

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“TRES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO (AG₃) Y CINCO DE THIDIAZURÓN (TDZ) EN EL RENDIMIENTO, CALIBRE Y MATERIA SECA DE PALTO 'HASS' (*Persea americana* Mill.)”

Presentado por:

MIGUEL ANGEL GUTIERREZ RODRIGUEZ

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“TRES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO (AG₃) Y CINCO DE THIDIAZURÓN (TDZ) EN EL RENDIMIENTO, CALIBRE Y MATERIA SECA DE PALTO 'HASS' (*Persea americana* Mill.)”

Presentado por:
MIGUEL ANGEL GUTIERREZ RODRIGUEZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Walter Apaza Tapia
PRESIDENTE

Dr. Jorge Escobedo Álvarez
ASESOR

Ing. Guillermo Parodi Macedo
MIEMBRO

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
MIEMBRO

Lima - Perú

2017

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Proceso de floración y cuajado del palto	3
2.1.1. Estados de desarrollo de las yemas	3
2.1.2. Floración	4
2.1.3. Cuajado de frutos	7
2.2. Crecimiento y desarrollo del fruto del palto	8
2.3. Maduración del fruto del palto	10
2.3.1. Índice de madurez	11
2.3.2. Calibres	11
2.4. Giberelinas. Su aplicación en palto	12
2.5. Citoquininas. Su aplicación en palto	13
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Ubicación del experimento y material vegetal utilizado	15
3.2. Materiales y equipos	15
3.3. Detalle de los ensayos. Metodologías y procedimientos	16
3.3.1. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG₃)	16
3.3.1.1. Tratamientos	16
3.3.1.2. Diseño experimental	16
3.3.1.3. Evaluaciones	16
3.3.2. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ)	17
3.3.2.1. Tratamientos	17
3.3.2.2. Diseño experimental	17
3.3.2.3. Evaluaciones	18

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	19
4.1. Ensayo 1: Aplicación de ácido giberélico (AG₃)	19
4.1.1. Rendimiento	19
4.1.2. Porcentaje de calibres	20
4.1.3. Contenido de materia seca	23
4.2. Ensayo 2: Aplicación de thidiazurón (TDZ)	26
4.2.1. Rendimiento	26
4.2.2. Porcentaje de calibres	28
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. BIBLIOGRAFIA	35
VIII. ANEXOS	41

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 Rendimiento en árboles de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) tratados con Ácido Giberélico.	19
Gráfico 2 Porcentaje de frutos de palta (<i>Persea americana</i> Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Ácido Giberélico.	22
Gráfico 3 Contenido de materia seca en frutos de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Ácido Giberélico.	24
Gráfico 4 Rendimiento en árboles de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) tratados con Thidiazurón.	27
Gráfico 5 Porcentaje de frutos de palta (<i>Persea americana</i> Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Thidiazurón.	30

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo: 1 Productos utilizados	41
Anexo: 2 Foto del Estado 8 de desarrollo de la yema (Fecha 20/08/14)	41
Anexo: 3 Foto de la primera aplicación de los tratamientos cuando aproximadamente el 50% de sus yemas se encontraban en estado de desarrollo E-8 (Fecha: 23/08/14)	42
Anexo: 4 Foto de la segunda aplicación de los tratamientos, 50 días después de la primera (Fecha: 12/10/14)	42
Anexo: 5 Costos de aplicación de los ensayos	43
Anexo: 6 Análisis estadístico N°1. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG ₃). Rendimiento	46
Análisis estadístico N°2. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG ₃). Porcentaje de calibres	47
Análisis estadístico N°3. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG ₃). Materia seca	51
Análisis estadístico N°4. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ). Rendimiento	55
Análisis estadístico N°5. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ). Porcentaje de calibres	57

RESUMEN

En el presente estudio se realizaron dos ensayos con el objeto de cuantificar el rendimiento, porcentaje de calibres obtenidos y contenido de materia seca a la cosecha en frutos de palto cv. 'Hass' en árboles que recibieron la aplicación de ácido giberélico (AG₃) y thidiazurón (TDZ) en dos momentos, la primera cuando aproximadamente el 50% de sus yemas se encontraron en el estado de desarrollo floral 8 (estado de coliflor) y la segunda 50 días después. En el primer ensayo, aplicación de AG₃, se evaluaron tres dosis de aplicación (10 ppm, 25 ppm y 50 ppm) más un testigo, el producto fue aplicado en forma foliar a cada árbol completo. Se encontró que todas las dosis de AG₃ presentaron diferencias estadísticas significativas respecto al testigo, aunque no entre sí, siendo la dosis de 10 ppm con la que se obtuvo el mayor rendimiento; por otro lado, los árboles que recibieron estos tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al porcentaje de calibres de los frutos producidos, además ningún tratamiento mostró diferencias estadísticas significativas, respecto al testigo, en la acumulación de materia seca a la cosecha. En el segundo ensayo, aplicación de TDZ, se evaluaron cinco dosis de aplicación (5 ppm, 12.5 ppm, 25 ppm, 50 ppm y 100 ppm) más un testigo. En cuanto al rendimiento se encontró que los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí y respecto al testigo siendo este último con el que se obtuvo mejor resultado, no obstante, en cuanto al porcentaje de calibres de los frutos producidos se encontró que los calibres 14, 12, 10 a menos fueron mayores en los árboles que recibieron las diferentes dosis de TDZ.

Palabras clave: ácido giberélico, thidiazurón, citoquinina, rendimiento, porcentaje de calibres, materia seca.

I. INTRODUCCIÓN

La palta es una de las frutas tropicales más populares del mundo por su alto valor nutritivo y sabor agradable. En nuestro país su cultivo se ha extendido rápidamente debido a las excelentes condiciones agroecológicas para la producción de éstos permitiendo su cultivo en costa, valles interandinos y selva central; además porque permite mantener una oferta de palta las diferentes épocas del año.

Tal es así que desde las primeras exportaciones de palta Hass, cuyo principal destino fue Europa, Perú ha crecido en superficie cosechada de 8,274 has el año 1999 a 25,750 has de palta el año 2013 (MINAG, 2014) de las cuales el cultivar Hass representa más del 60% (PROHASS, 2014)¹ y actualmente Perú está posicionado como el segundo exportador de palta Hass del mundo, después de México.

A pesar de todas las bondades comerciales el palto, al igual que otros frutales, tiene algunos problemas en la producción. Uno de estos problemas es la gran cantidad de fruta que se pierde luego de la polinización. Normalmente un árbol adulto produce entre 1 a 1.6 millones de flores de las cuales apenas cuaja 0.001% a 0.23% (Sedgley, 1980).

Por otro lado, los frutos de palta Hass, tienen el problema genético de ser relativamente pequeños en comparación con otros cultivares, como el Nabal y Zutano, pues en promedio su peso varía aproximadamente entre 160 y 320 gramos (Jaque, 2005), lo cual trae problemas para la exportación debido al rechazo del consumidor frente a una fruta muy pequeña, lo que perjudica las expectativas económicas de los productores. Algunos factores externos como el clima y labores de manejo del cultivo pueden acentuar o moderar la tendencia genética del cultivar a producir fruta pequeña y por eso es que muchos esfuerzos están orientados a implementar técnicas de manejo adecuadas para cada zona productora que permita incrementar el calibre de la fruta. El tamaño final también se ve afectado fuertemente por la competencia de fotoasimilados, así pues, en un año de baja producción se obtienen frutos de mayor tamaño debido a la menor competencia de los frutos (Whiley y Saranah, 1992).

Este inconveniente, de obtener fruta pequeña, se presenta también en algunos países productores, como en Sudáfrica, donde se considera que solo entre 5 y 20 por ciento de la

¹Asociación de Productores de Palto Hass del Perú. exportable; pues el resto no llega a cumplir con los

estándares de calidad que se les pide, entre ellos, el calibre, terminando así en el mercado interno (Cowan, 1997)

En el palto el principal índice de cosecha es el contenido de aceites, cuyo contenido mínimo necesario para poder cosechar los frutos varía entre las diferentes zonas productoras y entre variedades. En consecuencia, una cosecha anticipada, con un bajo contenido de aceites, da lugar a frutos con presencia de fibras en la pulpa y aspecto arrugado, mientras que una cosecha demasiado tardía da lugar a frutos de corta vida post cosecha, maduración irregular, alto contenido de aceite, mediocre calidad gustativa y anticipada germinación de la semilla (Galán, 1990; citado por Pérez de los Cobos, 2012).

Para nuestras condiciones, una cosecha temprana de palta Hass con un nivel adecuado de aceites, tendría múltiples efectos positivos para los productores, el principal de ellos es a nivel comercial pues permitiría tener una oferta temprana de palta. Bajo nuestro escenario comercial esta situación resultaría en lograr mejores precios de venta.

Es así que el cultivo del palto Hass representa un gran desafío tanto a nivel productivo como comercial, considerando la gran competencia que se establece en los mercados internacionales, lo que obliga cada vez más a llegar a ellos con fruta de mejor calidad para mantener e incrementar nuestra participación como importantes abastecedores de este producto en dichos mercados.

En vista que los factores mencionados afectan directamente la producción del palto Hass es importante su estudio.

Como objetivo general se plantea determinar el efecto directo de la aplicación de AG₃ y TDZ sobre el rendimiento, calibres y acumulación de materia seca de frutos en plantas de palto 'Hass' (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones de Quilmaná – Cañete.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Proceso de floración y cuajado del palto

El palto, como unidad botánica individual, al igual que la mayoría de árboles perennes presenta un periodo de juvenilidad, durante sus primeros años, en los que no florece. Este periodo es muy variable entre los distintos cultivares, sin embargo en las plantaciones comerciales de Hass, en las que la variedad se encuentra injertada sobre un porta-injerto, se pueden observar las primeras inflorescencias incluso al año de ser trasplantadas a campo definitivo.

Durante la floración tienen lugar los procesos de polinización, fecundación y cuajado del fruto; y tras ellos, el fruto inicia su crecimiento. El cuajado del fruto es una fase de transición entre el ovario de la flor y el fruto en desarrollo, es el conjunto de cambios iniciales que experimenta una flor hasta convertirse en fruto.

2.1.1. Estados de desarrollo de las yemas

Salazar *et al.*, (1998) señala que existen once estados secuenciales, macroscópicos, durante el desarrollo de una yema. Son los siguientes:

Estado 1: Yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote.

Estado 2: Yema cerrada y puntiaguda. Las dos últimas hojas están expandidas y maduras.

Estado 3: Yema cerrada y puntiaguda. Senescencia parcial de las escamas de la yema.

Estado 4: Escamas separadas. Expansión de las brácteas de la inflorescencia hacia todos los lados de la yema.

Estado 5: Aumento del tamaño de la yema. Escamas separadas.

Estado 6: Yema redondeada. Solo las bases de las escamas exteriores permanecen. Presencia de brácteas de inflorescencia que la protegen.

Estado 7: Las brácteas de la inflorescencia se abren. La inflorescencia empieza a emerger.

Estado 8: Elongación de los ejes secundarios (estado coliflor). Los ejes terciarios todavía están cubiertos por sus brácteas. Se observan flores pequeñas sin abrir.

Estado 9: Elongación de ejes terciarios. La cima de flores es evidente. La yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada es visible.

Estado 10: Las flores están completamente diferenciadas pero cerradas.

Estado 11: Antesis. Rompimiento de la yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada; se inicia el flujo vegetativo.

2.1.2. Floración

El palto, al igual que la mayoría de plantas leñosas, no es sensible al fotoperiodo, es decir, la floración se presenta de manera independiente a la duración del día. Una de las principales diferencias entre el palto y las plantas fotoperiódicas es el lugar en el que ocurre la Inducción Floral que en estas últimas ocurre en las hojas como respuesta al estímulo luminoso mientras que en el palto es un proceso muy complejo que ocurre principalmente a nivel de yema. La floración comienza después de un corto periodo de baja actividad del árbol donde se produce el máximo periodo de acumulación de reservas (Whiley, 1990), las cuales van declinando progresivamente durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos (Scholefield *et al.*, 1985)

El proceso de floración del palto comienza a partir de la Inducción Floral, la cual se caracteriza por ser el proceso mediante el cual las yemas, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. Es el evento en el que se activa la transcripción de genes de la floración, lo cual ocurre antes de la iniciación floral (Davenport, 1986).

La iniciación floral es la primera expresión fisiológica e histológica del estado inducido de la yema que comienza con un incremento de la actividad mitótica en el ápice del brote, usualmente esto se acompaña de cambios histoquímicos en la distribución del ARN, densidad

de ribosomas, síntesis de proteínas y actividad enzimática (Davenport, 1986). La determinación a floración ocurre cuando en el ápice del brote se dan los eventos para determinarlo hacia el crecimiento reproductivo, lo cual resulta en un cambio en el desarrollo del ápice del brote de tal forma que éste se determina a floración. En esta etapa, el ápice cambia del estado vegetativo al estado reproductivo y después de algún punto subsecuente en el desarrollo, el proceso es irreversible (Salazar-García, 2000; citado por Teliz, 2000).

La diferenciación floral es la manifestación externa o cambio morfológico de la yema; es la formación y presencia de las partes de la inflorescencia y/o de la flor (Wilkie *et al.*, 2008; citado por Romero, 2012). Los mecanismos o cambios moleculares involucrados en los procesos de desarrollo desde la inducción hasta la determinación de un ápice hasta un estado de morfogénesis floral todavía no son bien entendidos (Salazar-García, 2000; citado por Teliz, 2000).

Estos procesos involucran la recepción del estímulo ambiental, la señalización hasta los puntos de transformación y la transcripción y expresión de genes de identidad floral. Esta transformación, además depende de la importación de carbohidratos y la sincronía con los niveles hormonales endógenos (Cowan *et al.*, 2001).

Las flores del palto nacen sobre inflorescencias muy ramificadas llamadas panículas, las cuales albergan un número variable de flores que en promedio pueden ser de 100 a 500. Estas flores son hermafroditas, es decir, presenta estructuras sexuales masculinas y femeninas, sin embargo se comportan como unisexuales. Esto significa que las estructuras masculinas y femeninas no maduran en forma simultánea. Cada una de las flores abren dos veces y en cada oportunidad con solo uno de sus sexos funcionales, siendo la primera apertura siempre como femenina, por ello recibe el nombre de Sincronía Dicogámica Protoginea (Escobedo, 1995).

Este comportamiento floral consiste que en un momento dado durante la floración, todas las flores abiertas de un cultivar estarán funcionando como femeninas y en otro momento, todas las flores abiertas de ese mismo cultivar se encontrarán funcionando como masculinas. En base a esto las variedades se han clasificado en dos grupos: A y B.

Los cultivares tipo A, abren al estado femenino por la mañana y actúan como masculino por la tarde del día siguiente. Por el contrario, las variedades tipo B abren como femeninas por

la tarde y como masculinas en la mañana del día siguiente (Salazar-García, 2000; citado por Teliz, 2000). En este contexto, se sabe que el palto Hass tiene comportamiento floral tipo A.

El palto tiene dos tipos de inflorescencias: determinadas e indeterminadas. En las determinadas, el meristemo del eje primario forma una flor terminal. En cambio, en las indeterminadas, se forma una yema en el ápice del eje primario que continúa con el crecimiento vegetativo (Berrios, 2011). La mayoría de las inflorescencias que produce el palto son indeterminadas, las que terminan con una yema vegetativa que raramente forma una nueva inflorescencia durante la misma campaña (Reece, 1942; citado por Teliz, 2000) porque la siguiente si forma una nueva. Las inflorescencias indeterminadas, en su mayoría son producidas por las yemas apicales y las determinadas por las yemas axilares.

Bajo nuestras condiciones de costa central la floración del palto Hass puede empezar desde otoño y prolongarse hasta finales de primavera. Normalmente se observan hasta tres floraciones. La primera, conocida como “flor loca”, ocurre durante el otoño (abril, mayo) y ocurre con mayor frecuencia en plantaciones jóvenes o en campos que vienen de un año de baja producción, generalmente esta flor no cuaja y es considerada como un gasto energético innecesario para las plantas. La segunda floración, conocida como “flor adelantada”, ocurre durante el invierno (julio, agosto), si durante este periodo se dan condiciones de clima cálido, esta flor puede cuajar y se podrá obtener fruta temprana; esta no representa más del 20% del total. La tercera floración, conocida como “floración principal del palto”, ocurre durante la primavera (setiembre a noviembre) (Berrios, 2011).

2.1.3. Cuajado de frutos

La polinización consiste en la transferencia del polen de la antera al estigma del pistilo (Poehlman, 2003). El proceso de fertilización en paltos, al igual que en otros cultivos, comprende el desarrollo del tubo polínico que penetra dentro del saco embrionario del ovario y ocurre la doble fertilización, un espermio fertiliza la ovocélula y el otro espermio fertiliza al núcleo polar diploide. El éxito de la fertilización depende de la viabilidad del polen

depositado en el estigma y del régimen de temperatura favorable para el proceso (Gazit y Degani, 2007).

Luego de culminado el proceso de fertilización tiene lugar el cuajado. Según Lovatt (1997), la temperatura ideal para un cuajado exitoso fluctúa entre 20 y 25°C. En este rango se produce un traslape de varias horas entre las fases femenina y masculina de las flores, la actividad de las abejas es máxima y la tasa de germinación del polen y crecimiento del tubo polínico son altas.

Los frutos de palto que no logran cuajar se dividen en dos grupos, los frutos provenientes de flores polinizadas, pero en las que no se alcanzó la fertilización, y los frutos provenientes de flores en las que tanto la polinización y la fertilización ocurrieron, resultando en el desarrollo del embrión y la semilla. (Lovatt, 1997).

El proceso de abscisión de los frutos de palto, para nuestras condiciones de clima subtropical, se da en dos periodos. La primera se da a finales de primavera/inicio de verano (al término del periodo de floración), siendo esta caída la más significativa. La segunda se da luego de tres a cuatro meses con frutos que presentan entre 50 y 100 gramos (Gazit y Degani, 2002; citado por Ish-Am, 2005). En investigaciones realizadas no se ha observado ningún problema anatómico que justifique la gran pérdida de frutos, lo que lleva a concluir que la competencia sea, al menos en parte, causa de la abscisión. Esta competencia no es solo entre frutos en desarrollo, sino también entre frutos y el crecimiento vegetativo que sigue a la floración (Calabrese, 1992). Sin embargo, según el tipo de inflorescencia el potencial de cuajado de frutos es diferente. Se ha reportado que las inflorescencias determinadas tienen una mayor tasa de cuajado. Salazar-García *et al*, (1998) encontraron que a nivel individual, éstas fueron tres veces más productivas que las indeterminadas, aunque éstas últimas contribuyan con más del 72% de la producción final, debido a que se encuentran en mayor proporción en los árboles.

En las inflorescencias indeterminadas, normalmente el amarre inicial del fruto es relativamente alto, pero luego hay una fuerte abscisión de los mismos al comienzo de su desarrollo. Una hipótesis que trata de explicar este comportamiento sería la competencia que se establece entre el crecimiento vegetativo y reproductivo (Teliz, 2000). Bajo condiciones

de California el amarre del fruto de las inflorescencias determinadas ocurre un poco más tarde, con condiciones más cálidas, que las inflorescencias indeterminadas; éstas condiciones son más apropiadas para el desarrollo inicial de los frutos (Lovatt, 1990), esto podría indicar que la mayor productividad de las inflorescencias determinadas del palto Hass no solo podría ser debido a la ausencia de la competencia del brote vegetativo sino también a que su desarrollo ocurre en temperaturas más favorables.

2.2. Crecimiento y desarrollo del fruto del Palto

Agustí (2004) menciona que el crecimiento y desarrollo de los frutos, en general, consta de tres fases sucesivas, con características bien definidas y variables, desde el cuajado hasta que el fruto cesa prácticamente su crecimiento y madura, dichas fases son:

La primera (fase I), se produce por división celular y el fruto aumenta muy poco de tamaño. Comienza con el cuajado del fruto y su duración es variable entre especies, desde unos pocos días, como es el caso del cerezo y tomate, hasta varios meses, como en el melocotonero, ciruelo y cítricos. Para el caso del palto la duración de la división celular se prolonga hasta su recolección.

La segunda fase (fase II), se caracteriza por la expansión celular (aumento de volumen) de las células formadas debido a la acumulación de agua y carbohidratos (fotoasimilados); el fruto aumenta significativamente de tamaño y peso.

La tercera fase (fase III), se caracteriza por la maduración del fruto. Durante esta fase se producen una serie de cambios en el fruto que permiten alcanzar sus características gustativas específicas. Estos cambios son, entre otros, cambio de color, aumento del contenido de azúcares, disminución de los ácidos, pérdida de firmeza del fruto y la formación de sustancias volátiles (alcoholes, ésteres, terpenos, etc) que confieren al fruto sus particulares aromas. Durante esta fase el fruto aumenta algo de tamaño fundamentalmente por acumulación de agua (Baldini, 1992; citado por Pérez de los Cobos, 2012; Gil-Albert, 1996; citado por Pérez de los Cobos, 2012; Agustí, 2004).

Estas etapas no son uniformes. La primera fase (división celular) manifiesta una curva tipo logarítmica; la segunda fase (expansión celular) es de tipo lineal y la tercera fase (maduración) es de tipo hiperbólica. (Bain, 1958; citado por Martínez *et al.*, 2003). Este proceso se ajusta a la curva de una determinada función matemática, dentro de este esquema, los frutos del palto ajustan su crecimiento a una curva sigmoide simple (Bower y Cutting, 1988; Díaz, 2002).

El periodo inicial de crecimiento de los frutos del palto, sin considerar cultivares de madurez temprana o tardía, se caracterizan por una rápida división celular. Sin embargo, se consideran frutos atípico pues la división celular en el mesocarpio no se limita a la fase inicial de crecimiento sino que continúa durante el desarrollo del fruto e incluso se produce en el fruto maduro que aún permanece en el árbol (Van Den Dool y Wolstenholme, 1983; citado por Bower y Cutting, 1988). En cuanto al alargamiento o expansión celular, en algunos casos, se da hasta que el fruto alcance alrededor del 50% del tamaño que logrará en plena madurez (Cummings y Schroeder, 1942; citado por Bower y Cutting, 1988). Entonces, los dos procesos básicos responsables del incremento de volumen de la palta son la actividad mitótica y la expansión celular. El tamaño final del fruto estará en función del número de células que lo conforman, el mismo que, en estado de flor o fruto, puede sufrir reducción por altas temperaturas o condiciones de estrés hídrico, pues se considera que una vez cuajado el fruto la etapa más sensible en la división celular se prolonga hasta 55 a 60 días después del mismo (Schroeder, 1953; Cowan *et al.*, 1997; Cowan *et al.*, 2001). Por lo tanto, el calibre final del fruto del palto se define, en su mayor parte, durante los primeros 120 días después de floración (Cowan *et al.*, 2001).

2.3. Maduración del fruto del Palto

La maduración es el conjunto de cambios físicos, químicos y fisiológicos que ocurren que ocurren en el fruto al final de su crecimiento y que determinan que éste alcance la textura, color y sabor característico de cada especie y que lo hacen atractivo para su consumo. Es un

proceso fisiológico que se inicia en la última etapa de crecimiento y termina en la primera etapa de la senescencia (Agustí, 2013).

Lee *et al.* (1983), señala que en la palta se consideran tres tipos de madurez: la madurez fisiológica, la madurez de consumo y la madurez hortícola o comercial. La madurez fisiológica se define como la etapa de desarrollo en el cual se ha producido el mayor crecimiento del fruto. La madurez de consumo sugiere una buena disposición para el consumo y la madurez hortícola o comercial se define como la etapa de desarrollo donde la fruta cosechada se someterá a la maduración normal y proporcionar buena calidad para el consumo.

La madurez fisiológica es difícil de identificar ya que no está acompañada de cambios en la apariencia externa, por otro lado, la palta no madura en el árbol. La madurez de consumo de la palta no coincide con la madurez fisiológica, por lo que el fruto después de ser cosechado debe pasar por un periodo de maduración antes de ser consumido.

Durante el proceso de maduración de la palta el porcentaje de humedad del fruto disminuye mientras que el contenido de aceite y el sabor aumentan, por ello el contenido de materia seca, que tiene el fruto al ser cosechado, es un indicador del estado fisiológico requerido para el inicio del proceso de maduración, sin embargo después de la cosecha la pérdida de agua y el contenido de ABA estimulan y regulan la maduración (Blakey *et al.*, 2009).

Existen varios métodos para determinar el momento óptimo de cosecha en función al contenido de aceites. La extracción con éter de petróleo, de material seco en un extractor Soxhlet, es el método estándar para el análisis del contenido de aceites. Como esta determinación es un método complicado, costoso y lento numerosos autores han determinado que existe una estrecha relación entre el contenido de aceites y el de humedad, la cual es inversamente proporcional, en donde a medida que se incrementa el contenido de aceite se produce una disminución del nivel de humedad. Esto ha permitido la estimación del nivel de aceites a través de la humedad, facilitando en gran medida la determinación que se hubiera tenido que hacer en un laboratorio (Lee *et al.*, 1983).

2.3.1. Índice de madurez

Cada país ha definido los estándares mínimos de materia seca para la cosecha de palta, variando entre 19 y 25%, dependiendo del cultivar y del país. Para Perú está establecido que el índice de materia seca, para palta Hass de exportación, debe estar en el rango de 21.5 al 29% (SENASA)².

2.3.2. Calibres

El calibre está relacionado directamente con el peso de los frutos y la cantidad de frutos contenidos en una caja de determinado peso. Según el CODEX ALIMENTARIUS los calibres, para cajas de 4 kilos, son los siguientes:

Cuadro 1: Calibres

Calibre	Peso (en gramos)	
2	>1220	
4	781	1220
6	576	780
8	456	576
10	364	462
12	300	371
14	258	313
16	227	274
18	203	243
20	184	217
22	165	196
24	151	175
26	144	157
28	134	147
30	123	137
32	80	123

FUENTE: Codex alimentarius (Norma del CODEX para el aguacate). Revisión 2013.

²Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2014

alto

Las giberelinas son un grupo de moléculas orgánicas que ejercen efectos como hormonas endógenas. Fueron descubiertas estudiando plantas de arroz que crecían muy rápidamente pero eran delgadas y tendían a caer por el peso de los granos en desarrollo: la causa de los

síntomas, según se encontró, era un producto químico producido por el hongo *Gibberella fujikuroi*, que infectaba a las plantas. La sustancia, que recibió el nombre de giberelina, y muchas otras sustancias relacionadas fueron aisladas posteriormente no solo del hongo, sino también de bacterias y otras especies de plantas (Salisbury y Cleon, 1992). Actualmente existen más de 160 tipos diferentes de giberelinas descritas tanto en hongos como en plantas siendo el más usado en agricultura el AG₃.

Los frutos de palto se clasifican entre aquellos que dependen de sus semillas para un normal desarrollo de los mismos. En efecto, Blumenfeld y Gazit (1972) determinaron que existe gran actividad giberélica en el endospermo y en la cubierta de la semilla (aunque en esta decrece a medida que el fruto desarrolla), pero ninguna detectable ni en el mesocarpio ni en el embrión.

A pesar que hay evidencias del lugar de síntesis de las giberelinas, el cual se da en el endospermo, no es muy clara la forma en que esta afecta el desarrollo de los frutos de palto, sin embargo, se ha encontrado que antes del cuajado existe un incremento del contenido de giberelinas el cual está precedido por un aumento en el contenido de auxina. La concentración de ambos se incrementa desde el cuajado y alcanza su máximo en la fase de crecimiento lento, luego en la fase de crecimiento exponencial su concentración disminuye (Bower y Cutting, 1988).

Las referencias encontradas sobre el efecto de las aplicaciones de AG₃ en el incremento del tamaño del fruto no son muy consistentes. Así pues, Zheng, Y. *et al.* (2004), encontró que al aplicar AG₃ a 25 mg/L en inflorescencias en estado de coliflor se incrementó la producción total y la producción de fruta de buen calibre comercialmente valorable (178 – 325 gr/fruto). Por otro lado Salazar-García y Lovatt (2000) indican incrementos en la producción en el año OFF al aumentar el peso de los frutos comerciales (de 213 a 269 gramos) cuando se aplica a inflorescencias en desarrollo 25 mg/L de AG₃.

En cuanto a la influencia del AG₃ sobre la acumulación de materia seca Salazar-García *et al.* (2007), encontró resultados muy consistentes al aplicar, a palto Hass en Nayarit (Hemisferio Norte), 50 mg/L de AG₃ el 15 de julio y repetir la aplicación el 1 de agosto, logrando adelantar la madurez de los frutos (21.5% de materia seca) entre 24.8 a 28.2 días.

2.5. Citoquininas. Su aplicación en palto

El término citoquinina se acuñó como nombre genérico de una serie de sustancias, naturales o sintéticas, capaces de estimular la división celular en presencia de auxinas. Las citoquininas son hormonas vegetales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos y se producen en las zonas de crecimiento principalmente en los meristemas de las puntas de las raíces (Azcon-Bieto y Talon, 2013).

De manera general, las citoquininas están implicadas en procesos de división celular, evitan la senescencia, aumenta el amarre y tamaño del fruto, estimula la brotación y protegen a las plantas del estrés abiótico (Lovatt, 2004). Además, las citoquininas aumentan la actividad *sink* para mejorar la capacidad de la fruta en competir por los recursos (Bower y Cutting, 1988), previene la abscisión de la hoja y el envejecimiento, mantiene las hojas como fuente de carbono fotosintético, nitrógeno y otros nutrientes y reguladores de crecimiento endógeno, por ello los niveles altos de citoquininas durante el desarrollo temprano de la fruta son críticos para la obtención de fruta de gran tamaño (Cowan *et al.*, 1997).

Actualmente la fuente de las citoquininas puede ser de origen natural, derivados de las aminopurinas, o de origen sintético, derivados de las fenilureas. Aunque ambas fuentes difieren en su estructura, poseen una actividad biológica similar. Azcon-Bieto y Talon (2013), mencionan que actualmente la fenilurea más utilizada como citoquinina sintética es el TDZ. En algunas plantas este compuesto es más efectivo que las citoquininas naturales en la promoción del desarrollo de yemas axilares y la diferenciación de yemas adventicias en cultivos *in vitro*.

Dentro del fruto del palto la actividad mitótica es sustentada por la acción de la citoquinina y la auxina, aun cuando parece que la semilla del palto ‘Hass’ tiene poca habilidad para producir y almacenar esta última (Cowan *et al.*, 2005).

Blumenfeld y Gazit (1970), determinaron que los niveles de citoquininas en el embrión de la semilla de palto son elevados durante las primeras etapas de desarrollo del fruto pero

disminuyen a medida que crece la fruta, en contraste con la actividad citoquinínica en el endospermo la cual es muy alta durante todo el periodo que existe este tejido. Encontraron también que la cubierta de la semilla tiene muy altos niveles de actividad mientras que la fruta es joven, alcanzando valores comparables con los encontrados en el endospermo, el nivel de actividad disminuye a medida que la tasa de crecimiento del fruto disminuye y desaparece por completo en el momento que la cubierta de la semilla se arruga lo cual coincide aproximadamente con el momento en que el fruto alcanza la “madurez hortícola”.

Una investigación hecha en Sudáfrica mostró que la concentración baja de citoquininas en frutos en desarrollo fue un factor que contribuyó al problema del tamaño pequeño del fruto del palto Hass (Cowan *et al.*, 1997). En otras investigaciones, Alvarado *et al.*, (2000) encontró que al aplicar el TDZ, en ciruelo japonés ‘Shiro’, a concentraciones de 50, 100 y 200 mg/L mezclados con 40 mL/L de aceite, fue tan efectivo como el Dormex (5 mg/L) para adelantar el inicio de la floración, la época de plena floración y acortar el tiempo entre estas etapas, además con la dosis de 100 mg/L se observó que aumentó el diámetro del ovario y el grosor de la pared del ovario en la yema floral en brotación, en comparación con los demás tratamientos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento y material vegetal utilizado

El experimento estuvo conformado por dos ensayos independientes que se llevaron a cabo en el fundo “La Victoria” que pertenece a la empresa Agroindustrias SchurucanCHA S.A.C. ubicada en el departamento de Lima, provincia de Cañete, distrito de Quilmaná, entre agosto del 2014 y mayo del 2015.

Para el efecto, en julio del 2014 se realizó la selección y marcado de 50 árboles experimentales lo más aparentemente homogéneos del cultivar Hass, con porta-injerto mexicanos, de 4 años de edad y con un distanciamiento de 6 x 4 metros.

En el primer ensayo se formaron bloques de cuatro árboles cada uno con cinco repeticiones. Cada bloque estaba compuesto por tres árboles, los que recibían el tratamiento, más un testigo, por ello se utilizaron en total 20 árboles.

En el segundo ensayo se formaron bloques de seis árboles cada uno con cinco repeticiones. Cada bloque estaba compuesto por cinco árboles, los que recibían el tratamiento, más un testigo, por ello se utilizaron en total 30 árboles.

3.2. Materiales y equipos

- Mochila de fumigación: Manual Tipo Jacto de 20 litros.
- Productos químicos:
 - Ácido Giberélico: Se empleó el producto comercial Activol (10% de AG3)
 - Thidiazurón: Cuyo nombre comercial es Centella, 50 g/L (5% p/v de TDZ)
 - Ácido fosfórico: Líquido al 85 %.
- Otros materiales:
 - Cintas de plástico
 - Libreta de apuntes
 - Lápiz, lapicero y plumón

3.3. Detalle de los ensayos. Metodologías y procedimientos

3.3.1. Ensayo 1: Aplicación de Ácido Giberélico (AG₃)

En los árboles experimentales los tratamientos se aplicaron foliarmente a la planta íntegra, en dos momentos. El primero fue el 23 de agosto, cuando aproximadamente el 50% de sus yemas florales se encontraron en el estado de desarrollo floral E-8, el cual se caracteriza por presentar los ejes secundarios elongados y los ejes terciarios aún cubiertos por sus brácteas (Salazar-García *et al.*, 1998) lo cual corresponde al llamado “Estado de coliflor”. La segunda aplicación, a la misma dosis que la primera, 50 días después, el 12 de octubre, que es cuando aproximadamente el 100% de frutos se encuentran recién cuajados.

Como fuente de ácido giberélico se empleó el producto Activol con 10% de pureza.

3.3.1.1.Tratamientos

Fueron tres, más un testigo, aplicados a cinco árboles por tratamiento.

Tratamiento 0: Testigo, sin aplicación de AG₃ (GO)

Tratamiento 1: Aplicación de 10 ppm de AG₃ (G1)

Tratamiento 2: Aplicación de 25 ppm de AG₃ (G2)

Tratamiento 3: Aplicación de 50 ppm de AG₃ (G3)

3.3.1.2.Diseño Experimental

Los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). El análisis de varianza (ANVA) se realizó usando el programa estadístico Statistycal Analysis System SAS, con los datos de rendimiento por árbol, calibres de frutos cosechados y materia seca por calibre de fruto.

3.3.1.3.Evaluaciones

Las evaluaciones se llevaron a cabo el día 08 de mayo del 2015, día que se cosecharon todos los frutos. Los parámetros registrados fueron los siguientes:

Rendimiento por árbol

Calibres de frutos

Materia seca

3.3.2. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ)

Para la presente investigación se usará un compuesto sintético, que no se ha encontrado en las plantas, de actividad citoquinínica, del tipo difenilurea, que es el Thidiazurón ([TDZ] 1-

Fenil3-(1, 2, 3-tidiazol-5-il)-urea). Este compuesto fue originalmente registrado para su uso como herbicida y defoliante (Taiz y Zeiger, 2006).

En los árboles experimentales los tratamientos se aplicaron foliarmente a la planta íntegra, en dos momentos, en las mismas fechas que el experimento 1: el 23 de agosto, con 50% de yemas florales en “estado de coliflor” y 50 días después, el 12 de octubre, con aproximadamente el 100% de frutos recién cuajados. Como fuente de esta citoquinina sintética se empleó el producto comercial Centella con 5% p/v (50 g/L).

3.3.2.1.Tratamientos

Fueron cinco, más un testigo, aplicados a cinco árboles por tratamiento.

Tratamiento 0: Testigo, sin aplicación de TDZ (T0)

Tratamiento 1: Aplicación de 5 ppm de TDZ (T1)

Tratamiento 2: Aplicación de 12.5 ppm de TDZ (T2)

Tratamiento 3: Aplicación de 25 ppm de TDZ (T3)

Tratamiento 4: Aplicación de 50 ppm de TDZ (T4)

Tratamiento 5: Aplicación de 100 ppm de TDZ (T5)

3.3.2.2.Diseño Experimental

Los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). El análisis de varianza (ANVA) se realizó usando el programa estadístico Statistycal Analysis System SAS, con los datos de rendimiento por árbol y calibres de frutos cosechados.

3.3.2.3.Evaluaciones

Las evaluaciones se llevaron a cabo el día 08 de mayo del 2015, día que se cosecharon todos los frutos y se sometieron a las evaluaciones correspondientes.

Se registraron los siguientes parámetros:

Rendimiento por árbol

Calibres de frutos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

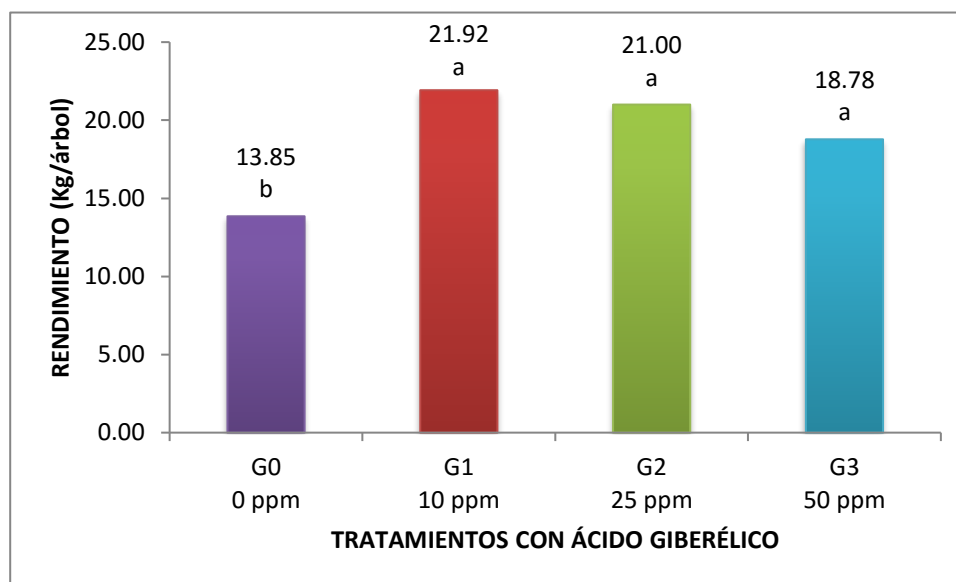
4.1. ENSAYO 1: APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO (AG₃)

4.1.1. Rendimiento

De acuerdo a lo que puede observarse en el Gráfico 1, los árboles que recibieron los tratamientos G1 (10 ppm), G2 (25 ppm) y G3 (50 ppm) presentan diferencias estadísticamente significativas al compararlos con el tratamiento Testigo G0 (0 ppm), siendo este último con el que obtuvo el menor rendimiento.

Los tratamientos G1 (10 ppm), G2 (25 ppm) y G3 (50 ppm) no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, sin embargo, entre estos tres se obtuvo el mejor rendimiento en los árboles que recibieron el tratamiento G1 (10 ppm) con 21,92 kg/árbol, seguido por los árboles que recibieron el tratamiento G2 (25 ppm) con 21,0 kg/árbol y luego los árboles que recibieron el tratamiento G3 (50 ppm) con 18,78 kg/árbol siendo estos últimos con los que se obtuvo el menor rendimiento.

Gráfico 1: Rendimiento en árboles de palto (*Persea americana* Mill.) tratados con Ácido Giberélico.



En palto las investigaciones con el uso de reguladores de crecimiento son menos avanzadas debido a que es un cultivo relativamente nuevo en comparación con manzanas, cítricos y uvas. Por

otra parte la simple adopción del uso de reguladores de crecimiento es restringida debido a que el palto responde de manera diferente y son muy pocas las estrategias con respuestas únicas a estas aplicaciones (Lovatt, 2005).

Del gráfico 1, los resultados encontrados sugieren un efecto positivo en el rendimiento ante la aplicación de ácido giberélico. Los árboles que recibieron el tratamiento G1 (10 ppm) lograron la mejor respuesta con 21,92 kg/árbol a pesar que este no presenta diferencias estadísticas significativas con los otros árboles que también recibieron ácido giberélico pero a otras dosis. Esto concuerda con ensayos similares en los que al aplicar AG₃ durante un año de baja producción a inflorescencias en desarrollo, se logró incrementar la producción al aumentar el peso de frutos comerciales de 213 a 269 gramos (Salazar-García y Lovatt, 2000). En otra investigación, la aplicación foliar a panículas con 25% de floración, incrementaron la retención de frutos hasta en 50% en comparación con aquellas a las cuales no se les aplica AG₃ (Niculcar, 1999) lo que resultaría en un mayor rendimiento. Esto se atribuye al aumento de la capacidad para exportar fotosintatos hacia los frutos debido al desarrollo temprano de brotes vegetativos, es por ello que se dice que las giberelinas limitan y condicionan el amarre del fruto (Talon, 2001).

4.1.2. Porcentaje de calibres

De acuerdo a lo observado en el Gráfico 2, en cuanto al porcentaje de frutos cosechados con calibres de 10 a menos (más de 367 gramos) ningún tratamiento presenta diferencias estadísticamente significativas entre sí, ni con el testigo, a pesar de ello el porcentaje de frutos obtenidos de estos calibres fue mayor en aquellos árboles que recibieron el tratamiento G2 (25 ppm) con 12,9% y menor en los árboles que recibieron el tratamiento Testigo G0 (0 ppm) con 6,2% siendo este último casi la mitad en porcentaje del primero.

De acuerdo a los resultados del porcentaje de la cantidad de frutos obtenidos con calibres 12 y 14 (266 – 367 gramos) no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos entre sí, ni con el testigo. Aquellos árboles que recibieron el tratamiento G1

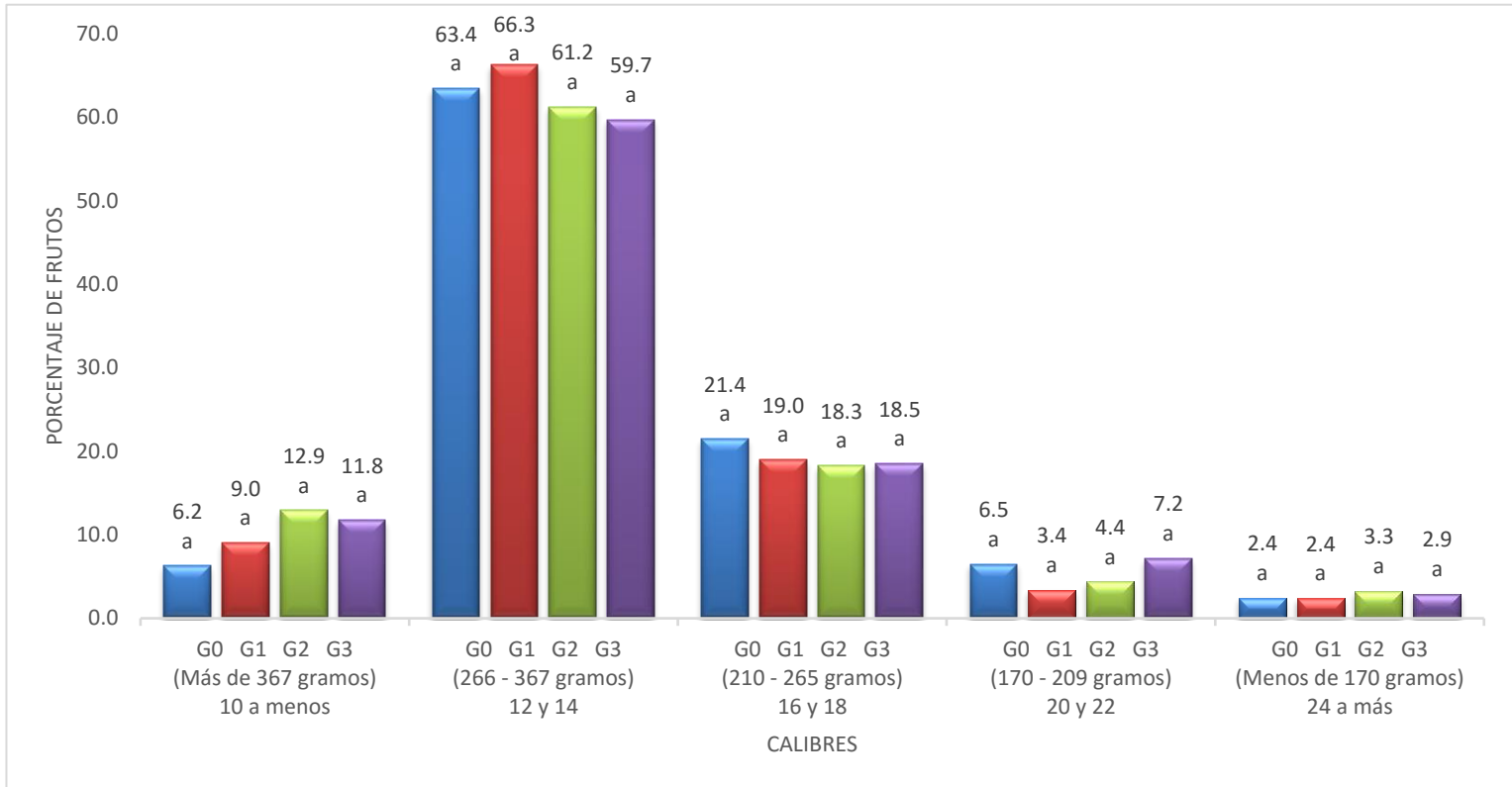
(10 ppm) alcanzaron un mayor porcentaje de frutos, de los calibres mencionados, con 66,3%; le siguen los árboles que recibieron el tratamiento Testigo G0 (0 ppm) con 63,4%, luego los árboles que recibieron el tratamientos G2 (25 ppm) con 61,2% y con el menor porcentaje los árboles del tratamiento G3 (50 ppm) con 59,7%.

En cuanto al porcentaje de frutos con calibres 16 y 18 (210 – 265 gramos) no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre sí, ni con el testigo, sin embargo el mayor porcentaje de frutos obtenidos con estos calibres corresponde a los árboles que recibieron el tratamiento testigo G0 (0 ppm) con 21,4%, seguido por los tratamientos G1 (10 ppm) con 19,0%, G3 (50 ppm) con 18,5% y con el menor porcentaje los árboles que recibieron el tratamiento G2 (25 ppm) con 18,3%.

Los resultados del porcentaje de frutos con calibres 20 y 22 (170 – 209 gramos) muestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos entre sí, ni con el testigo, en contraste, el mayor porcentaje de frutos obtenidos con estos calibres fueron logrados por aquellos árboles que recibieron el tratamiento G3 (50 ppm) con 7,2%, seguido por los árboles que recibieron el tratamiento Testigo G0 (0 ppm) con 6,5% y los árboles que recibieron el tratamiento G2 (25 ppm) con 4,4%; el menor porcentaje de frutos de estos calibres se logró en los árboles que recibieron el tratamiento G1 (10 ppm) con 3,4%.

El porcentaje de frutos obtenidos de calibres 24 a más (menos de 170 gramos) no muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos entre sí ni de estos con el testigo. El mayor porcentaje de frutos obtenidos con estos calibres corresponde a los árboles que recibieron el tratamiento G2 (25 ppm) con 3,3%, seguido por los árboles que recibieron el tratamiento G3 (50 ppm); los árboles que lograron el menor porcentaje de estos frutos son los que recibieron los tratamientos G1 (10 ppm) y Testigo G0 (0 ppm) logrando ambos el mismo porcentaje de 2,4%.

Gráfico 2: Porcentaje de frutos de palta (*Persea americana* Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Ácido Giberélico.



Las plantas producen ácido giberélico para estimular el crecimiento y elongación de las células (Taiz y Zeiger, 2006). Este efecto se atribuye a que el ácido giberélico producido dentro de la célula incrementa el efecto sumidero para atraer fotosintatos hacia ella, sin embargo, al parecer las aplicaciones de AG₃ como estimulador del crecimiento del fruto y aumento de calibre estaría gobernado por factores muy específicos de las plantas y del medio ambiente.

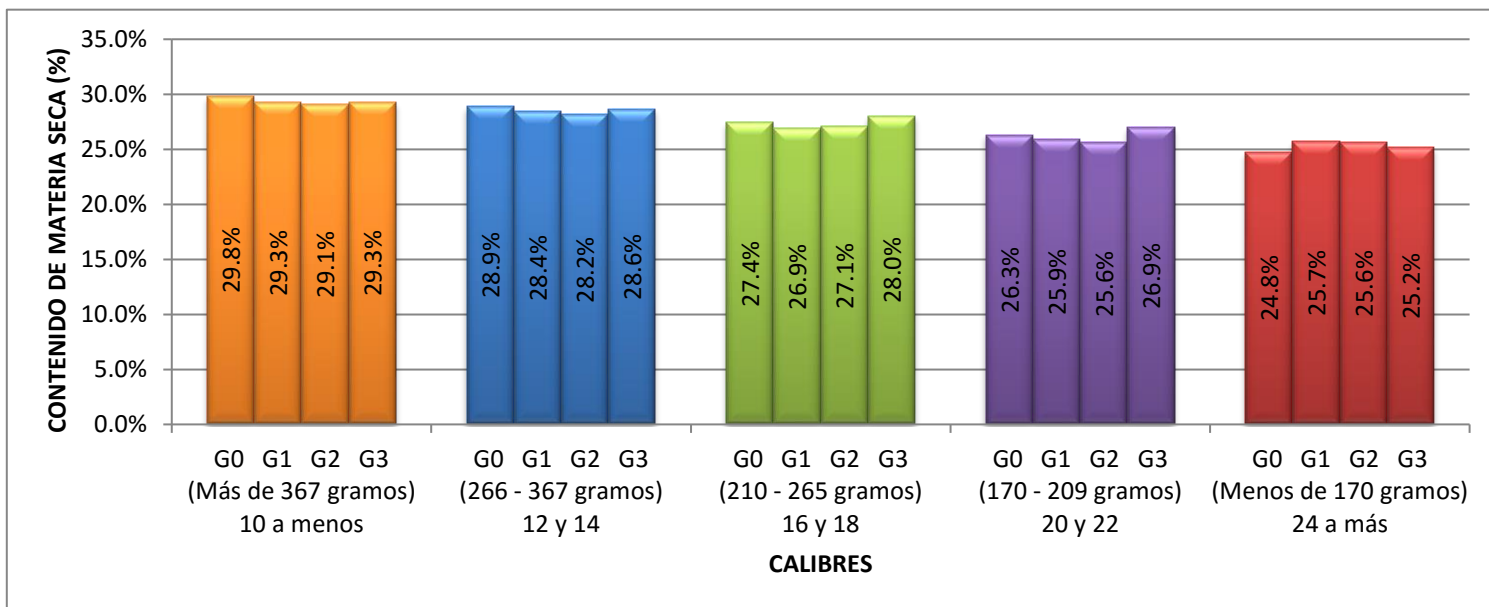
Según los resultados obtenidos, en ninguno de los casos se observa que existan diferencias estadísticamente significativas que sugieran una influencia directa de algún tratamiento sobre el porcentaje de frutos obtenidos de determinado calibre, a pesar de ello, a excepción del análisis de los calibres 16 y 18, en todos los casos al menos uno de los tratamientos con ácido giberélico logró mejores resultados en el porcentaje de la cantidad de frutos obtenidos a la cosecha en comparación con el Testigo G0 (0 ppm).

Estos resultados coinciden parcialmente con los de otras investigaciones en las que indican que aplicaciones de 25 y 50 ppm de AG₃ incrementan el calibre de los frutos cuando se aplica tanto en etapas tempranas y estado de coliflor, como en estados más avanzados de desarrollo, inicio de crecimiento exponencial del fruto o hasta cuatro meses antes de cosecha (Lovatt, 2005). Resultados similares, en el aumento del tamaño de los frutos, se obtuvieron en Israel cuando aplicaron al follaje 200 ppm de AG₃ en el momento del cuajado de frutos (Zilkah *et al.*, 1987). Por otro lado, Salazar – García y Lovatt (1997), mencionan que esta hormona no solo controla el crecimiento vegetativo y reproductivo, sino que además, en aplicaciones tardías en el estado de elongación de ejes secundarios de la panícula incrementa el desarrollo precoz del brote vegetativo de inflorescencias indeterminadas, uniformiza la floración, incrementa el tamaño del fruto y retarda el ennegrecimiento de la epidermis del fruto cosechado tardíamente, además se reporta que las aplicaciones tempranas son las más exitosas para reducir la intensidad de la floración y manipular el amarre de los frutos.

4.1.3. Contenido de materia seca

De acuerdo a lo observado en el Gráfico 3, al analizar los calibres 10, 8 o menos (más de 367 gramos) ningún tratamiento presenta diferencias estadísticamente significativas en el contenido de materia seca (%) ni entre sí ni con el testigo. El contenido de materia seca (%) de los calibres 12 y 14 (266 – 367 gramos) no presentan diferencias estadísticamente significativas ni entre los tratamientos ni de estos con el testigo. El contenido de materia seca (%) de los calibres 16 y 18 (210 – 265 gramos), no presentan diferencias estadísticamente significativas ni entre los tratamientos ni de estos con el testigo. El contenido de materia seca (%) de los calibres 20 y 22 (170 – 209 gramos), no presentan diferencias estadísticamente significativas ni entre los tratamientos ni de estos con el testigo. El contenido de materia seca (%) de los calibres 24 a más (menos de 170 gramos), no presentan diferencias estadísticamente significativas ni entre los tratamientos ni de estos con el testigo.

Gráfico 3: Contenido de materia seca en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Ácido Giberélico.



El ácido giberélico es conocido por su habilidad para retardar la maduración, el ablandamiento y la senescencia de muchos frutos. Este hecho es muy importante pues permitiría al productor poder obtener cosechas más tempranas y con ello mejores precios de venta.

En ese contexto, uno de los trabajos más aceptados es el realizado en Nayarit – México por Salazar-García *et al.* (2007). En este trabajo obtuvo el mayor adelanto en la madurez del fruto cuando realizó una aplicación de ácido giberélico a dosis de 50 ppm en julio (aproximadamente cuatro meses antes de la fecha esperada de cosecha), logrando acortar el tiempo requerido por los frutos para alcanzar su madurez de cosecha (21.5% de materia seca en el mesocarpio) de 24.8 a 28.2 días.

Esta maduración temprana se debe probablemente a que el AG₃ incrementa la fuerza de la demanda (sink) en el fruto, lo que resulta en la acumulación de la biomasa y en el incremento de la velocidad de crecimiento, lo que se refleja en una anticipada acumulación de materia seca (Salazar-García *et al.*, 2007).

En otro estudio realizado en California, se encontró que la aspersion con 25 ppm de ácido giberélico cuando las yemas florales se encontraban en el *estado de coliflor* no afectó

significativamente el número de días para que el fruto madurara después de la cosecha. Sin embargo, dicha aplicación aumentó significativamente la longitud del brote 30 días después del tratamiento, además comparado con el control, redujo significativamente la producción total por árbol y el número de frutos de todos los calibres excepto los frutos de 270 – 325 gramos (Lovatt, 2004).

En contraste con las investigaciones referidas, los resultados obtenidos muestran que no hubo efecto del AG₃ sobre la acumulación de materia seca, esto se podría deber a que las investigaciones referidas fueron realizadas en el hemisferio norte, bajo otro régimen ambiental, lo que podría haber influenciado en los resultados. Este hecho se apoya en que los reguladores de crecimiento son muy sensibles a las condiciones ambientales, entre otros factores, por ello los primeros investigadores basándose en los resultados dispares de muchas aplicaciones hormonales acuñaron el término '*spray and pray*' para referirse a este tipo de experimentos. Por otro lado, del gráfico 3, también se desprende que existe un orden descendente en la acumulación de materia seca, siendo mayor para los frutos de mayor calibre y menor para los frutos más pequeños. Esto podría justificarse por el hecho que aquellos frutos de mayor calibre y tamaño son los que normalmente se forman en los primeros días de la floración y los frutos pequeños se forman varias semanas después, por ello, los primeros tienen mayor ventaja para extraer reservas que sostendrán una mayor multiplicación celular la cual es la base para lograr un mayor tamaño, sumado a ello por haberse formado al inicio de la floración su permanencia en el árbol es mayor lo que le daría la ventaja de poder acumular mayor cantidad de materia seca.

4.2. ENSAYO 2: APLICACIÓN DE THIDIAZURÓN (TDZ)

4.2.1. Rendimiento

De acuerdo a lo observado en el Gráfico 4 existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y entre estos con el tratamiento Testigo. Luego, el tratamiento testigo T0 (0 ppm) presenta diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento T2 (12,5 ppm), siendo estos los que lograron mejores resultados, así pues, los árboles que recibieron el tratamiento Testigo T0 (0 ppm) alcanzaron un rendimiento de 20,97 kg/árbol, seguido por los que árboles que recibieron el tratamiento T2 (12,5 ppm) con un rendimiento de 16,51 kg/árbol.

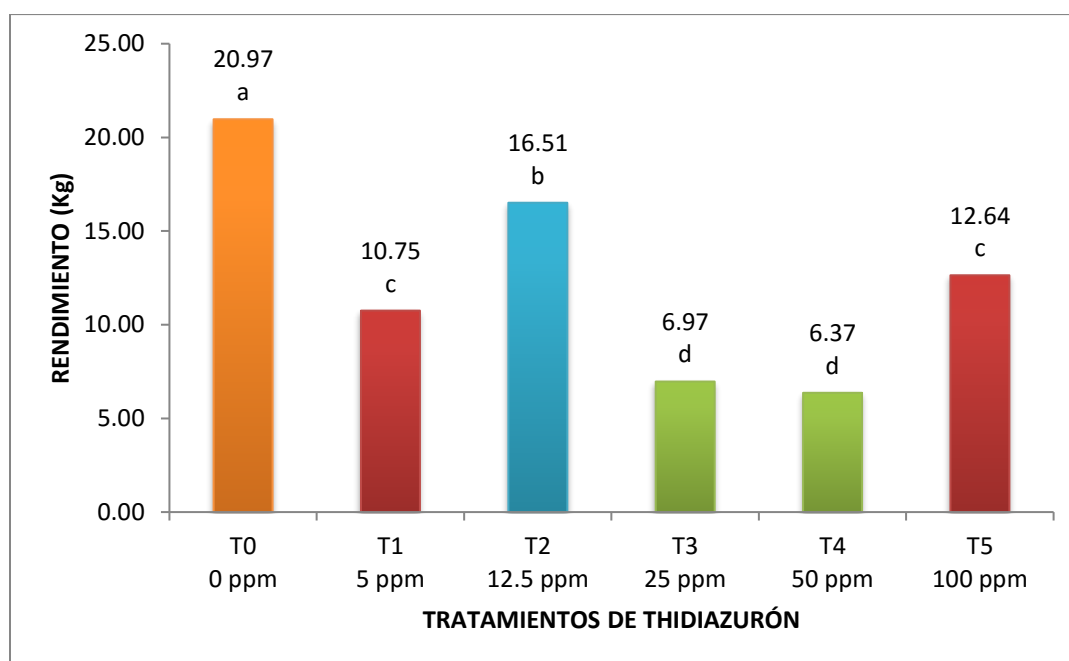
Los árboles que recibieron los tratamientos T5 (100 ppm) y T1 (5 ppm) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí pero estos si presentan diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos. Los árboles que recibieron estos tratamientos lograron un rendimiento de 12,64 kg/árbol, para el primer caso, y de 10,75 kg/árbol para el segundo.

Los árboles que recibieron los tratamientos T3 (25 ppm) y T4 (50 ppm) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí pero estos si presentan diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos. Los árboles que recibieron el primer tratamiento de estos lograron un rendimiento de 6,97 kg/árbol y los que recibieron el segundo tratamiento lograron un rendimiento de 6,37 kg/árbol.

Una de los efectos que se conoce de las citoquininas es su capacidad para promover la división celular. Considerando que el tamaño final de la fruta de palto está en función al número de células más que al tamaño de estas y que el mantenimiento de la división celular ayudaría al aumento del "sink" para el crecimiento continuado del fruto (mecanismo regulado principalmente por las citoquininas) (Cowan *et al.*, 2001), haría pensar que al obtener frutos más grandes resultaría en un mayor rendimiento, sin embargo esa situación no se dio. Ninguna aplicación de TDZ ha favorecido en obtener mejor rendimiento, por el contrario, las aplicaciones han mostrado un efecto negativo del mismo. En base a ello, es posible que las aplicaciones de TDZ hayan generado un poder sumidero (*sink*) hacia los procesos que compiten con el crecimiento del fruto, es decir, puede que las aplicaciones hayan favorecido

el crecimiento y/o multiplicación celular de los brotes en crecimiento y las raíces, lo que resultó en tener menor rendimiento que los árboles no tratados.

Gráfico 4: Rendimiento en árboles de palto (*Persea americana* Mill.) tratados con Thidiazurón.



Resultados opuestos encontraron con aplicaciones de la citoquinina sintética Forclorfenuron (CPPU) al ovario de las flores de mini sandía (*Cytrullus lannatus*). En dicho estudio se evidenció el efecto positivo en el incremento de los rendimientos, especialmente en los tratamientos que se emplearon tres frecuencias de aplicación con 100 y 150 ppm de CPPU (Villatoro, 2014). Similares resultados encontró Alban (2014), en banano de la variedad 'Gran Enana' cuando aplicó bioestimulantes a base de citoquininas en diferentes dosis y momentos de aplicación, resultando en un incremento de la producción. Esto también concuerda con investigaciones realizadas en mango 'Ataulfo' donde encontraron que el thidiazurón, al igual que el CPPU y el AG₃, incrementaron el número de frutos amarrados y

los frutos que llegan a la cosecha, lo que resultó en un mejor rendimiento (Vázquez *et al.*, 2009).

El efecto de los reguladores en el tamaño y peso del fruto también han sido estudiado en otros frutales. Jindal *et al.* (2003) lograron incrementar el tamaño del fruto en kiwi (*Actinidia deliciosa* Chev.) cultivar Allison; los frutos tratados con thidiazuron tuvieron mayor peso (entre 65 y 74 %) y longitud (entre 14 y 23 %), dependiendo de la dosis, que los frutos sin tratar.

4.2.2. Porcentaje de calibres

De acuerdo a lo observado en el Gráfico 5, en cuanto al porcentaje de frutos cosechados con calibres 10 a menos (más de 367 gramos), no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T4 (50 ppm), T5 (100 ppm) y T1 (5 ppm) pero sí entre estos con el tratamiento testigo T0 (0 ppm); los tratamientos T3 (25 ppm) y T2 (12,5 ppm) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí. El porcentaje más alto en la producción de frutos de estos calibres fue alcanzado por aquellos árboles que recibieron los tratamientos T4 (50 ppm) con 13,9%, T5 (100 ppm) con 11,8% y T1 (5 ppm) con 10,2%, estos no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí pero sí con el tratamiento testigo T0 (0 ppm) el cual logró el menor porcentaje en la producción de estos frutos con apenas 1,9%.

Los resultados del porcentaje de frutos con calibres 12 y 14 (266 – 367 gramos) muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre el tratamientos T4 (50 ppm) con los tratamientos testigo T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm); los tratamientos T1 (5 ppm), T5 (100 ppm) y T3 (25 ppm) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, de igual manera, no presentan estas diferencias ni con el tratamiento T4 (50 ppm) ni con los tratamientos T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm). En consecuencia, los árboles que recibieron el tratamiento T4 (50 ppm) produjeron el 73,8% de sus frutos con los calibres mencionados siendo este el mayor porcentaje alcanzado si lo comparamos con los demás tratamientos; el menor porcentaje en

la producción de los frutos de estos calibres se logró en los árboles que recibieron los tratamientos T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm) con 50,7% y 49,2% respectivamente; los árboles que recibieron los tratamientos T1 (5 ppm), T5 (100 ppm) y T3 (25 ppm) lograron producir el 63,7%, 63,6% y 61,2% de estos frutos respectivamente.

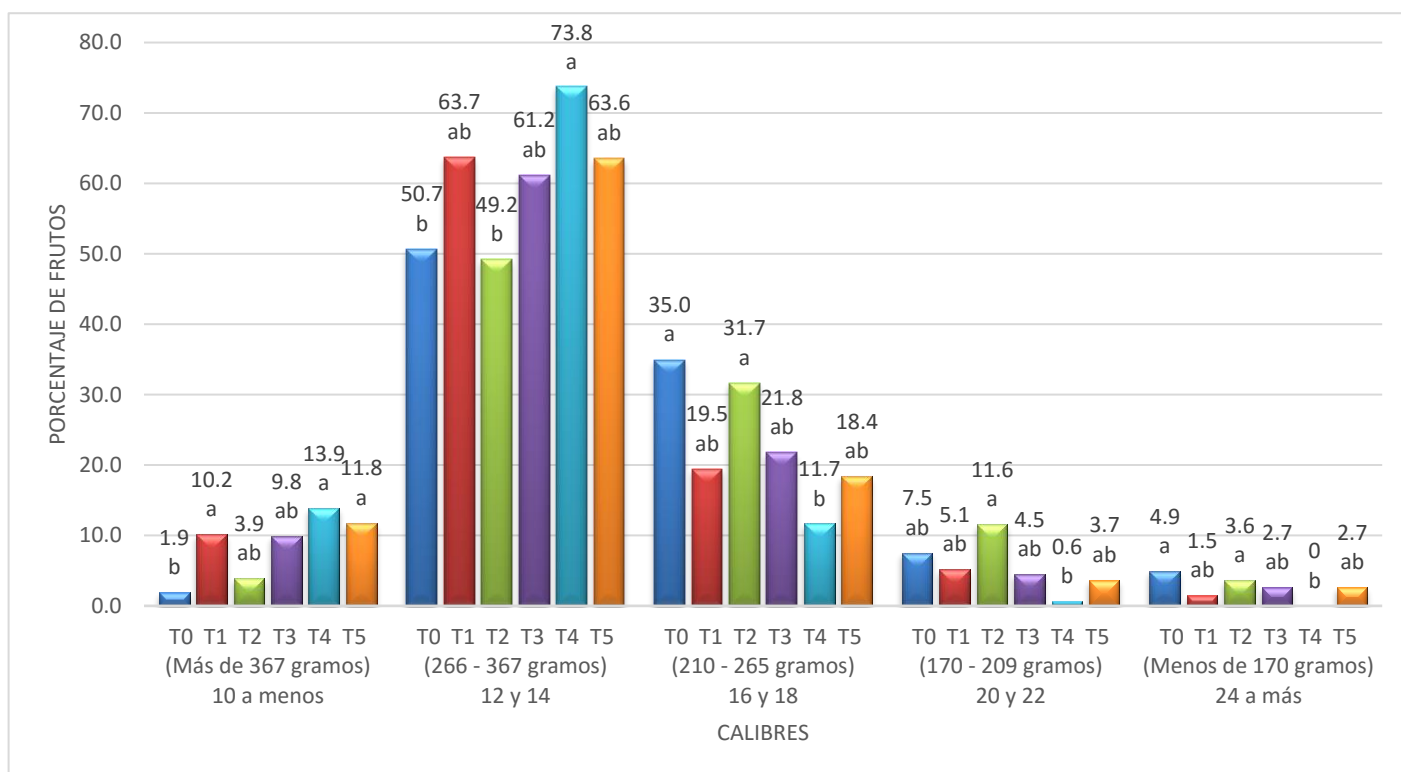
De acuerdo a los resultados del porcentaje de la cantidad de frutos obtenidos con calibres 16 y 18 (210 – 265 gramos) no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos testigo T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm) pero estos si difieren estadísticamente con el tratamiento T4 (50 ppm). Los tratamientos T1 (5 ppm), T3 (25 ppm) y T5 (100 ppm) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, a su vez estos no difieren estadísticamente ni con los tratamientos testigo T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm) ni con el tratamiento T4 (50 ppm). En cuanto al porcentaje de frutos producidos de los calibres mencionados tenemos que los mejores resultados se lograron con los tratamientos testigo T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm) con 35,0% y 31,7% respectivamente, seguidos por los tratamientos T3 (25 ppm) con 21,8%, T1 (5 ppm) con 19,5% y T5 (100 ppm) con 18,4%, los árboles que recibieron el tratamiento T4 (50 ppm) son los que lograron el menor porcentaje de frutos de este calibre con 11,7%.

Los resultados del porcentaje de frutos con calibres 20 y 22 (170 – 209 gramos) muestran que el tratamiento T2 (12,5 ppm) presenta diferencias estadísticas significativas con el tratamiento T4 (50 ppm); los tratamientos T0 (0 ppm), T1 (5 ppm), T3 (25 ppm) y T5 (100 ppm) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, estos a su vez no difieren estadísticamente ni con tratamiento T2 (12,5 ppm) ni con el tratamiento T4 (50 ppm). Los árboles que recibieron el tratamiento T2 (12,5 ppm) lograron el porcentaje más alto de frutos producidos de estos calibres con 11,6%, seguido por los árboles que recibieron los tratamientos T0 (0 ppm), T1 (5 ppm), T3 (25 ppm) y T5 (100 ppm) con 7,5%, 5,1%, 4,5% y 3,7% respectivamente, el menor porcentaje se logró en el tratamiento T4 (50 ppm) con 0,6%.

Según los resultados del porcentaje de frutos de calibre 24 a más (menos de 170 gramos) no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T0 (0 ppm) y T2 (12,5 ppm), pero estos si difieren estadísticamente del tratamiento T4 (50 ppm); los tratamientos T3 (25 ppm), T5 (100 ppm) y T1 (5 ppm) no presentan diferencias estadísticas entre sí, estos a su vez no difieren estadísticamente ni con el tratamiento T0 (0 ppm) ni con el tratamiento

T4 (50 ppm). El mayor porcentaje de frutos producidos de los calibres mencionados se alcanzaron en los árboles que recibieron los tratamientos T0 (0 ppm) con 4,9% y T2 (12,5 ppm) con 3,6%, seguido por los árboles que recibieron los tratamientos T3 (25 ppm) con 2,7%, T5 (100 ppm) con 2,7% y T1 (5 ppm) con 1,5%; los árboles que recibieron el tratamiento T4 (50 ppm) no produjeron ningún fruto de estos calibres.

Gráfico 5: Porcentaje de frutos de palta (*Persea americana* Mill.) por calibres a la cosecha en árboles tratados con Thidiazurón.



Las fuentes más importantes para el crecimiento de los frutos de palto son hormonas promotoras del crecimiento, especialmente citoquininas, fotoasimilados carbonados, nutrientes minerales y agua. Sin embargo existen además otros procesos como el crecimiento de los brotes y raíces que compiten por estos compuestos con los frutos en crecimiento (Wolstenholme y Whiley, 1995). A pesar de ello, actualmente existen pocas referencias sobre el uso de citoquininas en palta, pero las que hay indican efectos positivos en el crecimiento

de la fruta como las investigaciones realizadas en palta 'Hass' en la que sumergieron los frutos en soluciones de la citoquinina CPPU a concentraciones bajas, entre 2 y 10 ppm, logrando incrementar su tamaño hasta un 28% (frutas con más de 182 gramos) (Köhne, 1991; Zilkah *et al.*, 1995).

Es posible que los efectos positivos en el aumento de tamaño de los frutos de palta, producto de aplicar citoquininas, tenga relación con el incremento del poder sumidero de los frutos o con la intensificación de las divisiones celulares en el mismo, asociándose con los estados iniciales del crecimiento del fruto como agente de activación de la división celular (Taiz y Zeiger, 2006; Nitsch, 1970; citado por Pérez de los Cobos, 2012).

De acuerdo a los resultados en el gráfico 5, si comparamos los árboles que no recibieron ningún tratamiento (testigos) con los que recibieron las distintas dosis de Thidiazurón podemos observar que estos últimos tuvieron porcentajes más altos en la producción de frutos de calibres 14, 12, 10 a menos, los cuales son considerados frutos “grandes”, este efecto se ve invertido en los calibres 16, 18, 20, 22, 24 a más los cuales son frutos considerados de tamaño “pequeño”. Este hecho tiene mucho sentido pues comprueba que los árboles que no recibieron ninguna dosis de thidiazurón al no ser promovidos a la división celular en los estados iniciales de crecimiento del fruto no pudieron lograr un mayor número de células lo que hubiera permitido que esos frutos alcancen mejores tamaños, por ello, esos árboles produjeron mayor porcentaje de frutos de calibres medianos a pequeños frente a los que sí recibieron los tratamientos de thidiazurón. Estos resultados concuerdan parcialmente con lo obtenido en California (H.N.) al realizar aspersiones foliares al palto 'Hass' con 25 ppm de 6-benciladenina cuando las inflorescencias estaban en antesis, como resultado se redujo significativamente la producción de frutos que pesaban de 135 a 177 gramos, no tuvo efecto en los tamaños de 213 a 269 gramos y aumentó significativamente la producción de frutos con peso mayor a 325 gramos (Lovatt, 2004); a su vez, coincide con los resultados encontrados por Ish-Am G. *et al.* (2005), quien confirma que con aplicaciones de citoquininas (Benziladenina), a concentraciones menores de 100 ppm, generan efectos positivos sobre el tamaño del fruto. Este efecto promotor del crecimiento obtenido con el thidiazurón coincide con lo observado en otras especies como la manzana, kiwi, uva, caqui y pepino (Cruz *et al.*, 1993; citado por Vidal *et al.*, 2003).

Por otro lado, se encontró que el mayor porcentaje en la producción de frutos de calibres 16 y 18 se alcanzó en aquellos árboles que no recibieron ningún tratamiento, este hecho, al igual que en los calibres más pequeños, resultan contradictorios pues durante la floración se evidenció que las panículas de los árboles que recibieron los tratamientos con thidiazurón se mostraron de mayor tamaño, grosor, robustez e incluso hubieron algunas deformaciones en las panículas aquellos árboles que recibieron las dosis más altas que fueron las de 50 y 100 ppm. Estas razones conducían a pensar que el movimiento de fotosintatos hacia los frutos de estas panículas sería privilegiado, lo que resultaría en obtener frutos de mayor calibre frente al testigo, sin embargo han ocurrido mecanismos, que no se pueden esclarecer en esta investigación, que no permitieron que se puedan obtener frutos más grandes en el caso mencionado.

V. CONCLUSIONES

- Existe efecto del ácido giberélico en el incremento del rendimiento. Los árboles tratados con la dosis de 10 ppm de Ácido giberélico lograron el mayor rendimiento con diferencias estadísticas significativas respecto al testigo que no recibió ninguna aplicación.
- Los árboles tratados con las distintas dosis de ácido giberélico no influyeron en el porcentaje de frutos producidos de menor calibre (frutos más grandes) frente a los árboles testigos.
- Ninguna de las dosis de ácido giberélico utilizadas tuvo influencia sobre la acumulación anticipada de materia seca en los frutos.
- Ninguna de las dosis de thidiazurón utilizadas tuvo influencia positiva sobre el incremento del rendimiento.
- Los árboles que recibieron las distintas dosis de thidiazurón produjeron mayor porcentaje de frutos con calibres 14, 12, 10 al ser comparado con el testigo que no recibió ninguna dosis del mismo.

VI. RECOMENDACIONES

- Debido a que se encontró que a mayor dosis de ácido giberélico aplicado el rendimiento se reduce, se recomienda realizar nuevos ensayos con dosis menores a las utilizadas en este trabajo para encontrar la más adecuada.
- Debido a que los resultados de las aplicaciones de ácido giberélico como promotor en la acumulación de materia seca no son muy claros se recomienda repetir el ensayo con las mismas dosis aplicadas debido a que algunos investigadores afirman tener buenos resultados, sobre todo con la dosis de 25 ppm.
- Se recomienda convalidar los resultados de este estudio, en otras zonas productoras de palto en nuestro país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. 2013. Crecimiento y maduración del fruto. En AZCON-BIETO, J.; TALON, M. Fundamentos de Fisiología Vegetal 2ª Edición. McGraw-Hill Interamericana de España y Edicions Universitat de Barcelona. Madrid. 519-535 pp.
- AGUSTÍ, M. 2004. Fruticultura. Mundi-Prensa. Madrid – España.
- ALVAN, E. 2014. Evaluación de la eficacia de citoquinina (cytokin) y un inductor carbónico (carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad Gran Enana, Cantón Quinde de la provincia de Esmeraldas. Tesis Lic. Ing Agr. Ecuador, Riobamba. 112 pp.
- ALVARADO-RAYA, H.; RODRÍGUEZ-ALCÁZAR, J.; CALDERÓN-ZAVALA, G.; CÁRDENAS-SORIANO, E. 2000. El Thidiazurón, la brotación floral y las dimensiones del ovario en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) ‘Shiro’. Agrociencia 34: 321-327.
- AZCON-BIETO, J.; TALON, M. 2013. Fundamentos de Fisiología Vegetal 2ª Edición. McGraw-Hill Interamericana de España y Edicions Universitat de Barcelona. Madrid. 421-444 pp.
- BAIN, J. 1958. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of Valencia orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Aust. J. Bot. 6: 1-24. En MARTINEZ, R.; MARTINEZ, J.; MARTINEZ-VALERO, R.; MARTINEZ, J. 2003. Contribución al estudio de la evolución del crecimiento del fruto cv. Hass (*Persea americana* Mill.) con respecto al tiempo en las condiciones ecológicas del área de Motril (Granada, España). Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Pp 257-261.
- BALDINI, E. 1992. Arboricultura general. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 379 pp. En PÉREZ DE LOS COBOS AGUERO, R. 2012. Crecimiento y maduración del fruto aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Almería – España.
- BERRIOS, H. 2011. Floración y cuajado del palto (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass. Trabajo monográfico. Agr. La Molina, Univ. Nacional Agraria La Molina, Fac. Agr.
- BLAKEY, R.; BOWER, J.; BERTLING, I. 2009. Influence of water and ABA supply on the ripening pattern of avocado (*Persea Americana* Mill.) fruit and the prediction of water content using Near Infrared Spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 53(1): 72-76.
- BLUMENFELD, A.; GAZIT, S. 1970. Cytokinin activity in avocado seeds during fruit development. Plant. Physiol. 46: 331 – 333.

- BLUMENFELD, A.; GAZIT, S. 1972. Gibberellin-like activity in the developing avocado fruit. *Plant. Physiol.* 27:77 – 82.
- BOWER, J.; CUTTING, J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. *Horticultural Reviews* 10: 229-271.
- CALABRESE, F. 1992. *El Aguacate*. Madrid. Mundi-Prensa. Pp 43-147.
- COWAN, A. 1997. Why are small Hass fruit small?. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 20:52 – 54.
- COWAN, A.; MOORE-GORDON, S.; BERLING, I.; WOLSTENHOLME, B. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth. *Plant Physiology*. 114: 511-518.
- COWAN, A.; CRIPS, R.; RICHINGS, E.; TAYLOR, N. 2001. Fruit size: Towards an understanding of the metabolic control of fruit growth using avocado as a model system. *Physiol. Plant.* 111, 127-136.
- COWAN, A.; TAYLOR, N.; VAN STADEN, J. 2005. Hormone homeostasis and induction of the small-fruit phenotype in 'Hass' avocado. *Plant Growth Regulation*. 45, 11 – 19.
- CRUZ, J.; WOOLLEY, J.; LAWES, S. 1993. The effects of seeds and the application of a growth regulator mixture, on fruit growth in 'Hayward' kiwifruit. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 444 p. 459-465. En VIDAL, C.; APARECIDA, C.; BASSAY, L. 2003. Effect of preharvest spraying with thidiazurón on fruit quality and maturity of apples. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP, v. 25, n. 1, p. 59-62.
- CUMMING, K; SCHROEDER, C. 1942. Anatomy of the avocado fruit. *Calif. Avocado Soc. Yearb.* 26:56 – 64. En BOWER, J.; CUTTING, J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. *Horticultural Reviews* 10: 229-271.
- DAVENPORT, T. 1986. Avocado flowering. *Horticultural Reviews* 8: 257-289.
- DÍAZ, D. 2002. *Fisiología de árboles frutales*. AGT Editor S.A. México.
- ESCOBEDO, J. 1995. *Fruticultura General*. Talleres del Centro Pre-Universitario de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Pp 130-131.
- GALÁN, V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos. I Aguacate, mango, litchi y longan. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 133 pp. En PÉREZ DE LOS COBOS AGUERO, R. 2012. Crecimiento y maduración del fruto aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Almería – España.

- GAZIT, S.; DEGANI, C. 2002. En ISH-AM, G. Avocado Pollination – A Review. New Zealand and Australia Avocado Grower's Conference '05. 20-22 Sept. 2005.
- GAZIT, S.; DEGANI, C. 2007. Biología reproductiva. En WHILEY, A.; SCHAFFER, B.; WOLTENNHOLME, B. (ed.) El Palto: Botánica, Producción y Usos. Ediciones universitarias de Valparaíso. Chile.
- GIL-ALBERT, F. 1996. Tratado de arboricultura frutal. Vol. I: Morfología y fisiología del árbol frutal. 4º edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 102 pp. En PÉREZ DE LOS COBOS AGUERO, R. 2012. Crecimiento y maduración del fruto aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Almería – España.
- ISH-AM, G.; WINER, L.; COHEN, H.; EIDELMAN, E.; REGEV, I.; LAHAV, E. 2005. Achieving larger 'Ettinger' fruit by foliar application of Plant Growth Regulators (PGRs). Israel.
- JAQUE, R. 2005. Efecto del calibre y la altura del fruto dentro del árbol sobre el contenido de aceite, en palta (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Fuerte. Chile.
- JINDAL, K.; CHANDEL, J.; KANAN, V.; SHARMA, P. 2003. Effect of hand thinning and plant growth regulators: Thidiazuron, carbaryl and Ethrel on fruit size, yield and quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Chev.) Cv. Allison. Acta Horticulturae 626: 407-413.
- KÖHNE, J. 1991. Increasing 'Hass' fruit size. Proceedings of the Second World Avocado Congress: 21 – 26. April 1991. Orange, California, USA.
- LEE, S.; YOUNG R.; SHIFFMAN, P.; COGGINS, JR. 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(3): 390-394.
- LOVATT, C. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. California. Avocado Society Yearbook, 74: 193-199.
- LOVATT, C. 1997. Pollination biology and fruit set in avocado. Joint meeting of the Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association, Inc., 23-26 SEPTEMBER 1997. J. G. Cutting (Ed.). Pages 98-105.
- LOVATT, C. 2004. Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. California Avocado Research Symposium, Riverside, California, 30 Oct. University of California, Riverside and California Avocado Commission. pp. 96 – 107.

- LOVATT, C. 2005. Plant growth regulators for avocado production. California Avocado Society 2005. Yearbook 88: 81-91.
- MINAG. 2014. www.minag.gob.pe. [Consultado 10 de octubre, 2015].
- NICULCAR, C. 1999. Efecto de la aplicación de un producto bioestimulante a base de aminoácidos, ácido giberélico y una solución de macro y microelementos sobre la cuaja y retención de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona de Quillota. Taller de licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Chile.
- NITSCH, J. 1970. Hormonal factors in growth and development. In: The biochemistry of fruit and their products, A. C. Hulme (ed). Academic Press, New York. 427-472 pp. En PÉREZ DE LOS COBOS AGUERO, R. 2012. Crecimiento y maduración del fruto en aguacate. Almería – España.
- POEHLMAN, J. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. México. Limusa, S.A. de C.V. Pp 33-39.
- REECE, P. 1942. Differentiation of avocado blossom buds in Florida. Bot. Gaz. 104:323 – 328. En Teliz, D. (Coordinador). El Aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-prensa. México.
- SALAZAR-GARCIA, S.; LOVATT, C. 1997. Use of Gibberellic Acid to manipulate flowering in the ‘Hass’ Avocado: a preliminar report. Australian Avocado Grower’s Federation Inc. Searching for Quality. New Zealand, 23-26th September de 1997. 106-112.
- SALAZAR-GARCIA, S.; LORD, E.; LOVATT, C. 1998. Inflorescence and flower development of the Hass avocado (*Persea Americana* Mill.) during on and off crops years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(4): 537-544.
- SALAZAR-GARCIA, S. 2000. En TELIZ, D. (Coordinador). El Aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- SALAZAR-GARCIA, S.; LOVATT, C. 2000. Use of GA3 to manipulate flowering and yield of the ‘Hass’ avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(1):25-30.
- SALAZAR-GARCIA, S.; COSSIO-VARGAS, L.; GONZÁLES-DURÁN, I. 2007. Uso de Biorreguladores Vegetales para mejorar la productividad del Aguacate ‘Hass’ en Nayarit. INIFAP N°1.

- SALISBURY, F; CLEON, R. 1992. Fisiología Vegetal. Grupo editorial Iberoamericana S.A. México DF, México.
- SCHOLEFIELD, M; SEDGLEY, M; ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae* 25: 99 – 100.
- SCHROEDER, C. 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61: 103-109.
- SEDGLEY, M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flower and fruitlets. *Annals of Botany* 46:771-777.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. Fisiología vegetal. 3° Edición. USA. Págs. 948-950.
- TALON, M. 2001. *Revista Comunitat Valencia Agraria* N° 15.
- TELIZ, D. 2000. El Aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-prensa. Coordinador.
- VÁZQUEZ, V.; OSUNA, J.; PEREZ, M.; URIAS, M. 2009. Incremento del amarre y tamaño de frutos partenocárpicos en mango 'Ataulfo' con reguladores de crecimiento. *Revista Chapingo Serie Horticultura [en línea]* 2009, 15 (Mayo-Agosto): [Fecha de consulta: 13 de julio de 2016].
- VAN DEN DOOL, B.; WOLSTENHOLME, B. 1983. En BOWER, J.; CUTTING, J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. *Horticultural Reviews* 10: 229-271.
- VILLATORO, E. 2014. Efecto de la citoquinina (CPPU) sobre el cuaje y rendimiento de minisandía (*Cytrullus lannatus*, cucurbitaceae); estanzuela, zacapa. Tesis Lic. Ing Agr. Guatemala, Estanzuela – Zacapa. 79 pp.
- WHILEY, A. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso Internacional de Producción, Pos Cosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar, Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- WHILEY, A.; SARANAH, B. 1992. Effect of time of harvest on fruit size, yield and trunk starch concentrations of 'Fuerte' avocados. *Proceeding of Second World Avocado Congress.* 155-159.

- WILKIE, J.; SEDGLEY, M.; OLESEN, T. 2008. Regulation of floral initiation in horticultural trees. *J. Exp. Bot.* 59(12), 3215 – 3228. En ROMERO, M. 2012. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea Americana* Mill.) variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima. Bogotá – Colombia.
- WOLSTENHOLME, B.; WHILEY, A. 1995. Prospect for increasing Hass fruit size. A southern hemisphere perspective. Australian Avocado Growers. Federation Inc, Conference. Esplanade Hotel, FREMANTLE. 30 april – 2 may, 3. 1995: 83-102. En GIL, P. 1999. Desfase en la época de floración del palto (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass, mediante aspersion de sales minerales al follaje. Chile.
- ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C. 2004. Effect of foliar-applied plant bioregulators on 'Hass' avocado yield. Department of Botany and Plant Sciences-072, University of California, Riverside, USA.
- ZILKAH, S.; KLEIN, I.; FEIGENBAUM, S. 1987. Traslocation of foliar-applied urea ¹⁵N to reproductive and vegetative sinks of avocado and its effects on initial fruit set. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:1061-1065.
- ZILKAH, S. 1995. Increasing 'Hass' avocado fruit size by CPPU and GA application. *Proceedings of the World Avocado Congress III.* 11 – 18.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Foto 1: Productos utilizados



Anexo 2

Foto 2: Estado 8 de desarrollo de la yema (Fecha: 20/08/14).



Anexo 3

Foto 3: Época de la primera aplicación de los tratamientos cuando aproximadamente el 50% de sus yemas se encontraban en estado de desarrollo E-8 (Fecha: 23/08/14)



Anexo 4

Foto 4: Época de la segunda aplicación de los tratamientos, 50 días después de la primera (Fecha: 12/10/14)



Anexo 5: Costos de aplicación de los ensayos

Ensayo 1: Aplicación de Ácido Giberélico (AG₃)

Tratamiento 1: Aplicación de 10 ppm de AG₃

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Activol (10% ácido giberélico) 10 ppm	10.00/10g	2 g	2.00
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			7.00
Total por árbol			1.40
Total por hectárea (416 árboles)			582.40

Tratamiento 2: Aplicación de 25 ppm de AG₃

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Activol (10% ácido giberélico) 25 ppm	10.00/10g	5 g	5.00
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			10.00
Total por árbol			2.00
Total por hectárea (416 árboles)			832.00

Tratamiento 3: Aplicación de 50 ppm de AG₃

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Activol (10% ácido giberélico) 50 ppm	10.00/10g	10 g	10.00
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			15.00
Total por árbol			3.00
Total por hectárea (416 árboles)			1,248.00

Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ)

Tratamiento 1: Aplicación de 5 ppm de TDZ

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Centella (5% p/v Thidiazurón) 5 ppm	650.00/L	2 mL	1.30
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			6.30
Total por árbol			1.26
Total por hectárea (416 árboles)			524.16

Tratamiento 2: Aplicación de 12.5 ppm de TDZ

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Centella (5% p/v Thidiazurón) 12.5 ppm	650.00/L	5 mL	3.25
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			8.25
Total por árbol			1.65
Total por hectárea (416 árboles)			686.40

Tratamiento 3: Aplicación de 25 ppm de TDZ

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Centella (5% p/v Thidiazurón) 25 ppm	650.00/L	10 mL	6.50
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			11.50
Total por árbol			2.30
Total por hectárea (416 árboles)			956.80

Tratamiento 4: Aplicación de 50 ppm de TDZ

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Centella (5% p/v Thidiazurón) 50 ppm	650.00/L	20 mL	13.00
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			18.00
Total por árbol			3.60
Total por hectárea (416 árboles)			1,497.60

Tratamiento 5: Aplicación de 100 ppm de TDZ

Materiales	Precio unitario S/.	Cantidad usada ensayo (5 árboles)	Precio/5 árboles S/.
Centella (5% p/v Thidiazurón) 100 ppm	650.00/L	40 mL	26.00
Personal para aplicación	40.00/8 horas	1 hora	5.00
Total por ensayo 5 árboles			31.00
Total por árbol			6.20
Total por hectárea (416 árboles)			2,579.20

Anexo 6

Análisis estadístico N°1. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG₃). Rendimiento

TRATAMIENTO	BLOQUE	RENDIMIENTO (Y)
G0 (Testigo)	1	13.09
G1 (10 ppm)	1	22.89
G2 (25 ppm)	1	18.94
G3 (50 ppm)	1	18.32
G0 (Testigo)	2	13.60
G1 (10 ppm)	2	18.60
G2 (25 ppm)	2	23.59
G3 (50 ppm)	2	14.98
G0 (Testigo)	3	13.92
G1 (10 ppm)	3	20.71
G2 (25 ppm)	3	19.10
G3 (50 ppm)	3	20.63
G0 (Testigo)	4	13.80
G1 (10 ppm)	4	25.60
G2 (25 ppm)	4	24.76
G3 (50 ppm)	4	25.50
G0 (Testigo)	5	14.85
G1 (10 ppm)	5	21.81
G2 (25 ppm)	5	18.63
G3 (50 ppm)	5	14.47

The GLM Procedure

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	260.8319350	37.2617050	5.65	0.0046
Error	12	79.1999600	6.5999967		
Corrected Total	19	340.0318950			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean
0.767081	13.60039	2.569046	18.88950

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLO	4	65.5541200	16.3885300	2.48	0.0997
TRÁ	3	195.2778150	65.0926050	9.86	0.0015

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLO	4	65.5541200	16.3885300	2.48	0.0997
TRÁ	3	195.2778150	65.0926050	9.86	0.0015

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error Mean Square 6.599997

Number of Means 2 3 4
Critical Range 3.540 3.706 3.806

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRA
A	21.922	5	G1
A	21.004	5	G2
A	18.780	5	G3
B	13.852	5	G0

Análisis estadístico N°2. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG₃). Porcentaje de Calibres

<u>Obs</u>	BLOQUE	TRA	CAT1	CAT2	CAT3	CAT4	CAT5
1	1	G0	4.55	72.73	15.91	4.55	2.27
2	2	G0	10.87	65.22	17.39	2.17	4.35
3	3	G0	8.16	59.18	18.37	14.29	0.00
4	4	G0	2.08	62.50	33.33	2.08	0.00
5	5	G0	5.56	57.41	22.22	9.26	5.56
6	1	G1	27.94	67.65	2.94	1.47	0.00
7	2	G1	2.99	56.72	29.85	7.46	2.99
8	3	G1	5.56	58.33	29.17	4.17	2.78
9	4	G1	4.65	76.74	12.79	1.16	4.65
10	5	G1	4.00	72.00	20.00	2.67	1.33
11	1	G2	25.42	50.85	18.64	1.69	3.39
12	2	G2	3.57	64.29	21.43	7.14	3.57
13	3	G2	19.67	59.02	14.75	3.28	3.28
14	4	G2	0.00	54.84	31.18	9.68	4.30
15	5	G2	15.79	77.19	5.26	0.00	1.75
16	1	G3	15.00	66.67	8.33	6.67	3.33
17	2	G3	16.33	67.35	6.12	6.12	4.08
18	3	G3	2.47	29.63	48.15	16.05	3.70
19	4	G3	9.41	65.88	18.82	4.71	1.18
20	5	G3	15.56	68.89	11.11	2.22	2.22

Donde:

- CAT1 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 8 y 10 (más de 367 gramos)
- CAT2 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 12 y 14 (266 – 367 gramos)
- CAT3 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 16 y 18 (210 – 265 gramos)
- CAT4 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 20 y 22 (170 – 209 gramos)
- CAT5 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 24 a más (menos de 170 gramos)

Variable dependiente: CAT1TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	11.67675926	1.66810847	1.24	0.3523
Error	12	16.08335563	1.34027964		
Total corregido	19	27.76011489			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAT1TR Media
0.420631	37.38229	1.157704	3.096933

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	9.31882987	2.32970747	1.74	0.2062
TRA	3	2.35792939	0.78597646	0.59	0.6354

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	9.31882987	2.32970747	1.74	0.2062
TRA	3	2.35792939	0.78597646	0.59	0.6354

Variable dependiente: CAT2TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	3.77590739	0.53941534	1.07	0.4396
Error	12	6.07505363	0.50625447		
Total corregido	19	9.85096102			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAT2TR Media
0.383303	8.952754	0.711516	7.947449

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.15273810	0.78818452	1.56	0.2483
TRA	3	0.62316929	0.20772310	0.41	0.7485

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.15273810	0.78818452	1.56	0.2483
TRA	3	0.62316929	0.20772310	0.41	0.7485

Variable dependiente: CAT3TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	9.90269510	1.41467073	0.88	0.5491
Error	12	19.28305952	1.60692163		
Total corregido	19	29.18575462			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAT3TR Media
0.339299	29.21373	1.267644	4.339206

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	8.99735668	2.24933917	1.40	0.2923
TRA	3	0.90533842	0.30177947	0.19	0.9027

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	8.99735668	2.24933917	1.40	0.2923
TRA	3	0.90533842	0.30177947	0.19	0.9027

Variable dependiente: CAT4TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	5.04042143	0.72006020	1.09	0.4258
Error	12	7.91546686	0.65962224		
Total corregido	19	12.95588829			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAT4TR Media
0.389045	34.03542	0.812171	2.386253

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.26303485	0.81575871	1.24	0.3468
TRA	3	1.77738658	0.59246219	0.90	0.4704

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.26303485	0.81575871	1.24	0.3468
TRA	3	1.77738658	0.59246219	0.90	0.4704

Variable dependiente: CAT5TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.82412185	0.11773169	0.42	0.8711
Error	12	3.35465748	0.27955479		
Total corregido	19	4.17877933			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAT5TR Media
0.197216	28.15115	0.528729	1.878180

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	0.48304359	0.12076090	0.43	0.7831
TRA	3	0.34107827	0.11369276	0.41	0.7510

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	0.48304359	0.12076090	0.43	0.7831
TRA	3	0.34107827	0.11369276	0.41	0.7510

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES DE LOS TRATAMIENTOS DE AG₃ UTILIZANDO LA PRUEBA RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN (Nivel de significación = 0.05)

	10 ppm	25 ppm	50 ppm	0 ppm
CAT1TR	a	a	a	a
CAT2TR	a	a	a	a
CAT3TR	a	a	a	a
CAT4TR	a	a	a	a
CAT5TR	a	a	a	a

Análisis estadístico N°3. Ensayo 1: Aplicación de Ácido giberélico (AG₃). Materia seca

BLOQUE	TRA	CAL1TR	CAL2TR	CAL3TR	CAL4TR	CAL5TR
1	G0 (Testigo)	29.00	28.42	26.50	26.60	25.00
1	G1 (10 ppm)	29.00	28.08	25.17	26.00	24.99
1	G2 (25 ppm)	28.83	28.25	27.09	25.00	25.00
1	G3 (50 ppm)	28.60	28.34	27.92	27.40	23.50
2	G0 (Testigo)	30.33	29.17	27.42	27.17	24.75
2	G1 (10 ppm)	28.83	28.67	28.33	27.42	26.83
2	G2 (25 ppm)	28.83	28.19	27.25	25.84	25.25
2	G3 (50 ppm)	29.92	29.42	29.17	27.75	26.17
3	G0 (Testigo)	30.33	30.17	29.34	27.67	24.75
3	G1 (10 ppm)	31.09	29.75	28.00	25.00	24.83
3	G2 (25 ppm)	28.67	28.08	27.42	26.83	25.42
3	G3 (50 ppm)	30.83	30.17	29.17	27.67	26.67
4	G0 (Testigo)	29.00	27.50	25.92	23.33	24.75
4	G1 (10 ppm)	29.67	27.75	27.25	27.00	26.28
4	G2 (25 ppm)	29.08	28.00	26.50	24.75	25.62
4	G3 (50 ppm)	29.25	27.92	27.34	25.75	25.00
5	G0 (Testigo)	30.50	29.42	27.92	26.75	24.50
5	G1 (10 ppm)	28.00	27.75	25.58	24.25	25.73
5	G2 (25 ppm)	30.00	28.25	27.08	25.60	26.83
5	G3 (50 ppm)	27.83	27.42	26.50	26.17	24.50

Donde el rango de pesos:

CAL1TR = Calibres 8 y 10 = Más de 367 gramos

CAL2TR = Calibres 12 y 14 = 266 – 367 gramos

CAL3TR = Calibres 16 y 18 = 210 – 265 gramos

CAL4TR = Calibres 20 y 22 = 170 – 209 gramos

CAL5TR = Calibres 24 a más = Menos de 170 gramos

The GLM Procedure

Dependent Variable: CAL1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	5.97060500	0.85294357	1.05	0.4477
Error	12	9.74249000	0.81187417		
Corrected Total	19	15.71309500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CAL1 Mean
0.379976	3.066902	0.901041	29.37950

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	4.44167000	1.11041750	1.37	0.3023
TRA	3	1.52893500	0.50964500	0.63	0.6108

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	4.44167000	1.11041750	1.37	0.3023
TRA	3	1.52893500	0.50964500	0.63	0.6108

The GLM Procedure

Dependent Variable: CAL2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	9.02307000	1.28901000	3.31	0.0333
Error	12	4.66965000	0.38913750		
Corrected Total	19	13.69272000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CAL2 Mean
0.658968	2.186348	0.623809	28.53200

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	7.37247000	1.84311750	4.74	0.0159
TRA	3	1.65060000	0.55020000	1.41	0.2869

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	7.37247000	1.84311750	4.74	0.0159
TRA	3	1.65060000	0.55020000	1.41	0.2869

The GLM Procedure

nt Variable: CAL3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	15.49537000	2.21362429	2.83	0.0547
Error	12	9.39221000	0.78268417		
Corrected Total	19	24.88758000			

R-Square Coeff Var Root MSE CAL3 Mean
 0.622615 3.235779 0.884694 27.34100

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	11.67083000	2.91770750	3.73	0.0340
TRA	3	3.82454000	1.27484667	1.63	0.2348

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	11.67083000	2.91770750	3.73	0.0340
TRA	3	3.82454000	1.27484667	1.63	0.2348

The GLM Procedure

nt Variable: CAL4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	14.16946000	2.02420857	1.56	0.2385
Error	12	15.59522000	1.29960167		
Corrected Total	19	29.76468000			

R-Square Coeff Var Root MSE CAL4 Mean
 0.476049 4.351812 1.140001 26.19600

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	9.19998000	2.29999500	1.77	0.1997
TRA	3	4.96948000	1.65649333	1.27	0.3273

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	9.19998000	2.29999500	1.77	0.1997
TRA	3	4.96948000	1.65649333	1.27	0.3273

The GLM Procedure

nt Variable: CAL5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	5.82820500	0.83260071	1.14	0.4008
Error	12	8.75965000	0.72997083		
Corrected Total	19	14.58785500			

R-Square Coeff Var Root MSE CAL5 Mean
 0.399524 3.374542 0.854383 25.31850

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	2.77743000	0.69435750	0.95	0.4683
TRA	3	3.05077500	1.01692500	1.39	0.2925

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	4	2.77743000	0.69435750	0.95	0.4683
TRA	3	3.05077500	1.01692500	1.39	0.2925

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES DE LOS TRATAMIENTOS DE AG₃ UTILIZANDO LA PRUEBA RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN (Nivel de significación = 0.05)

	10 ppm	10 ppm	10 ppm	10 ppm
CAL1TR	a	a	a	a
CAL2TR	a	a	a	a
CAL3TR	a	a	a	a
CAL4TR	a	a	a	a
CAL5TR	a	a	a	a

Análisis estadístico N°4. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ). Rendimiento

TRATAMIENTO	BLOQUE	RENDIMIENTO (Y)
T0 (Testigo)	1	20.99
T1 (5 ppm)	1	10.79
T2 (12.5 ppm)	1	17.53
T3 (25 ppm)	1	5.19
T4 (50 ppm)	1	6.43
T5 (100 ppm)	1	12.60
T0 (Testigo)	2	21.42
T1 (5 ppm)	2	9.42
T2 (12.5 ppm)	2	15.53
T3 (25 ppm)	2	6.28
T4 (50 ppm)	2	9.84
T5 (100 ppm)	2	16.67
T0 (Testigo)	3	22.77
T1 (5 ppm)	3	11.61
T2 (12.5 ppm)	3	16.87
T3 (25 ppm)	3	9.73
T4 (50 ppm)	3	4.98
T5 (100 ppm)	3	11.77
T0 (Testigo)	4	18.76
T1 (5 ppm)	4	10.75
T2 (12.5 ppm)	4	16.89
T3 (25 ppm)	4	8.00
T4 (50 ppm)	4	6.47
T5 (100 ppm)	4	11.41
T0 (Testigo)	5	20.90
T1 (5 ppm)	5	11.20
T2 (12.5 ppm)	5	15.74
T3 (25 ppm)	5	5.65
T4 (50 ppm)	5	4.12
T5 (100 ppm)	5	10.76

ent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	807.4878133	89.7208681	31.80	<.0001
Error	20	56.4264667	2.8213233		
Corrected Total	29	863.9142800			

R-Square 0.934685
Coeff Var 13.58085
Root MSE 1.679680
Y Mean 12.36800

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLO	4	12.5092133	3.1273033	1.11	0.3800
TRÅ	5	794.9786000	158.9957200	56.36	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLO	4	12.5092133	3.1273033	1.11	0.3800
TRÅ	5	794.9786000	158.9957200	56.36	<.0001

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 20
Error Mean Square 2.821323

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	2.216	2.326	2.396	2.445	2.481

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRÅ
A	20.968	5	T0
B	16.512	5	T2
C	12.640	5	T5
C	10.754	5	T1
D	6.968	5	T3
D	6.366	5	T4

Análisis estadístico N°5. Ensayo 2: Aplicación de Thidiazurón (TDZ). Porcentaje de Calibres

<u>Obs</u>	BLOQUE	TRA	CAL1	CAL2	CAL3	CAL4	CAL5
1	1	T0	4.23	69.01	22.54	2.82	1.41
2	2	T0	1.15	25.29	55.17	13.79	4.60
3	3	T0	1.16	44.19	43.02	6.98	4.65
4	4	T0	3.08	66.15	21.54	1.54	7.69
5	5	T0	0.00	48.75	32.50	12.50	6.25
6	1	T1	2.44	41.46	41.46	9.76	4.88
7	2	T1	24.14	65.52	10.34	0.00	0.00
8	3	T1	13.51	67.57	18.92	0.00	0.00
9	4	T1	5.26	65.79	18.42	10.53	0.00
10	5	T1	5.41	78.38	8.11	5.41	2.70
11	1	T2	0.00	38.03	35.21	19.72	7.04
12	2	T2	3.51	47.37	38.60	8.77	1.75
13	3	T2	7.41	70.37	22.22	0.00	0.00
14	4	T2	7.14	66.07	21.43	3.57	1.79
15	5	T2	1.52	24.24	40.91	25.76	7.58
16	1	T3	0.00	61.11	33.33	0.00	5.56
17	2	T3	14.29	61.90	14.29	4.76	4.76
18	3	T3	17.65	41.18	20.59	17.65	2.94
19	4	T3	12.00	84.00	4.00	0.00	0.00
20	5	T3	5.26	57.89	36.84	0.00	0.00
21	1	T4	25.00	55.00	20.00	0.00	0.00
22	2	T4	19.35	64.52	12.90	3.23	0.00
23	3	T4	20.00	80.00	0.00	0.00	0.00
24	4	T4	5.00	85.00	10.00	0.00	0.00
25	5	T4	0.00	84.62	15.38	0.00	0.00
26	1	T5	13.64	45.45	29.55	11.36	0.00
27	2	T5	8.62	55.17	24.14	6.90	5.17
28	3	T5	25.71	68.57	5.71	0.00	0.00
29	4	T5	5.41	75.68	16.22	0.00	2.70
30	5	T5	5.41	72.97	16.22	0.00	5.41

Donde:

CAL1 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 8 y 10 (más de 367 gramos)

CAL2 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 12 y 14 (266 – 367 gramos)

CAL3 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 16 y 18 (210 – 265 gramos)

CAL4 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 20 y 22 (170 – 209 gramos)

CAL5 = Porcentaje de la cantidad de frutos de calibres 24 a más (menos de 170 gramos)

Variable dependiente: CAL1TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	27.42590500	3.04732278	2.83	0.0253
Error	20	21.54543594	1.07727180		
Total corregido	29	48.97134094			

R-cuadrado	<u>Coef Var</u>	Raíz MSE	CAL1TR Media
0.560040	36.82435	1.037917	2.818561

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	12.71391842	3.17847960	2.95	0.0456
TRA	5	14.71198658	2.94239732	2.73	0.0488

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	12.71391842	3.17847960	2.95	0.0456
TRA	5	14.71198658	2.94239732	2.73	0.0488

Variable dependiente: CAL2TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	17.40115724	1.93346192	2.01	0.0929
Error	20	19.23877624	0.96193881		
Total corregido	29	36.63993348			

R-cuadrado	<u>Coef Var</u>	Raíz MSE	CAL2TR Media
0.474923	12.64569	0.980785	7.755880

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	7.74370306	1.93592576	2.01	0.1314
TRA	5	9.65745418	1.93149084	2.01	0.1213

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	7.74370306	1.93592576	2.01	0.1314
TRA	5	9.65745418	1.93149084	2.01	0.1213

Variable dependiente: CAL3TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	34.24163197	3.80462577	2.82	0.0256
Error	20	26.96715980	1.34835799		
Total corregido	29	61.20879177			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAL3TR Media
0.559423	24.78760	1.161188	4.684553

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	11.45807692	2.86451923	2.12	0.1154
TRA	5	22.78355505	4.55671101	3.38	0.0225

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	11.45807692	2.86451923	2.12	0.1154
TRA	5	22.78355505	4.55671101	3.38	0.0225

Variable dependiente: CAL4TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	16.37274691	1.81919410	1.11	0.3968
Error	20	32.63666527	1.63183326		
Total corregido	29	49.00941218			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAL4TR Media
0.334074	57.89776	1.277432	2.206359

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.93864026	0.98466006	0.60	0.6646
TRA	5	12.43410666	2.48682133	1.52	0.2271

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	3.93864026	0.98466006	0.60	0.6646
TRA	5	12.43410666	2.48682133	1.52	0.2271

Variable dependiente: CAL5TR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	7.09252820	0.78805869	1.80	0.1304
Error	20	8.73847153	0.43692358		
Total corregido	29	15.83099973			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAL5TR Media
0.448015	37.94249	0.661002	1.742116

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	1.48276698	0.37069174	0.85	0.5112
TRA	5	5.60976123	1.12195225	2.57	0.0597

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	4	1.48276698	0.37069174	0.85	0.5112
TRA	5	5.60976123	1.12195225	2.57	0.0597

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES DE LOS TRATAMIENTOS CON TDZ UTILIZANDO LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN (Nivel de significación = 0.05)

	T0 (0 ppm)	T1 (5 ppm)	T2 (12.5 ppm)	T3 (25 ppm)	T4 (50 ppm)	T5 (100 ppm)
CAL 1	b	a	ab	ab	a	a
CAL 2	b	ab	b	ab	a	ab
CAL 3	a	ab	a	ab	b	ab
CAL 4	ab	ab	a	ab	b	ab
CAL 5	a	ab	a	ab	b	ab