UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema

"USO DE BIORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y MADURACIÓN DE FRUTOS DE PIÑA MD2 (Ananas comusus)"

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor

PADILLA LASO WILFRIDO GERARDO

Director de Tesis

ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO MSc.

Quevedo - Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Wilfrido Gerardo Padilla Laso**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Wilfrido Gerardo Padilla Laso

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Francisco Espinosa Carrillo MSc,** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Wilfrido Gerardo Padilla Laso**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada **"USO DE BIORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y MADURACIÓN DE FRUTOS DE PIÑA MD2 (Ananas comusus)"**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

"USO DE BIORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y MADURACIÓN DE FRUTOS DE PIÑA MD2 (*Ananas comusus*)"

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO.**

Aprobado:

_____
Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____	_____
Ing. Karina Plua panta, MSc.	**Ing. Neptalí Franco Suescum, MSc.**
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS	**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

A la Ing. Dominga Ernestina Rodríguez Angulo, Directora de la UED, por su gestión y apoyo brindados.

Al Ing. Francisco Espinosa Msc., Director de Tesis por sus conocimientos y permanente guía.

A mis amigos y compañeros que con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis queridos padres que estuvieron conmigo y me brindaron su apoyo sincero, verdadero ejemplo de trabajo y superación; les dedico con todo mi amor este pequeño triunfo que será muy significativo en mi vida.

Wilfrido

ÍNDICE

Pág.

PORTADA i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS iii
AGRADECIMIENTO v
DEDICATORIA vi
ÍNDICE vii
ÍNDICE DE CUADROS x
RESUMEN EJECUTIVO xii
ABSTRAC xiii

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACÓN 1
1.1. Introducción 2
1.2. Objetivos 4
1.2.1. General 4
1.2.2. Específicos 4
1.3. Hipótesis 4

CAPITULO II

MARCO TEORICO 5
2.1 Requerimientos agronómicos y manejo 5
2.1.1 Requerimientos del cultivo de piña 6
2.1.2 Requerimientos de suelo 6
2.1.3 Precipitación 7
2.1.4 Topografía 7
2.1.5 Fertilidad 8
2.1.6 Textura 8
2.1.7 Plagas del cultivo de piña 9
2.1.8 Arvenses 9
2.2 Aspectos Fisiológicos de la Piña 9
2.2.1 Crecimiento de fruto. 11
2.2.2 Maduración de fruto 12

2.2.3 Desórdenes fisiológicos 12
2.2.4 Hormonas vegetales 14

2.2.4.1 Auxinas 14
2.2.4.2 Giberelinas 16
2.2.4.3 Citoquininas 17
2.3 Investigaciones relacionadas 19

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 21
3.1 Materiales y Métodos 21
3.1.1 Localización y duración del experimento 22
3.2 Condiciones Meteorológicas 22
3.3 Materiales 23
3.4 Factores de Estudio 24
3.5 Tratamientos 24
3.6 Repeticiones 24
3.7 Diseño experimental 25
3.7.1 Esquema de análisis de varianza 25
3.7.2 Características de las unidades experimentales 25
3.8 Manejo de la investigación 26
3.9 Variables evaluadas 26
3.9.1 Días a la madurez comercial del fruto 27
3.9.2 Grados brix 27
3.9.3 Largo del fruto 27
3.9.4 Diámetro del fruto 27
3.9.5 Firmeza de la fruta 27
3.9.6 Peso de frutos 27
3.10 Análisis económico. 28

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION 30
4. Resultados y Discusión 30
4.1. Días a la madurez comercial del fruto 31
4.3 Largo del fruto 31

4.4 Diámetro del fruto 32
4.2 Grados brix 33
4.5 Llenado interno de la fruta 34
4.5 Traslucidez de la pulpa 35
4.6 Peso de frutos 36
4.7 Costos de producción y análisis económico 37

4.7.1. Costos de aplicación 37
4.2.2. Análisis económico 37

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 39
5.1. Conclusiones 40
5.2. Recomendaciones 41

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA 42
6.1 Literatura Citada 42

CAPITULO VI
ANEXOS 46
7.1. Anexos 46
Anexo 1. Croquis de ubicación de las parcelas en el campo 47
Anexo 2. Resultados del análisis de variancia 48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Condiciones meteorológicas en, efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	34
2	Materiales utilizados en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	35
3	Nomenclatura y descripción de los tratamientos en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	36
4	Esquema del análisis de varianza en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	37
5	Alto de la fruta en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	43
6	Diámetro del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	44
7	Grados brix del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	45
8	Llenado interno de la fruta en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	46

9	Traslucidez de la pulpa en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	47
10	Peso del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	48
11	Ingresos brutos, utilidad y beneficio/costo de los tratamientos en, efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.	50

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de la presente investigación fue, evaluar el efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2. Se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, Cantón Santo Domingo, Km. 7 Vía Quevedo, en el recinto San Remo, Hacienda San Remo, ubicada en las coordenadas UTM: 17M 0677960-9921924, tuvo una duración de 5 meses.

Los biorreguladores aplicados fueron: Auxina 1L/ha^{-1}, Giberelina 1L/ha^{-1} y la combinación de auxina 0.5 + Giberelina 0.5L/ha^{-1}. El diseño experimental empleado fue un D.B.C.A. (Diseño de Bloques Completos al Azar) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. De los resultados se tiene que La madurez de la piña MD2 con la aplicación de las hormonas luego de la inducción floral, la madurez se presentó a las 21 semanas, momento en que estaba apta para el procedimiento de cosecha y exportación. Sobresale el tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos más largos, más gruesos y más pesados. En contenido de azúcares y traslucidez de la pulpa sobresale el tratamiento T4 (Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos que presentan en promedio 15.84 grados Brix y 1.17 de traslucidez de la pulpa. La mayor utilidad marginal $ 7705,09 USD se tiene con el tratamiento T3 en el que se utilizó (Giberelina 1L/ha^{-1}).

ABSTRAC

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of the use of bio regulators on growth and maturation of fruits of pineapple (Ananas comosus) MD2. It is conducted in the province of Santo Domingo of the Tsachilas, Canton Santo Domingo, Km. 7 Track Quevedo, in the compound San Remo, Hacienda San Remo, located in the UTM coordinates: 17M 0677960-9921924, had duration of 5 months.

The bio regulators applied were: Auxin 1L/ha^{-1}, Gibberellin 1L/ha^{-1} and the combination of Gibberellin + Auxin 0.5 + 0.5 1L/ha^{-1}. The experimental design employed was a D. B. C. A. (Design randomized complete blocks) with 4 treatments and 4 repetitions. Of the results is that the maturity of the pineapple MD2 with the implementation of the hormones after the floral induction, the maturity was presented to the 21 weeks, at which time it was suitable for the procedure of harvest and export. Protrudes the T3 treatment (Gibberellin 11L/ha^{-1}), with fruits longer, thicker and heavier. In sugar content and translucency of the pulp treatment stands out the T4 (Auxin + Gibberellin 1L/ha^{-1}), with fruits that are on average 15.84 degrees Brix and 1.17 translucency of the pulp. The higher marginal utility is $7705.09 USD has with the T3 treatment in which was used (Gibberellin 1L/ha^{-1}).

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACÓN

1.1. Introducción

La piña es la tercera fruta tropical más importante en el mundo, después del banano y los cítricos. Previo al descubrimiento de la fruta de piña por Cristóbal Colón en 1493 la fruta era ya un componente estable de los cultivos y dieta de los nativos americanos de las tierras bajas del trópico. (Morrison, 1963), citado por **(Bartholomew Dp.; Paull Re.; Rohrbach Kg. Eds, 2007).**

La Piña (*Ananas comusus*), es nativa de zonas tropicales de América del sur como Brasil. Se la cultiva con fines comerciales tanto como por parte de horticultores aficionados. Las flores dan fruto sin necesidad de fecundación, es decir, se auto fecundan de manera asexual. Su pulpa se la puede encontrar de color amarilló con puntos cristalinos que nos indican su estado de maduración. Además contiene gran cantidad de ácidos orgánicos y vitamina C, sustancias minerales y azúcares por lo que es muy apreciado por su sabor.

Los Estados Unidos es uno de los principales mercados para la piña, lo que deja de manifiesto la solidez de este sector en el mercado mundial. Buena parte del crecimiento de las exportaciones se basa en que el país aprovechó apropiadamente el surgimiento de la variedad conocida como MD2 o piña dulce **(Vásquez, 2006).**

En Ecuador con una extensión cultivada de piña de aproximadamente 3.300 hectáreas, exportó en el 2.008 alrededor de veinte y ocho millones de dólares de piña extra dulce, hacia los mercados de Estados Unidos y Europa principalmente, actualmente existe una demanda insatisfecha de esta fruta en los mercados internacionales. Lo que unido a grandes extensiones de cultivo de variedades de gran rendimiento, a la perfección de los métodos de cultivo, ha hecho de esta fruta un cultivo rentable. **(Vásquez, 2006).**

Existe entonces la necesidad de producir grandes cantidades de piña de tamaño y color requeridos para su exportación, por lo que es necesario generar técnicas nuevas que permitan obtener en el más corto tiempo frutos de buena

calidad en cantidades requeridas, por esta razón el presente trabajo plantea el uso de ácido giberélico y auxinas como estimulantes del crecimiento y maduración de la fruta aplicados al cultivo de piña. El utilizar biorreguladores ayudará a evaluar el crecimiento ideal del fruto en piñas MD-2 (*Ananas comusus*) para su exportación.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- Evaluar el efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

1.2.2. Específicos

- Evaluar el crecimiento de la piña aplicando dos biorreguladores en el cultivo de piña.

- Identificar el bioregulador que presenta el mejor desarrollo de la piña.

- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

- ✓ La aplicación de Giberelina 1 l/ha^{-1} presenta el mejor desarrollo y madurez del fruto de piña.

- ✓ La aplicación de Giberelina 1 l/ha^{-1} es el tratamiento más económico para el desarrollo y madurez del fruto de piña.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Requerimientos agronómicos y manejo

2.1.1 Requerimientos del cultivo de piña

La piña se cultiva desde los 30º Latitud Norte hasta los 33° 58´ Latitud Sur. La piña pocas veces requiere menos de 12 meses para completar su ciclo (siembra-cosecha), y más comúnmente la duración del ciclo es de 18-24 meses e incluso hasta 36 meses en ambientes fríos subtropicales.

Las altas productividades del cultivo de piña dependen del éxito que se tenga en el manejo de los factores controlables, como el suministro de agua y nutrientes; así como también del control de plagas invertebradas y enfermedades **(Malézieux, Cote, Bartholomew, 2008).**

Factores ambientales como temperatura, irradiación y precipitación interactúan con el mecanismo CAM de las plantas, y las extraordinarias características morfológicas y anatómicas de la piña finalmente determinan la productividad dentro de un ambiente dado **(Malézieux, Cote, Bartholomew, 2008).**

2.1.2 Requerimientos de suelo

La piña se adapta bien a suelos ácidos, donde el pH de 4,5 a 5,5 reduce la incidencia de enfermedades que provienen del suelo; mencionan que es preferible evitar suelos con pH superiores a 7.0, indican que la piña tolera suelos de baja fertilidad, pero que las mejores producciones son obtenidas de suelos con alta fertilidad; afirman además que la piña tolera altos niveles de aluminio soluble y manganeso y que son deseados suelos con altos contenidos de materia orgánica y potasio. **(Bartholomew Dp.; Paull Re.; Rohrbach Kg. Eds., 2008).**

2.1.3 Precipitación

La piña puede desarrollarse en áreas con lluvias que varían desde 600 mm año^{-1}, con una estación seca de varios meses, hasta 3500 mm o 4000 mm año^{-1}. La adaptabilidad de la piña a diferentes regímenes es muy notable y esta capacidad de sobrevivir a pronunciados y prolongados periodos de estrés hídrico es muy destacada. **(BANACOL de Costa Rica, 2010).**

Estos autores reportan que en Hawai se obtuvieron altas producciones con una evaporación de 1850 mm año-1 y lluvias anuales de solo 1000 mm año^{-1}. Después de varios meses de sequía el crecimiento se detiene. En siembras de regiones bajas de Guinea estos autores encontraron que el crecimiento vegetativo se detiene de 3 a 3,5 meses durante 5 meses de estación seca, en comparación con plantas con suministro normal de agua. **(BANACOL de Costa Rica, 2010).**

La transpiración también depende de la disponibilidad de agua en el suelo. El suelo presentará una alta resistencia al paso de agua hacia la raíz, cuando la cantidad de agua esté por debajo de la capacidad de campo. Esto indica la importancia que tiene el alto grado de contacto de la raíz con el suelo **BANACOL de Costa Rica, 2010).**

2.1.4 Topografía

Lo más importante a considerar en este sentido es la erosión, en cuanto al cultivo de piña debería seleccionarse los terrenos menos inclinados. Reportan que cuando las labores son manuales se han seleccionado terrenos extremadamente inclinados y cuando las labores son mecanizadas deben seleccionarse terrenos más planos. Reportan siembras en Australia en terrenos con 40% de pendiente con buenos resultados productivos pero con altas pérdidas de suelo por erosión. (**Bartholomew et al., 2007).**

2.1.5 Fertilidad

Desde el punto de vista químico la acidez del suelo (pH) es la característica más relevante para el cultivo de piña. En ambientes controlados el potasio es más activamente absorbido que el calcio, y los nitratos más que los sulfatos. Esto resulta en la acidificación de la solución nutritiva sin tomar en cuenta el pH inicial, el cual influencia el crecimiento de la raíz y el crecimiento de la planta como un todo. **(Bertsch, 2008).**

Todos los estudios realizados a nivel de campo muestran que el pH óptimo está entre 4,50 y 5,50. Partiendo del valor óptimo, la producción decrece más rápidamente con un incremento en la acidificación que con un incremento en la alcalinización. Además el aluminio extraíble se incrementa rápidamente con decrecimientos de pH por debajo de 4,5, lo cual puede explicar las reacciones de la planta aunque el umbral de tolerancia al aluminio no es conocido. **(Comercializadora Bananera, 2010).**

El pH alto limita el desarrolla radicular y causa el bloqueo de ciertos elementos trazas. En consecuencia en lugares donde el origen del suelo explica las deficiencias o toxicidades el control del pH es el camino más efectivo para evitar la degradación del suelo y asegurar la óptima nutrición de elementos trazas. **(BANACOL de Costa Rica, 2010).**

2.1.6 Textura

La calidad del suelo puede ser evaluada en relación con las características de crecimiento de las plantas y el clima. La morfología de las raíces depende en alto grado de las características físicas del suelo. El sistema radical adventicio se encuentra alrededor del tallo en la base de las hojas, es extenso, sin ramificaciones y posee numerosos pelos absorbentes. Raíces similares se producen si el suelo está cubierto con plástico. Bajo estas condiciones de constante humedad se fomenta el normal crecimiento y la mayor actividad. **(BANACOL de Costa Rica, 2010).**

En suelos bien aireados, sin excesos de humedad, las raíces pueden desarrollar hasta más de 60 cm de longitud. Aunque esto no es posible en arenas ferralíticas donde una densidad aparente de 1.4 g ml-1 reduce considerablemente la elongación de las raíces y también afecta la morfología y la anatomía, incrementando la cantidad de médula y **p**arénquima y reduciendo el largo de las raíces. Los pelos radicales son aún más sensibles que las raíces y la actividad de la raíz depende de la capacidad de los pelos de funcionar satisfactoriamente y aún más, de sobrevivir **(Bertsch, 200).**

Un suelo ideal para el cultivo de piña debe ser alto en contenido de materia orgánica, con excelente drenaje interno y alta aireación, que provea una óptima cantidad de agua, nutrientes y oxígeno a las raíces. **(Bartholomew et al. 2007)**

2.1.7 Plagas del cultivo de piña

En el cultivo de piña en etapa de plantación, existen plagas de los Reinos Animalia, Plan tae, Fungi y Monera, en el primero se tienen plagas vertebradas y representantes del phillum arthrópoda, molusca y nematoda, en el segundo se tienen las malezas, en el tercero los hongos y en el cuarto las bacterias y todos requieren tratamiento fitosanitario por los problemas que causan al cultivo, según se aclarará seguidamente. **(BANACOL de Costa Rica, 2010).**

2.1.8 Arvenses

Las malezas encontradas en el agroecosistema de la piña son poaceas, plantas de hoja ancha y ciperaceas. Las moléculas de herbicidas utilizadas, en términos generales, en la etapa de plantación son: Diuron (hasta 5 kg/ha con 80% de i.a), Ametrina (hasta 5kg/ha a 80% de i.a), Bromacil (hasta 6 kg/ha a 80% de i.a), Hexacinona (hasta 1.5 kg/ha con 75% de i.a), Fluazifop-p-butyl (has ta 1.4 lts/ha a 12.5% de i.a). De estas moléculas en zonas con suelos pesados suelen hacerse tres ciclos de aplicaciones, sin embargo en las zonas de suelos livianos son requeridos hasta 4 ciclos. **(Jiménez, 2009).**

2.2 Aspectos fisiológicos de la piña

La planta de piña pasa por distintos procesos o eventos fisiológicos durante su vida, los cuales son secuenciales aunque van ocurriendo colateralmente varios de ellos a la vez. Desde que se establece una planta hay los eventos de formación y crecimiento de nuevas raíces, crecimiento de hojas, formación de flores, formación de frutos, maduración, etc.

La etapa o edad y la intensidad en que ocurren cada uno de estos eventos es una programación genética influenciada significativamente por el clima y el manejo del cultivo. Estas acciones genético-ambientales-manejo hacen que se produzcan sustancias químicas que son las que de manera directa e indirecta regulan los procesos fisiológicos citados.

La presencia y acción de hormonas es lo que regula y define la cantidad e intensidad de cada evento, mientras que otros compuestos químicos como aminoácidos, nutrientes, proteínas, etc. son componentes importantes pero no para regular sino para participar en la conformación y la acción de las hormonas. Hay diversos productos comerciales tipo hormonal que pueden utilizarse para regular distintos procesos o eventos fisiológicos. Para que su uso sea efectivo y consistente es importante considerar. **(Laboratorios agroenzymas S.A. DE C.V., 2010).**

a) Tipo de hormona.
b) Bioactividad de la hormona.
c) Concentración indicada para el evento, y
d) Etapa de máxima sensibilidad de regulación del evento.

Por lo anterior, es importante establecer que para regular eventos siempre hay que utilizar productos específicos que en su formulación contengan uno o dos compuestos hormonales, y que éstos sean de alta bioactividad. Además del uso de biorreguladores para manipular eventos fisiológicos específicos, también se pueden utilizar compuestos que contengan diversos ingredientes en

pequeñas cantidades y que pueden ser utilizados como auxiliares para el mantenimiento fisiológico de la planta. **(Laboratorios agroenzymas S.A. DE C.V., 2010).**

2.2.1 Crecimiento de fruto.

La inflorescencia de la piña contiene aproximadamente 150 a 250 flores, que van abriendo 5-10 por día con lo que una inflorescencia completa puede tardar entre 15 a 25 días en abrir completamente todas sus flores; en todos los casos primero abren las flores más basales y progresivamente las más superiores.
El fruto de la piña es un fruto múltiple que consta de cerca de 200 flores individuales alrededor de un eje floral; al momento de ir creciendo cada ovario hay una fase de crecimiento por división o multiplicación de células y otra fase por alargamiento de las células previamente formadas. **(Laboratorios agroenzymas S.A. DE C.V. 2010)**

La etapa de división celular de cada ovario es de aproximadamente 20-30 días y luego continúa su crecimiento por alargamiento celular. En la medida que haya mayor cantidad de células formadas en la primer etapa, habrá mayor potencial de tamaño final del fruto. Las citocininas son de las hormonas específicas para división celular, siendo mucho más que lo que puedan ser las auxinas y las giberelinas.

Para estimular el crecimiento del fruto se pueden aplicar hormonas, encontrándose efectos de auxinas como el 3-CPA, el naftalenacético y el naftoxiacético, aunque se tienen efectos secundarios como retraso en madurez, menos vida poscosecha, daño a la corona, menos azúcar y pulpa de color pálido; estos efectos han detenido el posible uso comercial de estos productos. Una alternativa válida es la aplicación de citocininas a base de que puede alcanzar el mismo efecto en tamaño que los anteriores ingredientes auxínicos pero con menos o ninguno de algunos de los efectos secundarios negativos.

En la piña la inflorescencia va abriendo progresivamente desde la base sus flores individuales en un lapso de tiempo (15-25 días desde que aparece el punto rojo en el cogollo), por lo que en el fruto completo siempre habrá frutos individuales en distintas etapas de crecimiento y por tanto en distintas etapas de división o alargamiento celular.

Esto es muy importante en la decisión de aplicar el como herramienta para aumentar el tamaño de fruto, ya que se tiene que establecer primeramente que parte del fruto se desea estimular (parte basal, media o terminal) y en función de ello programar el tratamiento respectiva. Paralelo a esto también habrá que considerar que tanta cantidad de frutos (población) hay presentes de los que se quieren regular. **(Suárez, 2011).**

2.2.2 Maduración de fruto

El proceso de maduración del fruto es regulado por la edad del fruto. Al alcanzar un cierto estado de desarrollo comenzará a producir ciertas hormonas y a dejar de producir otras para con ello iniciarse cambios metabólicos que conducen a la madurez. En general se puede establecer que el etileno es la hormona de la madurez. Aplicaciones de Ethephon o de otros compuestos que induzcan la síntesis de etileno en el fruto, acelerará las reacciones metabólicas y anatómicas asociadas con madurez. **(Laboratorios Agroenzymas S.A. De C.V., 2010)**

2.2.3 Desórdenes fisiológicos

El principal problema de desorden fisiológico es la translucidez de la pulpa. El síntoma típico es que la pulpa afectada tiene baja porosidad y una condición acuosa debido a que los espacios intercelulares están llenos de agua (en lugar de aire). Este tipo de frutos tienen poco sabor y son de baja calidad de consumo, son muy frágiles y se degradan rápidamente después de cosecha.

La baja porosidad puede estar relacionada con una alta permeabilidad de la pared celular y/o una mayor movimiento de agua hacia fuera de la célula por efectos de muy alta concentración de azucares que genera una descompensación de presiones osmótica e hídrica en los frutos más maduros (basales). **(Laboratorios Agroenzymas S.A. De C.V., 2010)**

El problema de translucidez ocurre aproximadamente 3-4 semanas antes de la cosecha y aumenta progresivamente a partir de ahí; la parte basal del fruto es la que muestra primero el síntoma lo que sugiere que el problema está relacionado con la madurez y con la acumulación de azúcares.

La temperatura ambiental a los 2-3 meses antes de cosecha está relacionada con el grado de translucidez, encontrándose más problema cuando es de 23°C máxima y 15° mínima.Por otra parte se ha observado menor intensidad de translucidez en frutos con coronas más desarrolladas. **(Laboratorios Agroenzymas S.A. De C.V., 2010)**

Las posibilidades de reducir el problema de translucidez pueden estar en estrategias nutricionales para fortalecer la pared celular (aplicación de calcio y evitar alto nitrógeno) así como tener buen drenaje del suelo para evitar excesos de agua. El uso de hormonas también puede ser una alternativa, buscando un aumento de la densidad celular (mayor número de células por volumen); este efecto puede lograrse con la aplicación de citocininas a través del que se hiciera para aumento de tamaño de fruto pero con tratamientos para los frutos basales primero y luego para los medianos y superiores.

Un uso de giberélico para este problema de translucidez tenderá a agravar el problema porque la pared celular se hará más delgada y tendera a una mayor pérdida de agua del interior de la célula hacia el espacio intercelular. **(Laboratorios Agroenzymas S.A. De C.V., 2010)**

2.2.4 Hormonas vegetales

Las hormonas vegetales son sustancias orgánicas que se encuentran a muy baja concentración, se sintetizan en determinado lugar de la planta y se traslocan a otro, que es donde ejercen sus efectos reguladores: pero todavía no se conoce el mecanismo preciso mediante el cual funcionan.

Hasta el momento se conocen cinco grupos de fitohormonas: Auxinas Giberelinas, Citoquinas, Acido abcísico y Etileno. También existen numerosas sustancias sintéticas que pueden ser análogas o no en estructura química a las fitohormonas, las cuales suelen presentar una actividad biológica muy similar a ciertas hormonas vegetales.

Se consideran reguladores de crecimiento a los compuestos orgánicos, naturales o sintéticos, que modifiquen o inhiban en cierta cantidad el crecimiento o desarrollo de la planta, siempre que lo hagan de manera similar a como actúan las hormonas vegetales. **(Duval, 2010).**

2.2.4.1 Auxinas

Este grupo de hormonas, cuyo nombre proviene del término griego y que significa "crecer", le es dado at un grupo de compuestos que estimulan la elongación. Esta sustancia esta químicamente relacionada con el ácido indolacético (IAA) que es la forma predominante. Aunque se ha visto que existen otras auxinas indólicas naturales en las plantas. **(Barceló, Nicolás, Sabater y Sánchez, 2001).**

Existen, por otra parte, muchas sustancias sintéticas reguladoras de crecimiento que no poseen estructura indólica, pero que presentan actividad auxínica. Por ejemplo el ácido 2,4-diclorofenoxiacetico (2.4-D), uno de los principales constituyentes de numerosos herbicidus. Las auxinas se encuentran en toda la planta, pero los enzimas responsables de la biosíntesis de IAA son más activos en los tejidos finos jóvenes, como meristemos apicales, hojas y

frutas crecientes. En los tejidos finos, como regiones meristemáticas en crecimiento activo, se localizan las concentraciones más altas de IAA. **(Lange, 2008).**

Las concentraciones de auxinas en las plantas varían de I a 100 mg/kg peso fresco, mientras que la concentración de auxinas conjugada es, en ocasiones, superior. No se conoce cuáles son exactamente las vías de transporte del IAA, pero se cree que son transportadas por células asocia das al floema más próximo al cámbium por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose de forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. **(Barceló, Nicolás, Sabater y Sánchez, 2001).**

Éstos son los aspectos tisiológicos relacionados con las auxinas: Estimulan la elongación celular, la división celular en el cambium en presencia de Citoquinas, la diferenciación de xilema y floema y la formación de raíces laterales y adventicias; producen una curvatura de la punta de la planta hacia la luz, fototropismo; reprimen el desarrollo de brotes axilares laterales manteniendo dominancia apical, retrasan la senescencia de las hojas; pueden inhibir la abscisión de la hoja o el Fruto. También estimulan el crecimiento y maduración de las frutas y el crecimiento de partes de la flor.

Facilita un el cuajado del fruto y estimulan la producción de etileno a elevadas concentraciones. Una de las aplicaciones más importantes que se le adjudican a los compuestos auxínicos es la estimulación de la formación de raíces en la reproducción de ejemplares mediante la técnica del esquejado.

Para ello se usan sustancias como el ácido indolbutírico (1BA) o el ácido naftalenacético (NAA), estas sustancias se pueden encontrar en el mercado tanto en polvo como en forma líquida. En el mercado se pueden adquirir tanto auxinas naturales como sintéticas, estando su uso muy limitado por su costo. **(Barceló, Nicolás, Sabater y Sánchez, 2001).**

2.2.4.2 Giberelinas

Las giberelinas son el grupo más numeroso de hormonas vegetales que se conoce en la actualidad dad. Actualmente hay más de 90 giberelinas aisladas de tejidos vegetales, que han sido identificadas químicamente. Varían Algo en estructura y también En actividad**. (Mauseth, 2006).**

La mejor conocida del grupo es la GA3 (ácido giberélico), producida por el hongo Giberella fujikuroi, cuya actividad fue descubierta por Kurosawa. Se han aislado giberelinas de muchas especies de plantas superiores, y, en general, se cree que se dan en todas las plantas superiores. Se presentan en cantidades variables en todos los órganos de la planta, pero las concentraciones mayores se alcanzan en órganos jóvenes, pero sobretodo en las semillas inmaduras. **(Ramírez, Castillo, Aceves y Carrillo, 2005).**

Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en punta; dc las raíces y semillas en desarrollo. Esta hormona, a diferencia de la auxina muestra un modo de transportarse totalmente diferente al de las auxinas, en vez de un trasporte polarizado, muestra un movimiento por el floema junto con loti productos de la fotosíntesis y también por el xilema, probablemente por un desplazamiento radial del floema al xilema, más generalmente bidireccional y que podríamos calificar como pasivo. **(Mauseth, 2006).**

La respuesta más observada en las plantas superiores es un incremento notable de crecimiento del vástago; a menudo, los tallos se vuelven largos y delgados, con pocas ramas, y las hojas palidecen. Las giberelinas estimulan la división celular y, afectan tanto a las hojas como a los tallos.

Estos son los aspectos fisiológicos relacionados con las giberelinas.

- Estimulan la elongación de los tallos, ya que incrementan la extensibilidad de la pared.

- Estimulan la germinación de semillas en muchas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.
- Estimulan la producción del enzima (a-amilatia) y otras enrimas en la germinación de granos de cereales para la movilización de las reservas de la semilla.
- Puede causar partenocarpia en algunas especies de frutales.
- Reemplaza la necesidad de horas frío para inducir la floración en algunas especies.
- Retraso en la maduración de los frutos y senescencia de la hoja (cítricos)
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.

Se está utilizando para incrementar el tamaño del fruto en viñedos de uva sin pepita, haciendo que el racimo se elongue y permitiendo que la uva este mas ventilada reduciendo así las probabilidades de infección por botritis.

En las empresas cerveceras para aumentar la producción de malta, mediante efectos promotores de la digestión dc almidón por las giberelinas. El tratamiento con giberelinas puede incrementar la producción de caña de arcar, aumentando la longitud del tallo. **(Mauseth, 2006).**

2.2.4.3 Citoquininas

No son las auxinas las únicas fitohormonas que requiere una planta para su crecimiento; requieren también de otro tipo de ellas que favorezca la multiplicación de las células. Las Citoquininas son los compuestos con una estructura que se asemeja a la adenina, y que promueven la división de célula en tejidos no meristemáticos, teniendo otras funciones similares al kinetina.

Estos compuestos se han encontrado en todas las plantas, particularmente en los tejidos que se dividen de forma activa como meristemos, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo. Los estudios sobre la acción de las Citoquininas en la división celular han demostrado que son

necesarias en algunos procesos posteriores a la replicación del ADN pero anteriores a la mitosis. **(Davies, 2005).**

Las Citoquininas se hallan en concentraciones generalmente inferiores; a las restantes fitohormonas. Se han detectado tanto en el floema como en el xilema y su transporte en la planta es por vía arcopétala, desde cl ápice de la raíz hasta los tallos, moviéndose a través de la savia en los vasos correspondientes al xilema. Los diferentes tipos de Citoquininas son Zeatina, Kinetina y Benziladenina. (Pérez y Martínez, 2004), **citados por (Duval, 2010).**

Los efectos fisiológicos causados por las Citoquininas, variar dependiendo del tipo de Citoquininas y la especie de planta:

- Estimula la división celular y el crecimiento de yemas laterales; promueven la movilización de nutrientes hacia las hojas y la germinación de la semilla y desarrollo de los brotes; induce la partenocarpia en algunos frutos; promueve la expansión celular en hojas y cotiledones y produce la conversión de etioplastos en cloroplastos mediante la estimulación de síntesis de clorofila.

- También estimula de la formación de tubérculos en patata.

- Las citoquininas presentan numerosas aplicaciones prácticas, sobre todo en cultivo in vitro. En el mercado se encuentran algunas formulaciones de citoquininas, como Benziladenina al 1.9% en combinación con Giberelinas (A4 y A7) al 19%, Esto produce ramificación y alargamiento de los brotes en plantón de manzano. (Pérez y Martínez, 2004), citados por **(Duval, 2010).**

2.3 Investigaciones relacionadas

En este proyecto se estableció el mejor origen de explante para introducir el material a micropropagar, utilizando yemas apicales y yemas axilares, siendo las yemas laterales las mejores al tener menos contaminación bacteriana. Los explantes introducidos fueron multiplicados por dos tipos de corte, el longitudinal y el transversal, siendo el corte longitudinal el mejor para la obtención de mayor número de brotes a la par de la mejor dosis de citoquininas (2.5 ppm de BAP), lo que genera más brotes y hojas por explante multiplicado. Se aplicaron dos metodologías para el enraizamiento y la aclimatación como son en sistema in vitro y en Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH), la metodología in vitro no presentó resultados óptimos para recomendación, en contraste, el SAH para enraizamiento presentó el mejor porcentaje de plantas enraizadas y consecuente se obtuvo una mejor aclimatación. Los costos de producción en explotación masiva comercial rodean los $0.40/planta, teniendo muchas ventajas para el productor en cuanto a la sanidad y característica productiva de las vitroplantas en comparación con los hijuelos adquiridos en campo **(Suárez, 2011).**

El objetivo fue determinar el efecto de dosis y número de aplicaciones de Fruitone CPA (ácido 2-3 clorofenoxi-propiónico) en el retraso de la maduración, rendimiento y calidad del fruto de piña en el periodo de primavera. El experimento se llevó al cabo en el Campo Experimental Papaloapan, del INIFAP, en Veracruz, México. Se estableció con el cv. Cayena Lisa de México, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones; los tratamientos fueron nueve, incluido el testigo sin aplicación, 300, 600, 900 y 1200 mL por hectárea en una aplicación y 600, 900, 1500 y 2100 mL por hectárea divididas en dos aplicaciones iguales, espaciadas ocho días, de Fruitone CPA; los tratamientos se establecieron a los 135 días después de la inducción floral, a 65 días antes de la cosecha del testigo. Los resultados muestran un alto y significativo efecto del Fruitone en el peso de la fruta, aunque no hubo diferencias entre el número de aplicaciones; el contenido de ácido cítrico y los sólidos solubles totales se incrementaron con la aplicación del Fruitone. No se

presentaron frutos agrietados ni con Mancha Café interna en ningún tratamiento. El retraso de la cosecha con respecto al testigo varió desde los seis hasta los 21 días, en función de la dosis. Se concluye que el mejor tratamiento fue el de 900 mL de Fruitone CPA por hectárea, en una sola aplicación, el cual incrementó el peso del fruto en un 14% y retrasó la cosecha 19 días **(Rebolledo, Uriza , Rebolledo,Becerril y Ruiz, 2012).**

Se evaluaron dosis de Fruitone en noviembre en una y dos aplicaciones desde 300 hasta 2000 ml ha-1 de Ácido Giberélico (5 y 10 mg L-1) en invierno en el cultivar Cayena Lisa en 33,000 plantas por hectárea; se encontró que ambos productos tuvieron un efecto retardante sobre la maduración: Fruitone retardó desde 21 hasta 37 días, de acuerdo con la concentración y número de aplicaciones en tanto el Ácido Giberélico solo se retrasó en cinco días. El peso del fruto se incrementó con los dos productos, pero con Fruitone tuvo mejor respuesta. Los contenidos de ácido cítrico se incrementaron en los frutos con Fruitone, lo cual fue contrario a lo encontrado en otros trabajos; asimismo se obtuvo una respuesta desfavorable con las dosis altas de Fruitone al disminuir el contenido de azúcares (Rebolledo y Uriza, 1994). También se evaluó el ácido naftalenacético (ANA) en dosis de 80, 100 y 150 mg L-1 y al Fruitone CPA en 50 y 100 mg L-1; no hubo diferencias significativas entre las dosis, pero con respecto al testigo, ANA causó un incremento en peso del fruto del 14% y el Fruitone del 20% (Rebolledo et al 1997). Selamat y Rahin (1997) evaluaron concentraciones de sodio 2-3 clorofenoxi-propiónico en el cultivar Gandul; la mejor dosis fue la de 1 mg L- 1; dosis altas del producto redujeron la concentración de sólidos solubles e incrementaron la acidez del fruto; el tamaño de la corona se redujo y la maduración fue retrasada **(Rebolledo, Uriza , Rebolledo,Becerril y Ruiz, 2012).**

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Materiales y Métodos

3.1.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la provincia de los Tsáchilas, Cantón Sto. Domingo, Km. 7 Vía Quevedo, en el recinto San Remo Hacienda San Remo ubicada en las coordenadas UTM: 17M 0677960- 9921924, tuvo una duración de 5 meses.

3.2 Condiciones Meteorológicas

A continuación se presentan las condiciones meteorológicas del sitio de investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas en, efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Parámetros		**Promedio**
Altitud	(m s n m)	656,00
Temperatura	(ºc)	24.00
Humedad relativa	(%)	50-70
Temperatura	(ºc)	22-23
Heliofanía	(horas luz/año)	1.400,00
Precipitación	(mm/año)	2200.00

Fuente: Estación meteorológica de la D.A.C Sto. Domingo 2014.

3.3 Materiales

Los materiales que se utilizaron en esta investigación se detallan a continuación:

Cuadro 2. Materiales utilizados en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Materiales	**Unidad**	**Cantidad**
Plantas de piña	planta	600
Biorreguladores		
Auxina	l	1
Giberelina	l	1
Herramientas y materiales de campo		
Azadón	u	1
Flexometro	u	1
Estacas	u	328
Bomba de mochila	u	1
Manguera	m	60
Bomba de riego	u	1
Gramera	u	1
Fundas plásticas	u	64
Materiales de oficina		
Computadora	u	1
Cámara fotográfica	u	1
Cuaderno de campo	u	1
Regla	u	1
Esferos rojo y azul	u	2
Calculadora	u	1
Hojas	u	100
Carpetas	u	15

3.4 Factores de Estudio

En la presente investigación se estudió el factor que corresponde a los biorreguladores, como se detalla a continuación:

Moléculas de biorreguladores

B_2 Auxina 1 L/ha^{-1}

B_3 Giberelina 1 l/ha^{-1}

3.5 Tratamientos

Los tratamientos para esta investigación son el resultado del uso de los biorreguladores y la combinación de ellos.

Cuadro 3. Nomenclatura y descripción de los tratamientos en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción
T1	Piña MD2 (Testigo).
T2	Piña MD2 + (Auxina 1l/ha)
T3	Piña MD2 + (Giberelina 1l/ha)
T4	Piña MD2 + (Auxina + giberelina) 1l/ha

3.6 Repeticiones

Se consideran adecuadas para esta investigación cuatro repeticiones.

3.7 Diseño experimental

Los tratamientos se dispusieron en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad.

3.7.1 Esquema de análisis de varianza

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Fuente de Variación		**Grados de Libertad**
Tratamientos	t-1	3
Repeticiones	r-1	3
Error	(t-1)(r-1)	9
Total	**(t r)-1**	**15**

3.7.2 Características de las unidades experimentales

La unidad experimental para esta investigación serán parcelas de 2 x 4 m en las que se aplicó los tratamientos a evaluar.

Ancho (m)	8.80
Largo (m)	30.00
Área total de las parcelas (m^2)	264,00
Distancia entre hileras (cm)	0,40
Distancia entre plantas (cm)	0,40

Distancia entre parcelas (m)	1,00
Distancia entre bloques (m)	2,00
Parcela Neta (m^2)	3,00
Área total de la investigación (m^2)	5280,00
Nº de parcelas	16,00

3.8 Manejo de la investigación

El trabajo investigativo se lo realizó en un cultivo de piña, que tenía 8 semanas después de la inducción floral en el que se realizó la aplicación de las fitohormonas

Se procedió a seleccionar el área donde se implementó el experimento luego se seleccionaron las 100 planta por tratamiento esto corresponde a las cero semanas del ensayo, luego se procede a ubicar las parcelas con estacas de color blanco en su totalidad e identificar los tratamientos mediante el sorteo correspondiente, al azar; y, registrando las dosis y tratamiento con pintura negra.

Posteriormente se realizó la aplicación de los biorreguladores con su respectiva dosificación, de acuerdo al cuadro 3, una vez aplicado los tratamientos se evaluó visualmente como se va desarrollando el cultivo el mismo que no presentó ninguna anomalía

A partir de las 20 semanas se hizo un chequeo previo de madures interna cual estaba en 60%, en la semana 22 el cultivo estaba en un 90% de madurez de todas las parcelas, momento en que se realizó la cosecha.

3.9 Variables evaluadas

Para determinar el efecto de los tratamientos en estudio sobre el fruto de piña se evaluó las siguientes variables:

3.9.1 Días a la madurez comercial del fruto

Cuando el 80% de la parcela presentó la madurez comercial se estableció el tiempo de madurez en días y se contaron desde la aplicación de producto.

3.9.2 Grados brix

En cinco frutos tomados al azar en cada tratamiento, se realizó la medición de los grados Brix.

3.9.3 Largo del fruto

En cinco plantas tomadas al azar en cada tratamiento, se realizó la medición en centímetros, desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice del fruto.

3.9.4 Diámetro del fruto

En cinco plantas tomadas al azar en cada tratamiento, se midió en centímetros el diámetro central del fruto.

3.9.5 Firmeza de la fruta

Se realizó al tacto, identificando los frutos por su consistencia, en corteza fuerte, débil y blanda.

3.9.6 Peso de frutos

Se pesaron cinco frutos y se expresó en kilos por fruto.

3.10 Análisis económico.

Se realizó el análisis económico, partiendo de los costos fijos y costos variables de los tratamientos que se utilizaron para realizar la investigación. Se estableció el costo de producción de cada uno.

Con los resultados y costos de producción, precio de la piña en el mercado y los ingresos por venta del producto, para cada tratamiento se calculó lo siguiente:

Ingreso bruto por tratamiento

Son los valores totales de ingreso pos concepto de ventas para lo cual se planteó la siguiente fórmula:

IB =Y x PY
Donde:
IB = ingreso bruto
Y = producto
PY = precio del producto

Se determinó mediante la suma de los costos fijos más los costos variables utilizados en cada uno de los tratamientos, se empleó la siguiente fórmula:

CT = CF + CV
Donde:
CT = costos totales
CF = costos fijos
CV = costo variables

Utilidad neta

Es el restante de los ingresos brutos menos los costos totales de producción y se calculó empleando la siguiente fórmula:

BN = IB – CT.

Donde:

BN = beneficio neto.

IB = ingreso bruto

CT = costos totales.

Relación beneficio/costo

Se calculó la relación beneficio costo a cada tratamiento aplicando la siguiente fórmula:

R B/C = IT / CT x 100

Donde:

RB/C = Relación Beneficio Costo

IT = Ingresos Totales

CT = Costos Totales

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4. Resultados y Discusión

4.1. Días a la madurez comercial del fruto

En la semana 21 el cultivo estaba en un 80% de madurez de todas las parcelas, momento en que se realizó la cosecha. Dando una buena respuesta ya que normalmente la madurez en esta variedad se la encuentra a las 23 o 24 semanas, momento en que es apta para el procedimiento de cosecha y exportación.

4.3 Largo del fruto

En la variable longitud de fruto, al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se tiene en el cuadro 5, que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 5, se observa que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos más largos que presenta en promedio 16.26 cm de longitud, el tratamiento que menor longitud de fruto presenta es el T1 (testigo) con 15.86 cm.

Cuadro 5. Alto de la fruta en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	Alto de la fruta cm
T3	Giberelina 1l/ha	16,26 a
T2	Auxina 1l/ha	16,00 a
T4	(Auxina + Giberelina) 1l/ha	15,99 a
T1	(Testigo)	15,86 a
Coeficiente de variación		**3,08%**

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

En el cuadro 5, se observa que la mayor longitud de fruto 16.26 cm lo presenta el tratamiento T3, resultados que concuerdan con lo reportado por (Rebolledo, Uriza , Rebolledo, Becerril y Ruiz, 2012). En relación con las dimensiones del fruto, Fruitona no tuvo efectos en su longitud, aunque existe la tendencia de aumentar al incrementarse la dosis; el diámetro superior muestra una respuesta significativa a las dosis más altas, independientemente del número de aplicaciones; esta situación es similar para el diámetro central, en donde solo el testigo y la dosis de 300 por hectárea ml en una aplicación fueron inferiores 17.6 cm.

4.4 Diámetro del fruto

En la variable diámetro de fruto, al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se tiene en el cuadro 6 que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 7, se observa que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos más gruesos que presentan en promedio 11.91 cm de diámetro en el tercio medio, el tratamiento que menor diámetro de fruto presenta es el T2 (Auxina 1l/ha^{-1}) con 11.68 cm.

Cuadro 6. Diámetro del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	Diámetro de la fruta cm
T3	Giberelina 1l/ha	11,91 a
T4	(Auxina + Giberelina) 1l/ha	11,86 a
T1	(Testigo)	11,77 a
T2	Auxina 1l/ha	11,68 a
Coeficiente de variación		**1,68%**

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

En el cuadro 6, se observa que el mayor diámetro de fruto 11.91 cm lo presenta el tratamiento T3, resultados que concuerdan con lo reportado por (Rebolledo et al, 2012), en relación con las dimensiones del fruto, Fruitona no tuvo efectos en su diámetro, aunque existe la tendencia de aumentar al incrementarse la dosis; el diámetro superior muestra una respuesta significativa a las dosis más altas, independientemente del número de aplicaciones; esta situación es similar para el diámetro central, en donde solo el testigo y la dosis de 300 por hectárea ml en una aplicación fueron inferiores. El diámetro inferior del fruto manifiesta los mismos resultados que la variable anterior, solo que, aquí también se incluye la dosis de 600 ml en dos aplicaciones.

4.2 Grados brix

En la variable grados Brix, al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se tiene en el cuadro 8 que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 7, se observa que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T4 ((Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos que presentan en promedio 15.84grados Brix, el tratamiento que menor contenido de azucares en su fruto presenta es el T1 (testigo) con 14.44 grados.

Cuadro 7. Grados brix del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	GRADOS BRIX	
T4	(Auxina + Giberelina) 1l/ha	15,84	**a**
T2	Auxina 1l/ha	15,74	**a**
T3	Giberelina 1l/ha	15,71	**a**
T1	(Testigo)	14,44	**a**
Coeficiente de variación		**5,95%**	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

En el cuadro 7, se observa que el mayor diámetro de fruto 11.91 cm lo presenta el tratamiento T3, resultados que concuerdan con lo reportado por (Rebolledo et al, 2012), en cuanto a las características de calidad únicamente el testigo presentó el menor contenido de azúcares, lo cual pudiera ser atribuible a las diferentes fechas de cosecha, ya que los frutos con tratamiento permanecieron más tiempo en la planta y en plena época en que, por las características de temperatura y humedad, la fruta alcanza los más altos niveles de azúcar, contrario a lo que pasa cuando se cosecha en invierno; de todas maneras, el Fruitone no disminuyó los grados brix.

4.5 Llenado interno de la fruta

En la variable llenado interno de la fruta, al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se tiene en el cuadro 8 que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 8, se observa que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T4 ((Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos que presentan en promedio 2.69, el tratamiento que menor llenado de la fruta presenta es el T1 (testigo) con 2.28.

Cuadro 8. Llenado interno de la fruta en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	Llenado Interno de la fruta	
T4	Piña MD2 + (Auxina + Giberelina) 1l/ha	2,69	**a**
T3	Piña MD2 + Giberelina 1l/ha	2,59	**a**
T2	Piña MD2 + Auxina 1l/ha	2,58	**a**
T1	Piña MD2 (Testigo)	2,28	**a**
Coeficiente de variación		**14,82%**	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

4.5 Traslucidez de la pulpa

En la variable traslucidez de la fruta, al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se tiene en el cuadro 9 que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 9, se observa que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T4 (Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos que presentan en promedio 1.17 de traslucidez, el tratamiento que menor traslucidez de la pulpa presenta es el T1 (testigo) con 1.06.

Cuadro 9. Traslucidez de la pulpa en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	Traslucidez	
T4	(Auxina + Giberelina) 1l/ha	1,17	**a**
T3	Giberelina 1l/ha	1,14	**a**
T2	Auxina 1l/ha	1,10	**a**
T1	(Testigo)	1,06	**a**
Coeficiente de variación		**9,51%**	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

En el cuadro 9, se observa que la mayor traslucidez de la pulpa 1.17 lo presenta el tratamiento T4, resultados que son concuerdan con los reportados por (Rebolledo et al, 2012), tampoco se tuvieron diferencias entre tratamientos en la translucidez interna de la fruta, por lo que la apariencia de la pulpa fue igual tanto en las diferentes dosis evaluadas como en el testigo.

4.6 Peso de frutos

Los resultados obtenidos en la variable peso del fruto en esta investigación, se reportan en el cuadro 10; y, se tiene que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

La prueba de Tukey realizada a los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reporta en el cuadro 10, establecen que las medias de los tratamientos se encuentran ubicadas en un solo rango de distribución, donde sobresale el tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos más pesados que en promedio tienen 2.11 kg de peso, el tratamiento que menor peso de fruto presenta es el T1 (testigo) con 2.01 kg.

Cuadro 10. Peso del fruto en efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Tratamiento	Descripción	Peso del Fruto Kg	
T3	Giberelina 1l/ha	2,11	**a**
T4	(Auxina + Giberelina) 1l/ha	2,09	**a**
T2	Auxina 1l/ha	2,01	**a**
T1	(Testigo)	2,01	**a**
Coeficiente de variación		**4,69%**	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

En el cuadro 10, se observa que el mayor peso de fruto 2.11 kg lo presenta el tratamiento T3, resultados que son diferentes a los reportados por (Rebolledo et al, 2012), se aprecia el alto y significativo efecto del Fruitone en el peso de la fruta; con excepción del testigo y las dosis de 300 ml en una aplicación y 600 ml en dos aplicaciones, el resto de los tratamientos estudiados tuvieron un comportamiento estadístico similar por lo que con solo realizar una aplicación 600 ml por hectárea o más, es suficiente para lograr un incremento en el rendimiento del peso ya que dosis mayores aún con dos aplicaciones implican mayor costo; el peso de la corona disminuyó hasta en un 10% cuando la

cantidad del producto aplicado fue mayor, sin haber diferencia estadística entre el número de aplicaciones.

Con los resultados obtenidos en esta investigación se acepta la hipótesis que die: La aplicación de Giberelina 1 l/ha^{-1} presenta el mejor desarrollo y madurez del fruto de piña

4.7 Costos de producción y análisis económico

4.7.1. Costos de aplicación

Los costos de aplicación de los tratamientos se reportan en el cuadro 11, y permiten observar que el menor costo en dólares por hectárea $ 16.907 tiene el tratamiento T3 (Giberelina 1L/ha^{-1}), el valor más alto $ 17.249 en costos de aplicación de entre los tratamientos en estudio, lo presenta el tratamiento T2 (Auxina 1L/ha^{-1}), en general; en los tratamientos que se utiliza hormonas los costos de aplicación son mayores que el testigo.

4.2.2. Análisis económico

Con los resultados de producción marginal, costos de aplicación, precio a nivel de finca del kilo de piña y los ingresos marginales por la venta del producto, para cada tratamiento se calculó la utilidad y la relación beneficio/costo.

Los resultados económicos que se presentan a continuación, se tienen cuando el precio del kilo de piña a nivel de finca está a $ 1.32 USD.

El análisis económico de los tratamientos estudiados se presenta en el cuadro 11, y se puede observar que la mayor utilidad marginal $ 7705,09 USD se tiene con el tratamiento T3 en el que se utilizó (Giberelina 1L/ha^{-1}); el tratamiento T4 (Giberelina 0.5 l/ha^{-1} + Auxina 0.5 L/ha^{-1}) igualmente es muy rentable y genera una relación beneficio/costo marginal sobre 361.63, excepto el T2 (Axina 1 L/ha^{-1}) cuya rentabilidad marginal es negativa (-17.25) que es la relación beneficio costo más baja de entre los tratamientos evaluados.

Con estos resultados se acepta la hipótesis: La aplicación de Giberelina 1l/ha^{-1} es el tratamiento más rentable para el desarrollo y madurez del fruto de piña.

Cuadro 11. Ingresos brutos, utilidad y beneficio/costo de los tratamientos en, efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2.

Concepto	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Biorreguladores				
Auxina	0,000	0,065	0,000	0,032
Giberelina	0,000	0,000	0,051	0,026
Herramientas				
Bomba mochila alquiler	0,000	0,313	0,313	0,313
Mano de obra del proyecto				
Aplicación	0,000	0,313	0,313	0,313
Costo de aplicación USD/parcela	0,000	0,690	0,676	0,683
Costo de aplicación USD/ha	0,000	17,249	16,907	17,078
Rendimiento Kg/ha	117.585,00	117.585,00	123.435,00	122.265,00
Incremento marginal del producto en kilos	-	-	5.850,00	4.680,00
Precio de venta	1,32	1,32	1,32	1,32
Ingreso marginal USD	0,00	0,00	7722,00	6177,60
Utilidad marginal USD	0,00	-17,25	7705,09	6160,52
Relación beneficio/costo marginal	0,00	0,00	456,73	361,73

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La madurez de la piña MD2 se la encuentra a las 23 o 24 semanas en las condiciones agro climatológicas de Santo Domingo, con la aplicación de las hormonas luego de la inducción floral, la madurez se presentó a las 21 semanas, momento en que estaba apta para el procedimiento de cosecha y exportación.

- Sobresale el tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos más largos, más gruesos y más pesados

- En contenido de azúcares y traslucidez de la pulpa sobresale el tratamiento T4 (Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}), con frutos que presentan en promedio 15.84 grados Brix y 1.17 de traslucidez de la pulpa.

- La mayor utilidad marginal $ 7705,09 USD se tiene con el tratamiento T3 en el que se utilizó (Giberelina 1L/ha^{-1})

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar tratamiento T3 (Giberelina 1l/ha^{-1})

- Como alternativa económica utilizar el tratamiento T4 (Auxina + Giberelina 1l/ha^{-1}).

- Realizar investigaciones con dosis menores de Giberelina y diferenciando para la cosecha en época seca y época lluviosa.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1 Literatura Citada

Banacol de Costa Rica. 2010. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de piña en Costa Rica. Proyecto Colombia, Costa Rica, Nicaragua: Reduciendo el Escurrimiento de Plaguicidas al mar Caribe. Costa Rica. P 72.

Barceló Coll J., Nicolás Rodrigo G., Sabater García B. y Sánchez Tamés R. 2001. Fisiología vegetal. Ed. Pirámide, Madrid.

Bartholomew D; Paull R.; Rohrbach K. (Eds). 2008. The pineapple: botany, production and uses. New York, US, CAB International. 301 p.

Bertsch, F. 2008. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo (ACCS). San José, Costa Rica. p. 241- 246.

Bertsch, F. 2005. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación costarricense de la ciencia del suelo. San José, Costa Rica, 157 pp.

Comercializadora Bananera S. A., (Banacol De Costa Rica). 2010. Evaluación del sistema de producción de piña y la implementación tecnológica de buenas prácticas agrícolas integradas en la Región Huetar Norte y Nor-atlántica de Costa Rica.Banacol. Costa Rica, P 29.

Dirección de Aviación Civil. 2014. Anuario meteorológico. Estación meteorológica de la D.A.C Sto. Domingo. Santo Domingo - Ecuador.

Davies, P.J. 2005. Plant hormone; Physiology, biochemistry and molecular biology. Dordrecht; Kluwer

Duval, R. 2010. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Consultado el 11 de febrero del 2013. Disponible en http:/ /exa .unne .edu. ar/ biología /fisiología .vegetal /Reguladores%20general.pdf

Jiménez, J. 2009. Cultivo de la piña: Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. San José, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 224 p.

Laboratorios Agroenzymas S.A. De C.V. 2010. Información técnica y fisiológica del cultivo de piña. Estado de México. México. P 7.

Lange T. 2008. Molecular biology of gibberellin synthesis. Review. Planta 204: 409-419

Malézieux, E; Cote, F; Bartholomew, Dp. 2008. Crop environment, plant growth and physiology. In Bartholomew, D.P; Paull, R.E; Rohrbach, K.G. eds. The pineapple: botany, production and uses. New York, US, CAB International. 01 p.

Mauseth, J.D. 2006. Botany; An introduction to plant Biology. Phyladephia; Saunders. PP.348- 415

Pérez, F, and Martinez-Laborde, J.B. 2004. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones multiprensa. Madrid.

Ramírez, L. E.; Castillo, A. C.; Aceves N. E.; Carrillo A. E. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile ‘habanero, Revista Chapingo. Serie horticultura, Vol. 11, Núm. 1, enero-junio, 2005, pp.

Rebolledo A., Uriza D, Rebolledo L,Becerril E. Y Ruiz L. 2012. Fruitone cpa para retardar la maduración en piña Ananas comosus (L.) Merr., cv.

Cayena lisa, cosechada en primavera. Revista Brasileira de Fruticultura. Print version ISSN 0100-2945. Brasil.

Suárez F. 2011. Micropropagación in vitro de piña (Ananas, comosus L. Merril) híbrido MD2, a partir de cortes de yemas laterales y apicales" Escuela Politécnica Del Ejército, Sangolquí. Ecuador. P. 82.

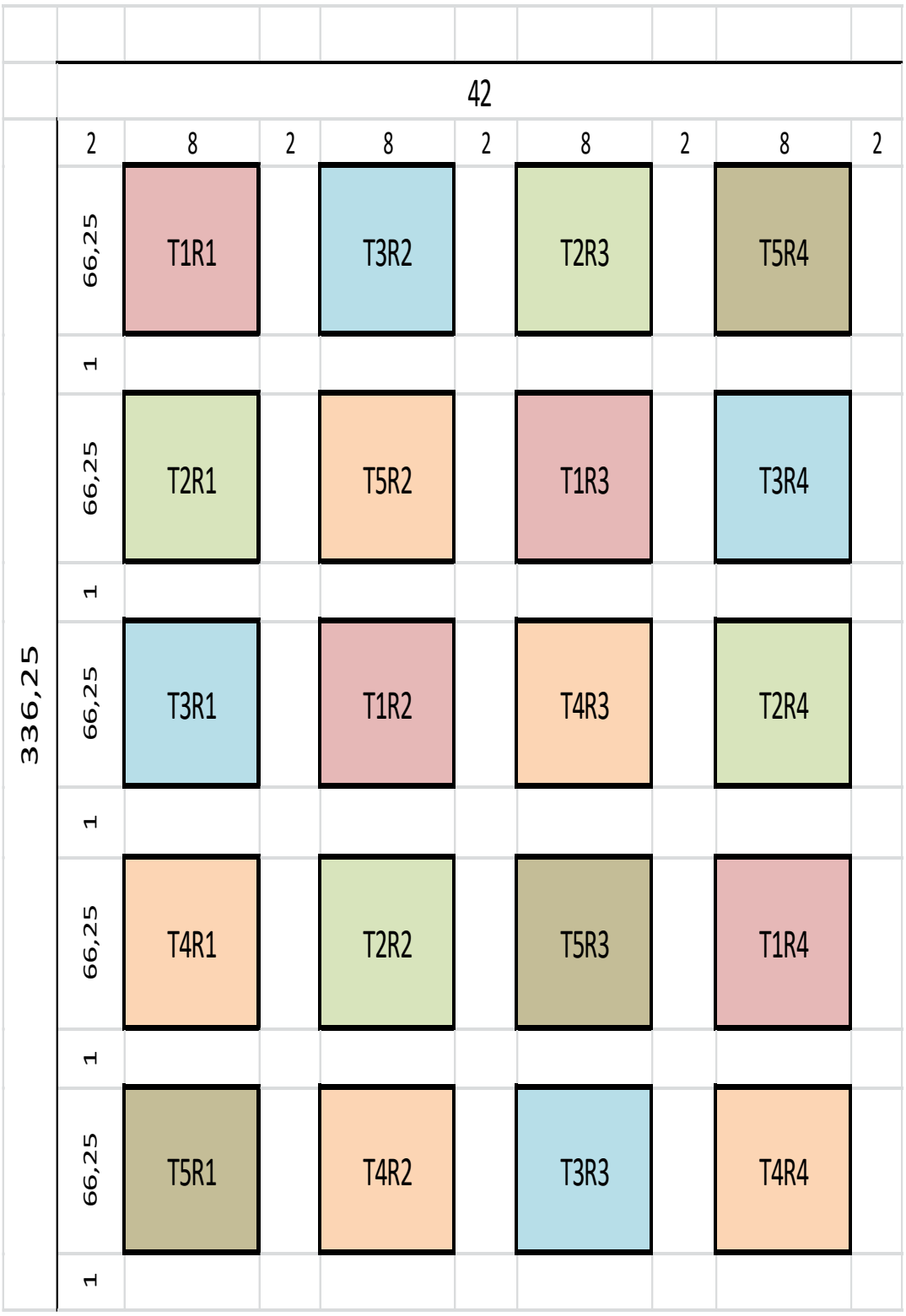
Vásquez, K. 2006. Costa Rica y su exportación de piña. Entorno Bananero, órgano informativo de la industria bananera 6(20): 28- 30.

CAPITULO VI

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Croquis de ubicación de las parcelas en el campo



Anexo 2. Resultados del análisis de variancia

Peso del Fruto Kg

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	0,04	0,01		0,3458
Repeticiones	3	0,04	0,01		0,3170
Error	9	0,08	0,01		
Total	15	0,16			
Coeficiente de variación 4,69 %					

Alto de la fruta cm

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	0,33	0,11		0,7189
Repeticiones	3	1,47	0,49		0,1829
Error	9	2,19	0,24		
Total	15	3,99			
Coeficiente de variación 3,08 %					

Diámetro de la fruta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	0,12	0,04		0,4427
Repeticiones	3	0,02	0,01		0,9112
Error	9	0,35	0,04		
Total	15	0,49			
Coeficiente de variación 1,68 %					

Llenado interno de la fruta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	0,38	0,13		0,4776
Repeticiones	3	0,68	0,23		0,2536
Error	9	1,27	0,14		
Total	15	2,33			
Coeficiente de variación 14,82%					

Traslucidez

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	0,03	0,01		0,5069
Repeticiones	3	0,08	0,03		0,1420
Error	9	0,10	0,01		
Total	15	0,21			
Coeficiente de variación 9,51 %					

Grados brix

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	5,33	1,78		0,1697
Repeticiones	3	3,27	1,09		0,3358
Error	9	7,59	0,84		
Total	15	16,90			
Coeficiente de variación 5,95 %					

Anexos 3. Fotos del trabajo de campo.

Foto del tratamiento T1R1, en el primer día de aplicación

Foto del tratamiento T2 R1, en el primer día de aplicación

Foto del tratamiento T3 R1, en el primer día de aplicación

Foto del tratamiento T4 R1, en el primer día de aplicación

Fotos en el campo de trabajo de la tesis

Fotos de los resultados del llenado de madurez de la fruta

Fotos del resultado de la traslucidez y grados brix de la fruta