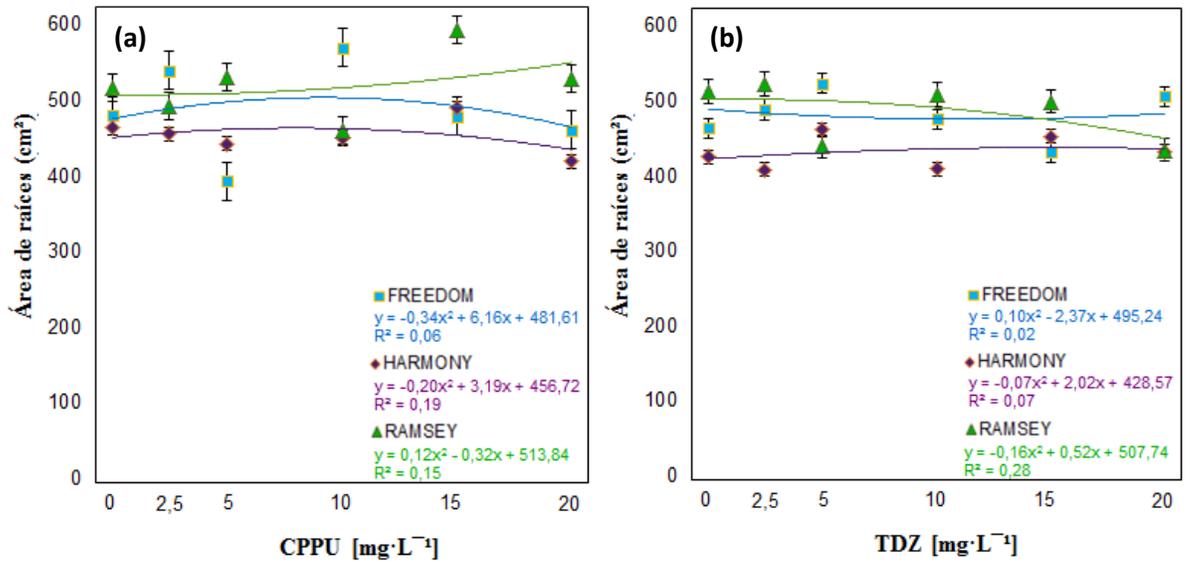


Figura 9. Relación del área de raíces (cm²) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

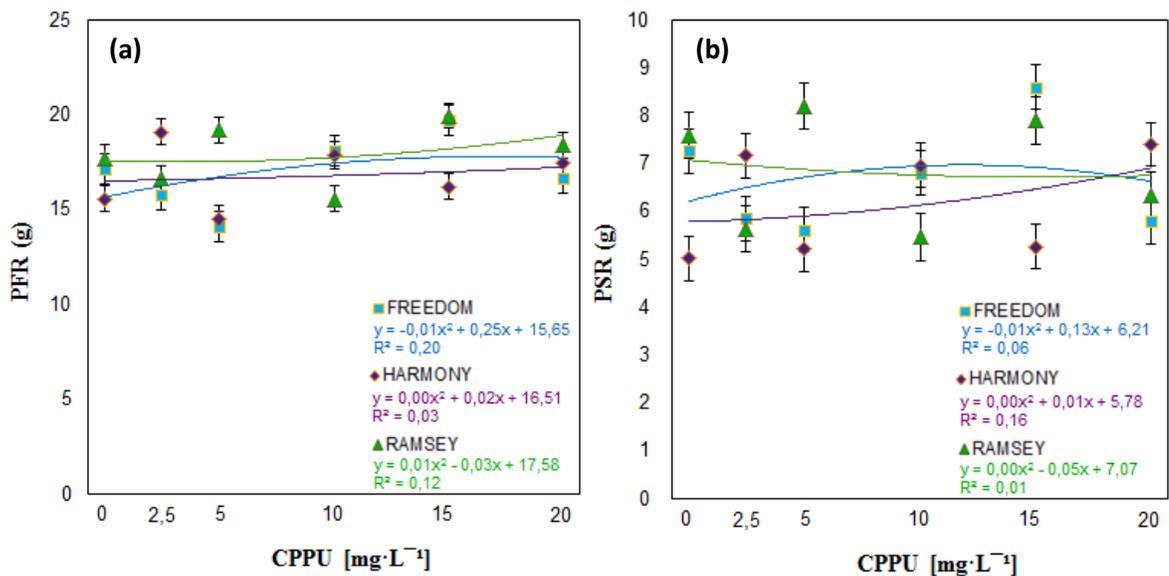


Figura 10. Relación del peso fresco de raíces (PFR) (a) y peso seco de raíces (PSR) (b) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de CPPU en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE VI

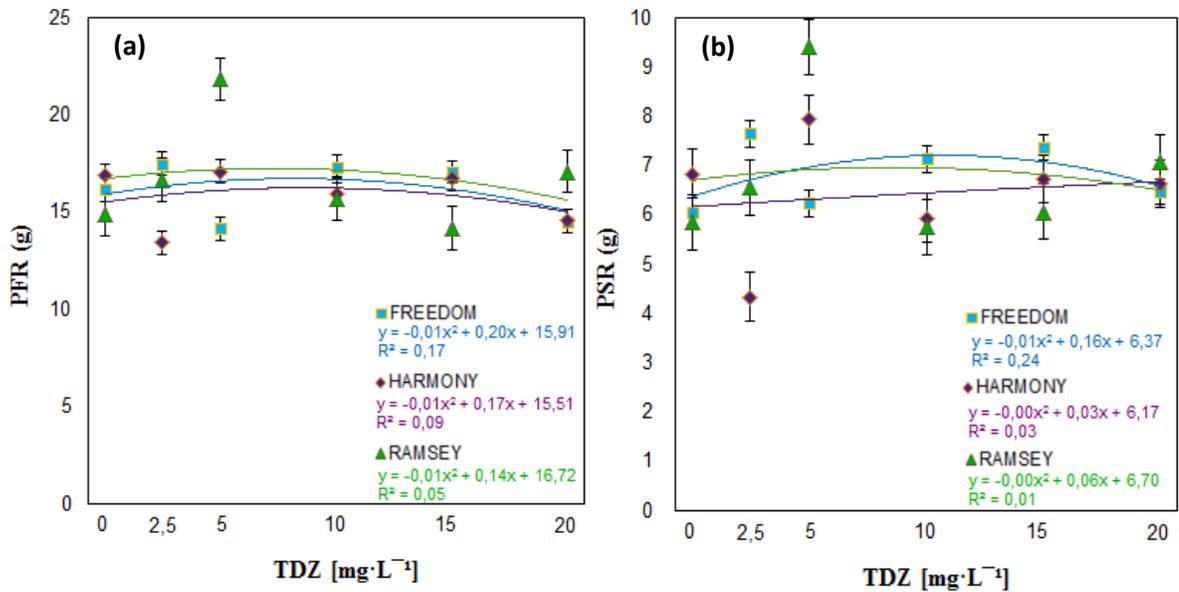


Figura 11. Relación del peso fresco de raíces (PFR) (a) y peso seco de raíces (PSR) (b) en función de las concentraciones aplicadas foliarmente de TDZ en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

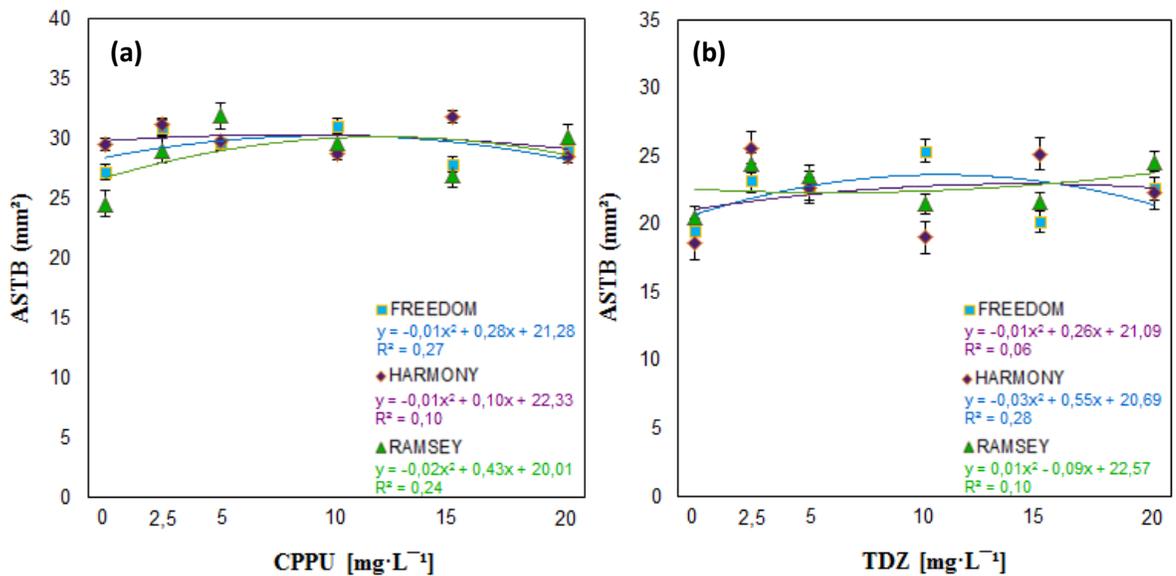


Figura 12. Relación del área de sección transversal de brote (ASTB) (mm²) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE VII

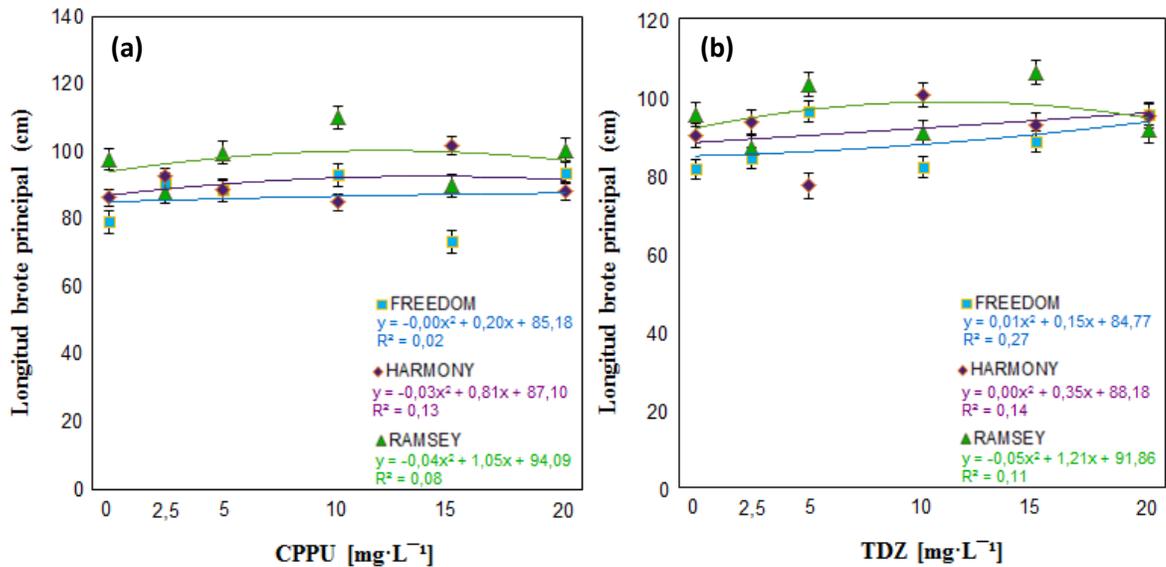


Figura 13. Relación de la longitud del brote principal (cm) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

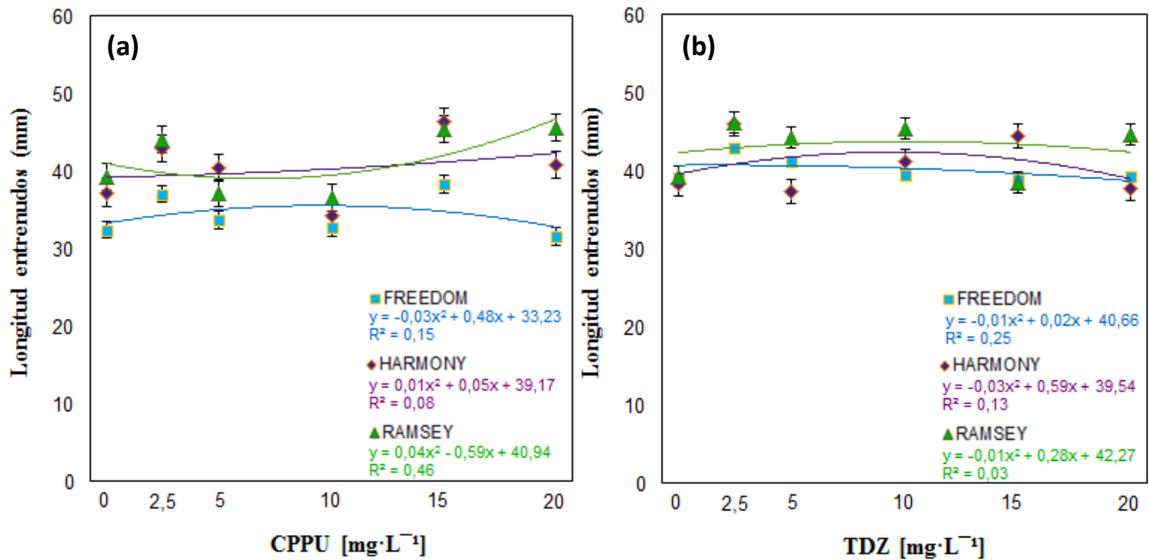


Figura 14. Relación del longitud promedio entrenudos brote principal (mm) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE VIII

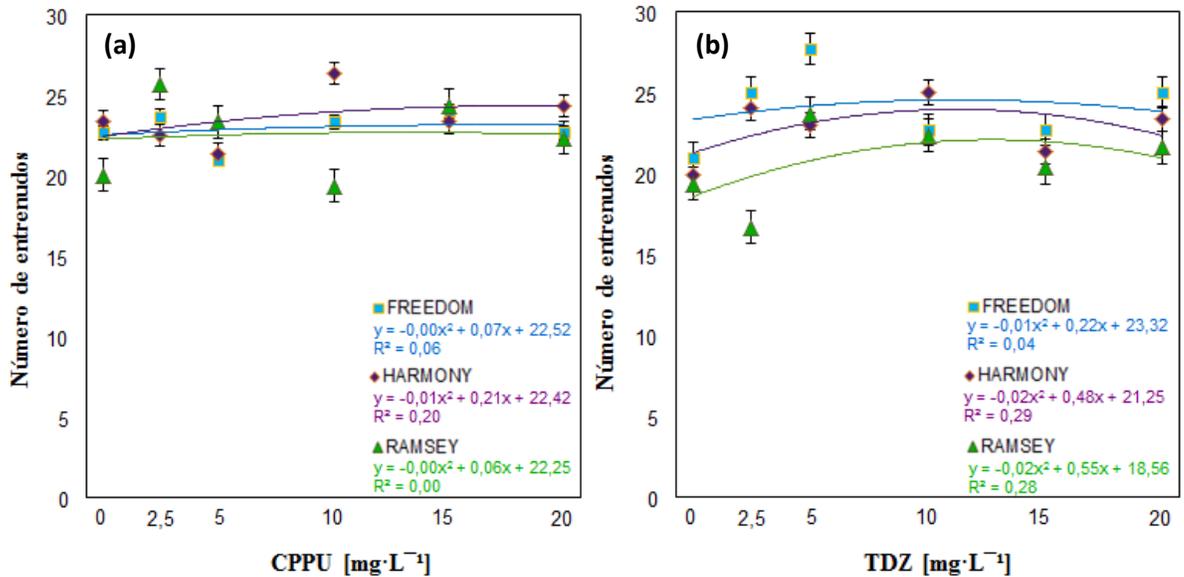


Figura 15. Relación del número promedio de entrenudos brote principal en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

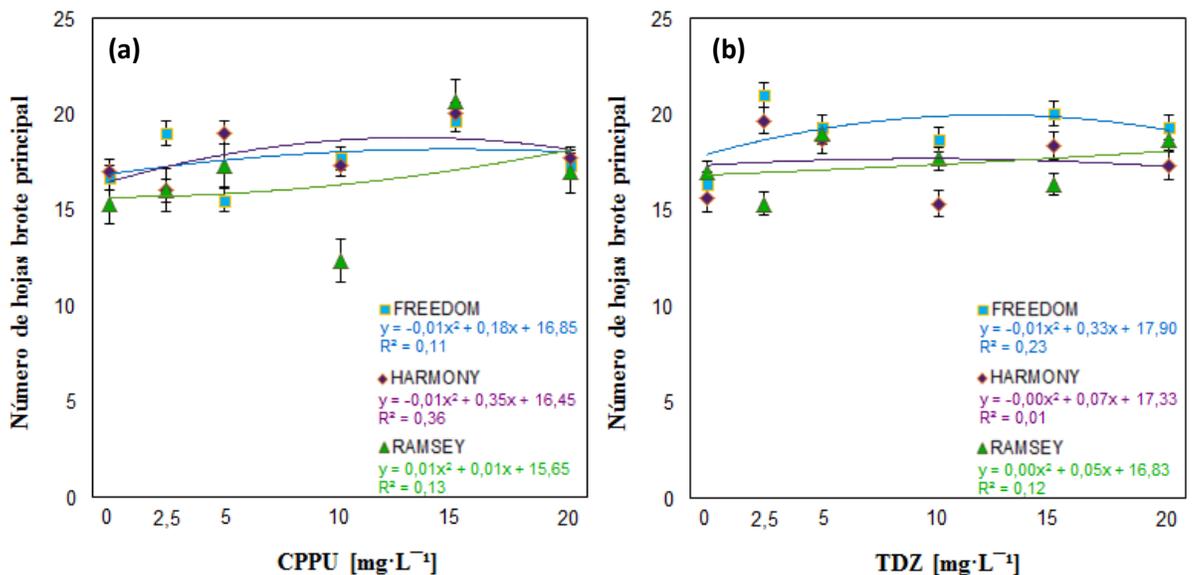


Figura 16. Relación del número de hojas del brote principal en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE IX

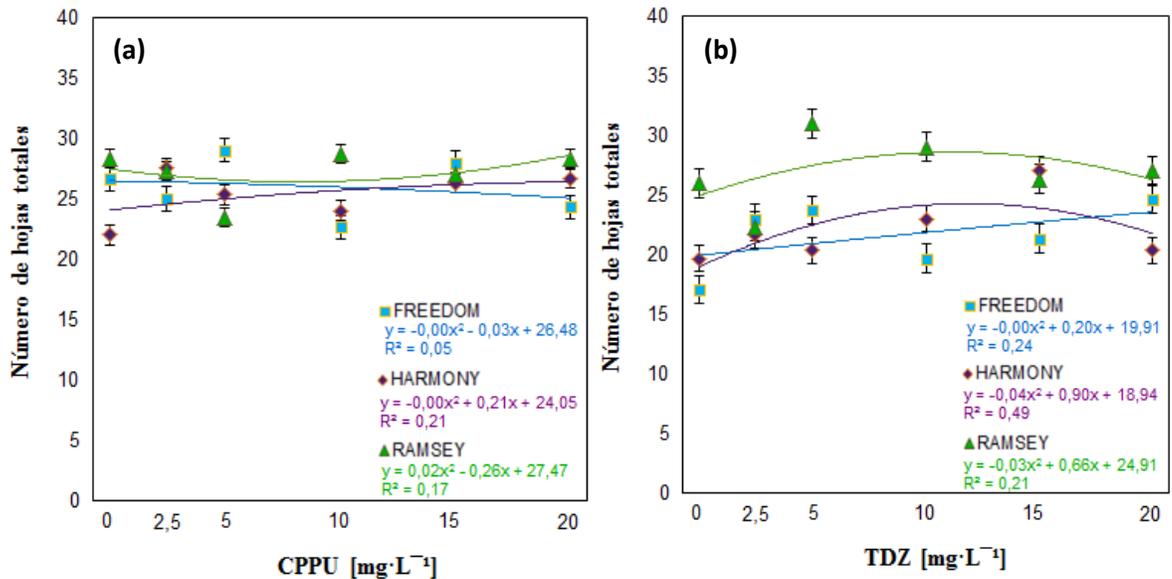


Figura 17. Relación del número hojas totales en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

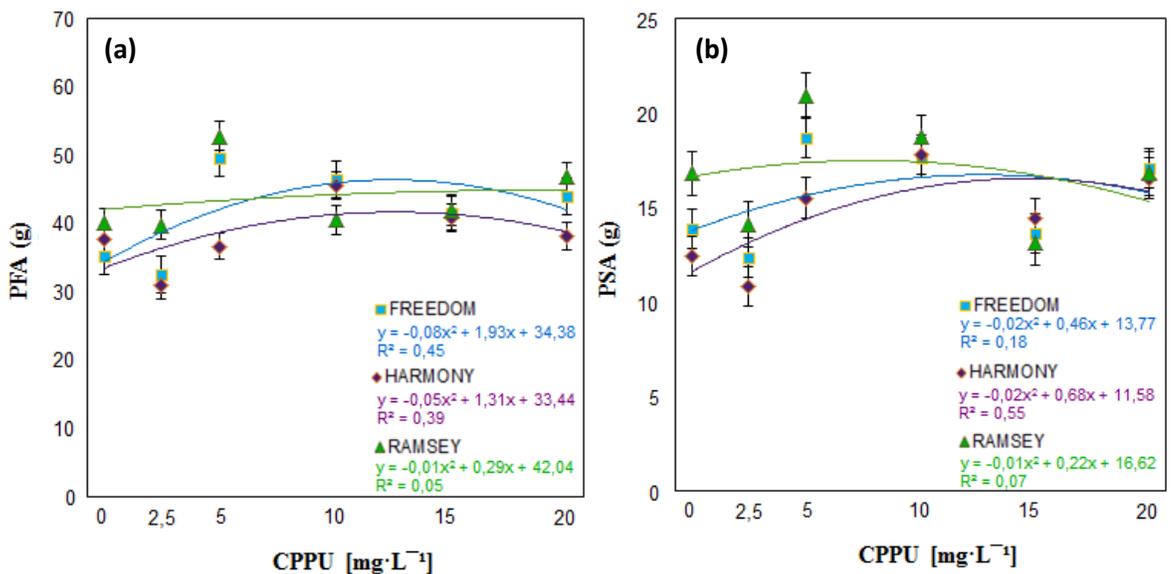


Figura 18. Relación peso fresco aéreo (PFA) (a) y peso seco aéreo (PSA) (b) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE X

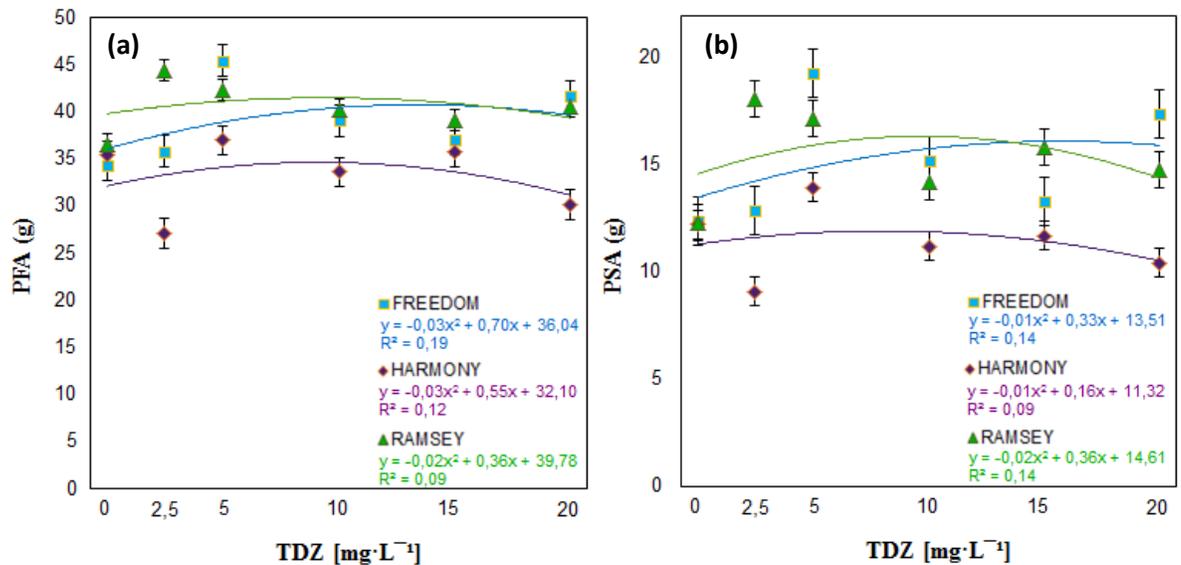


Figura 19. Relación peso fresco aéreo (PFA) (a) y peso seco aéreo (PSA) (b) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de TDZ en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

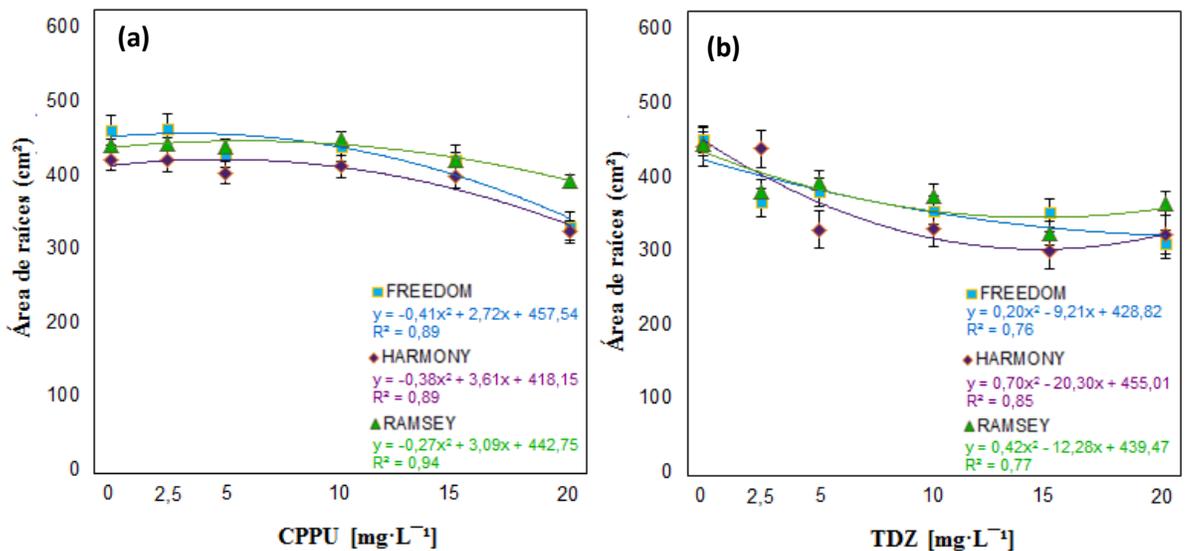


Figura 20. Relación del área de raíces (cm²) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU (a) y TDZ (b) en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

APÉNDICE XI

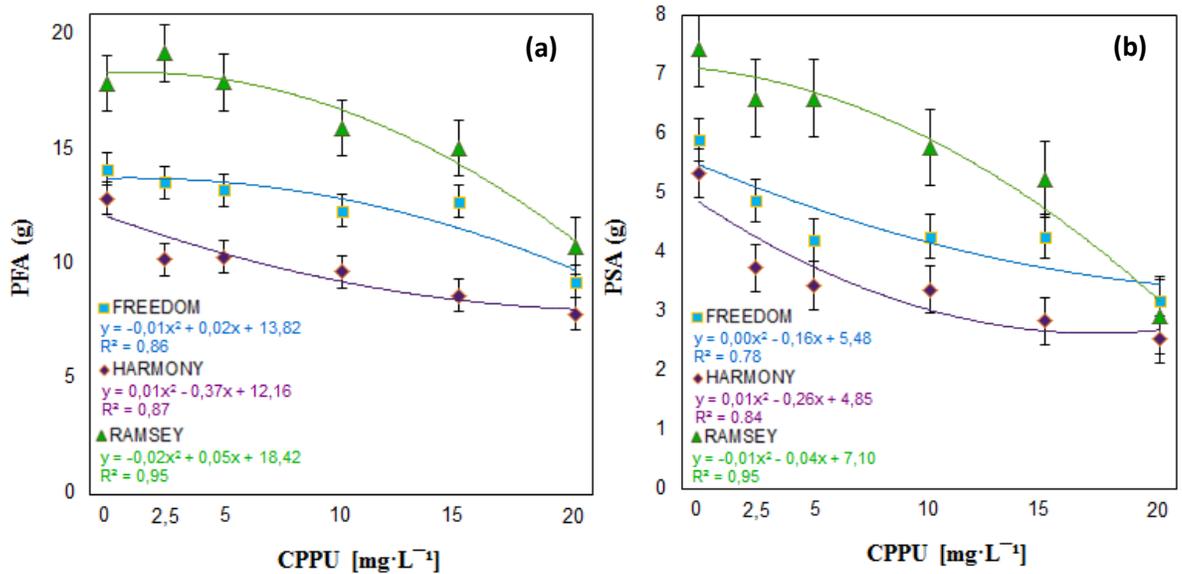


Figura 21. Relación del peso fresco de raíces (PFR) (a) y peso seco de raíces (PSR) (b) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de CPPU en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.

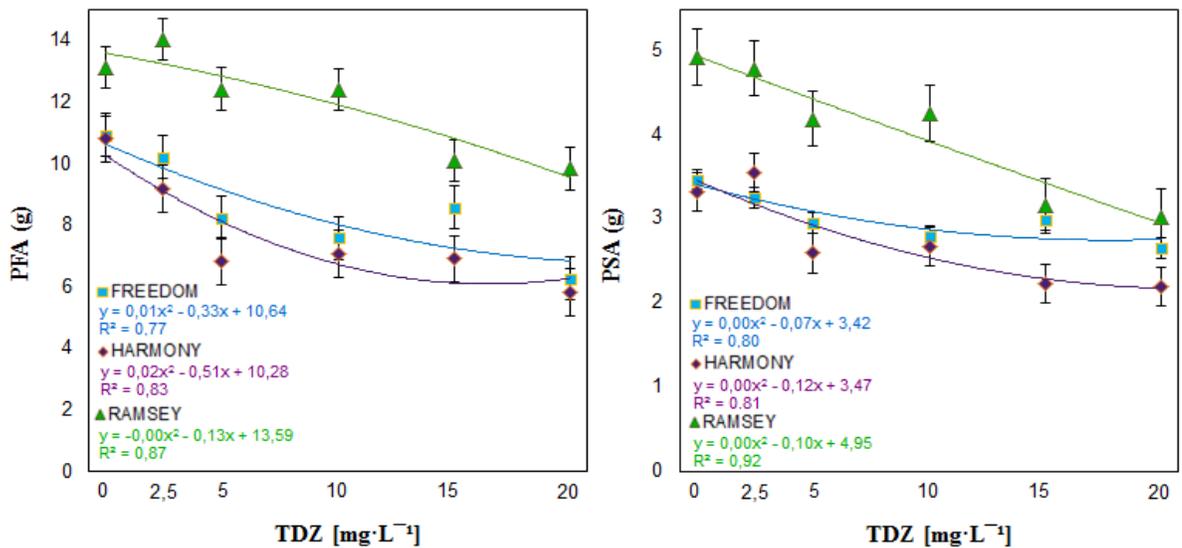


Figura 22. Relación del peso fresco de raíces (PFR) (a) y peso seco de raíces (PSR) (b) en función de las concentraciones aplicadas vía riego de TDZ en plantas de uva var. Red Globe sobre diferentes portainjertos, n=3, media ± ES.