



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA TESIS

**“INDUCTORES FLORALES EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* L.)
VARIEDAD MD-2 EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

AUTOR

RÓMULO ALCIVAR VILLARUEL CANDO

DIRECTOR

ING. FREDDY SABANDO AVILA, M.SC.

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Rómulo Alcívar Villaruel Cando**, 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, y por la normatividad institucional vigente.

Rómulo Alcívar Villaruel Cando

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que el señor egresado **Rómulo Alcivar Villaruel Cando**, autor de la tesis de grado **“INDUCTORES FLORALES EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*L.) VARIEDAD MD-2 EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

Freddy Agustín Sabando Ávila

Director de Tesis



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

Tesis presentada al Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del título de;

INGENIERO AGROPECUARIO

**“INDUCTORES FLORALES EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*L.)
VARIEDAD MD-2 EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**

Aprobado:

Ing. FREDDY GUEVARA SANTANA M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

-----Ing.
HECTOR CASTILLO VERA M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2015

DEDICATORIA

A Dios: Por iluminarme y darme fe y esperanza para alcanzar este anhelo y por estar a mi lado en todo momento.

A mi esposa: Sra. Carmen Merelo Macías. Quien permanentemente me apoyo con espíritu alentador.

A mi madre: Sra. Delia Amable Cando Vargas. Fuente de Admiración, Inspiración y Apoyo Incondicional.

A mis hermanos: Por su apoyo Incondicional.

A mis amigos incondicionales: por la ayuda desinteresada brindada en cada obstáculo que en nuestra vida se presenta.

Al Director de Tesis: Ing. M.Sc. Freddy Sabando Ávila que sin duda alguna contribuyo en el proyecto a través de sus conocimientos y cuyas aportaciones han ayudado a convertirme en un gran profesional competente.

Y a todas las personas que de una u otra manera siempre me han apoyado.

“El éxito en la vida, no se mide por lo que has logrado, sino por los obstáculos que has tenido que enfrentar en el camino”.

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento a:

A mi alma mater **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, que en cuyas aulas sus catedráticos me brindaron todo su conocimiento, para crecer en mi vida profesional por medio de los conocimientos.

Ing. Roque Luís Vivas Moreira, MSc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano, MSc. Vicerrectora Administrativa de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su aporte diario de trabajo constante que ha tenido sus frutos, en beneficio de los estudiantes.

A la Ing. Dominga Rodríguez Angulo MSc. Director de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta unidad Académica.

Al Ing. Laudén Geobakg Rizzo Zamora MSc., Coordinador del Programa Carrera Agropecuaria.

Al Ing. Freddy Sabando Ávila, director de tesis por haberme orientado en la realización de esta investigación

A los Docentes de la UTEQ por haberme dado sus conocimientos desinteresadamente.

INDICE

	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
SUMMARY	Viii
	ix

CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN

1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	Objetivo	3
1.2.1.	Objetivo General	3
1.2.2.	Objetivos Específicos	3
1.3.	Hipótesis	3

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1.	Fundamentación Teórica	5
2.1.1.	Morfología y Taxonomía	5
2.1.2.	Origen	5
2.1.3.	Planta	7
2.1.4.	Suelo	8

2.1.5.	Hojas	9
2.1.6.	Flores	9
2.1.7.	Fruto	10
2.1.8.	Inducción y Diferenciación floral	10
2.1.9.	Factores Agrologicos	11
2.1.10.	Importancia de La estimación en la comercialización de piña fresca para exportación	12
2.1.11.	Piña Híbrido MD-2	12
2.1.12.	Fisiología del fruto de la piña	13
2.1.13.	Modificación física y química antes de la maduración	14
2.1.14.	Condiciones climáticas que influyen en el fruto de piña.	14
2.1.14.1	Precipitación	14
2.1.14.2.	Temperatura	14
2.1.14.3.	Luminosidad	15
2.1.14.4.	Maduración	15
2.1.14.5.	Maduración inducida o artificial	16
2.1.14.6.	Cosecha	17
2.1.14.8.	Color de la cáscara	18
2.1.14.9.	Translucidez	18
2.1.14.10.	Grados brix	19
2.2.	Importancia de la Inducción Floral en la Piña	19
2.2.1.	Forzamiento e inducción a la floración	19
2.2.2.	Gas Etileno	20

2.2.3.	Ethrel	21
2.2.4.	Ethrel (Ethephon) como Inductor Floral	22

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Métodos y Materiales	25
3.1.1.	Localización y duración del experimento	25
3.1.2.	Materiales y Equipos	25
3.1.3.	Tratamientos	26
3.1.4.	Diseño experimental	26
3.1.5.	Mediciones Experimentales	27

CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Porcentaje de florecimiento	30
4.2.	Diámetro del fruto	31
4.3.	Longitud del fruto	32
4.4.	Peso de corona	33
4.5.	Peso de fruto (g)	35
4.6.	Grados Brix	36
4.7.	Acidez	37
4.8.	Producción (Tm)	38

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	41
------	--------------	----

5.2.	Recomendaciones	42
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA		
6.1.	Literatura Citada	42
CAPITULO VII ANEXOS		
7.1.	Anexos	48

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1	Factores Agroclimáticas de la zona de estudio	25
Cuadro 2	Análisis de la varianza	27
Cuadro 3	Porcentaje de floración	31
Cuadro 4	Diámetro de fruto	32
Cuadro 5	Longitud de Fruto.	33
Cuadro 6	Peso de corona	34
Cuadro 7	Peso de Fruta	36
Cuadro 8	Grados brix	37

Cuadro 9	pH de fruta.	38
Cuadro 10	Rendimiento por ha.	39

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1	Valores promedios de porcentaje de floración en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	30
Figura 2	Valores promedios de diámetro de fruto en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	32
Figura 3	Valores promedios de longitud de fruto en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	33
Figura 4	Valores promedios de peso de corona en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	34

Domingo de los Tsáchilas

Figura 5	Valores promedios de peso de fruta en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	35
Figura 6	Valores promedios de grados brix en fruta de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	37
Figura 7	Valores promedios de pH en fruta de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	38
Figura 8	Valores promedios de rendimiento por ha en el cultivo de piña en la investigación "Inductores florales en el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> L.) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas"	39

RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de Determinar la eficiencia de dos Inductores florales en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L.) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, se realizó un diseño completamente al azar y se aplicó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se determinó que no existió significancia estadística para las repeticiones, mientras que el tratamiento que presentó el valor promedio más alto en cuanto a porcentaje de florecimiento fue el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 97,77%, siendo este valor superior estadísticamente a los promedios mostrados por el tratamiento T2 (Etefon) y el Testigo con promedios de 89,50 y 14,09%, el tratamiento que presentó el valor promedio más alto de diámetro de fruta fue el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 12,37 cm. El promedio de la variable longitud de fruto más alto, lo mostró el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 15,46 cm, el valor promedio más alto de peso de corona, fue el Testigo con un promedio de 180,10cm, el promedio más alto de peso de fruta lo mostró el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 1412,14 g, el Testigo presentó el valor promedio más alto de grados brix con 14,01, el valor promedio más alto de acidez, fue el T2 (Etefon) con un promedio de 0,67, siendo este valor igual estadísticamente a los promedios del Testigo con 0,65 y al tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con promedio de 0,61. Estos valores al igual los obtenidos en la variable de grados brix, demuestra que no existe significancia en relación a los inductores de floración, el promedio más alto de rendimiento por ha lo mostró el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 80,42 Tm siendo este valor estadísticamente igual al promedio del tratamiento T2 (Etefon) con 74,34 Tm, siendo el Testigo el valor más bajo estadísticamente con un promedio de 21,11 Tm

SUMMARY

In order to determine the efficiency of two floral inductors in the cultivation of pineapple (*Ananas comosus* L.) Variety MD-2 in the Santo Domingo de los Tsáchilas, a design completely random and the Tukey test was applied 5% probability was determined that there was no statistical significance for repetitions, unlike the treatments in treatment that presented the highest average value in terms of percentage of flowering was the T1 treatment (activated carbon + Ethylene) averaged of 97.77%, this being statistically superior to the average value shown by the treatment T2 (Ethefon) and the Witness with averages of 89.50 and 14.09%, the treatment that presented the highest average fruit diameter value treatment was T1 (+ Ethylene activated carbon) with an average of 12.37 cm, the average variable length higher fruit He showed T1 treatment (activated carbon + ethylene) with an average of 15.46 cm, the highest weight crown, was the Witness average value averaging 180,10cm, the highest average fruit weight showed what the tratamientoT1 (activated carbon + ethylene) with an average of 1412.14 g, the Witness presented the highest average value of 14.01 degrees brix, the highest average value of acidity was the T2 (Ethefon) with an average of 0.67, this value being statistically equal to the average Witness 0.65 T1 and treatment (activated carbon + Ethylene) with average de0,61. These values as those obtained in the variable degrees brix shows that there is no significance in relation to induce flowering, the highest average yield per hectare showed what the tratamientoT1 (activated carbon + ethylene) with an average of 80, 42Tmsiendo this value statistically equal to the average treatment T2 (Ethefon) con74,34 Tm, being the lowest value Witness statistically averaging Tm de21,11

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la piña (*Ananas comosus* L) en el Ecuador, está favorecido, tiene características geográficas adecuadas para su desarrollo, existen localidades en especial en la región Litoral en las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, donde el clima, la altitud y el suelo le es propicio (Alarcón y Sánchez, 2012).

Según el III Censo Agropecuario Nacional del año 2000, en el país existían alrededor de 5.750 hectáreas de superficies sembradas de piña, solas y asociadas, en especial de las variedades Cayena Lisa o Hawaiana y Golden Sweet o MD2 (Alarcón y Sánchez, 2012).

La producción de piña en el Ecuador ha evolucionado favorablemente en la última década gracias a las excelentes condiciones para el cultivo de esta fruta, en el período de 2005 a 2010 se registró un incremento del 6.40% en la superficie cosechada, mientras que la producción de la fruta fresca medida en toneladas métricas ha tenido un crecimiento del 4.09% (Alarcón y Sánchez, 2012).

Según datos oficiales de la Asociación de Productores de Piña del Ecuador (Aso piña) que agrupa a exportadores y productores de la costa y la sierra del país, donde se encuentran empresas como DOLE, TERRASOL, AGROEDEN, entre otras; ha indicado que actualmente se exportan 100 contenedores semanales a los diferentes mercados de destino de la fruta, con una producción cercana a las 2,500 has (USAID, 2007).

Uno de los procesos más importantes, si no el más importante, es la inducción floral de la cual depende la producción uniforme de fruta. Hay dos formas de realizar esta labor comercial y eficientemente: usando el producto Ethrel o aplicando gas etileno (Coppens y Leal, 2008).

Dentro del desenvolvimiento de la piña, la incidencia del clima, es de suma trascendencia para la producción de este cultivo, considerándose dentro de los factores climáticos en orden de importancia a la temperatura, precipitación, luminosidad y vientos, factores climáticos que en el Litoral alcanzan valores moderados sin llegar a mayores extremos especialmente en lo que hace referencia a la temperatura, luminosidad y vientos (Alarcón y Sánchez, 2012).

Resultados obtenidos por Coppens y Leal (2008), en inducción floral de piña, en las variables de efectividad, días a floración y fitotoxicidad, obtuvieron que el mejor resultado en cuanto a efectividad y económicamente es el tratamiento de Carburo de calcio en dosis de 50 cc., en fitotoxicidad no se determinó daños en ninguno de los tratamientos.

Dado a la importancia que tienen las características organolépticas y físicas de los frutos en el campo de la fruticultura para su aceptación a nivel local y externo, lo que tiene gran valor en la comercialización que es la base principal de la economía de los productores.

Se sabe que los grados brix y la acidez son considerados de mucha importancia dentro del gusto y la preferencia sobre todo en la elaboración de productos sometidos a procesos agroindustriales que se comercializan con especificaciones de su contenido nutricional.

Basado en esta consideración y con visión de apoyar la producción de piña como un rubro importante en la economía nacional con recomendaciones efectivas que conlleven a satisfacer las exigencias de mercado en cuanto a la calidad interna y externa del fruto (Coppens y Leal, 2008).

Se presenta la necesidad de realizar este trabajo de investigación, el que servirá de base para obtener información sobre la influencia de los productos inductores de la floración en piña sobre la calidad post-cosecha.

1.2. OBJETIVO

1.2.1. Objetivo General

Determinar la eficiencia de dos Inductores florales en el cultivo de piña (Ananas comosus L.) Variedad MD-2 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los inductores florales en la piña (Variedad MD-2)
- Determinar el rendimiento económico de los diferentes inductores florales en la piña.

1.3. HIPÓTESIS

Al menos uno de los inductores florales (Carbón activado más gas etileno y ethefon), Mejorará la floración en las plantas de piña (Ananas comosus L).

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Morfología y Taxonomía

La piña es una fruta tropical originaria de Sudamérica, específicamente en la región de Matto Grosso fue allí donde los conquistadores españoles y portugueses la descubrieron. La piña pertenece a la familia de las bromelias y su nombre científico es *Ananas comosus* vocablo guaraní que significa fruta exquisita y que fue dado por los nativos portugueses. Los conquistadores la denominaron como la reina de las frutas probablemente en alusión a su corona de hojas (Alarcón y Sánchez, 2012).

En la actualidad, la producción mundial de piña fresca se encuentra diversificada entre Asia del Este, América Latina, Asia del Sur y África Subsahariana lo que permite un buen abastecimiento de la fruta a nivel mundial (Alarcón y Sánchez 2012).

2.1.2. Origen

Su origen se remonta en forma muy primitiva en Brasil y Paraguay. Todas estas especies son nativas de la cuenca amazónica, y fue dentro de esta vasta región donde indudablemente se domesticó la piña (Coppens y Leal, 2008).

Se han señalado como el área de origen la cuenca superior del Panamá, entre Brasil, Paraguay y Argentina, las selvas del curso superior de la amazona, y las regiones semi secas de Brasil, Venezuela y Guyana (Coppens y Leal, 2008).

Hay consenso en que la piña proviene de América del Sur y específicamente de Brasil, Paraguay y Argentina. Además se señala que pueden identificarse unas

1400 especies de la fruta. En muchas naciones es conocida como ananás, vocablo guaraní que significa fruta exquisita. El término piña, cuenta la historia surgió del parecido que los españoles le encontraron con los piñones o bellotas del pino (Alarcón y Sánchez 2012).

La piña es uno de los productos que más impresionaron a los conquistadores conforme fueron conociendo toda la producción de la región. Hay escritos en los que probablemente en alusión a su corona de hojas se le denomina la reina de las frutas (Alarcón y Sánchez 2012).

Sin embargo, de los cuatro principales productores de piña en el mundo solo Brasil pertenece a la región de origen de la fruta puesto que los otros tres son Tailandia, Filipinas e India (Coppens y Leal, 2008).

Europa se ha convertido en uno de los principales consumidores puesto que absorbe el 40% de las exportaciones totales y entre sus principales proveedores tiene a Costa Rica, ya que a nivel centroamericano es prácticamente el único país que produce piña, lo que le permite proveer el 92% de las ventas del istmo de esta fruta al mundo (Coppens y Leal, 2008).

Su origen se remonta al siglo XVI cuando Juan Léry la descubrió en Brasil, posteriormente pasó a Inglaterra y no fue hasta en tiempos de Luis XV, cuando se cultivó por primera vez en Francia, donde se la veía en los grandes jardines reales y en las mesas de algunos grandes señores (Alarcón y Sánchez 2012).

Para los europeos, la piña era sinónimo de perfección, finura, exquisitez y fue el símbolo exclusivo de la hospitalidad de la nobleza (Coppens y Leal, 2008).

2.1.3. Planta

La composición de la parte comestible del fruto de la piña presenta variaciones relacionadas con el manejo de la plantación, ambiente y grado de madurez. Tiene un contenido de agua del 81 al 86 por ciento, quedando restante el 14 al 19 por ciento como sólidos totales, de ello la sacarosa, la glucosa y la fructosa, son los principales componentes con valores de 11-15 grados brix en conjunto con los carbohidratos representan hasta el 85porciento de los sólidos totales y la fibra del 2 al 13 porciento (Akbar et al., 2005).

Existen una serie de características físicas importantes durante suproceso, la translucidez, además de ser un índice de madurez influye en la apariencia del producto, las rebanadas translúcidas o semi-translúcidas tienen un sabor dulce, mientras que las de baja translucidez carecen de sabor a piña y son muy ácidas (Mogollón et al., 2004).

Conforme la fruta se vuelve más translúcidas las cavidades de aire disminuyen en tamaño y con ello la porosidad, el color interno también afecta la apariencia y aceptabilidad, el amarillo es el más aceptado, la palatabilidad depende del pH, la acidez se incrementa conforme inicia la maduración de la fruta y 10 días después alcanza su valor máximo (Mogollón et al., 2004).

El inicio de la maduración se caracteriza por una rápida disminución del pH en la cáscara de la fruta, en la pulpa se observa que la velocidad de respiración y el Nitrógeno no proteico cesan su marcada disminución, los sólidos solubles y la acidez alcanzan un mínimo y después empiezan a aumentar, la velocidad de respiración aumenta lentamente para alcanzar un mínimo, después los ésteres volátiles se acumulan, los carotenoides disminuyen y la acidez alcanza un máximo para disminuir posteriormente (Mogollón et al., 2004).

La temperatura también influye en la calidad de la fruta, en los frutos que se desarrollan en regiones donde prevalecen temperaturas en niveles de radiación baja, el contenido de ácido se incrementa y los sólidos solubles disminuyen, en contraste los frutos cosechados en Cuba, Filipinas, Haití, México contienen menor cantidad de ácido y mayores valores de azúcares (Akbar et al., 2005).

Los tratamientos ensayados pueden tener influencias sobre la riqueza en sacarosa, en la pureza de los jugos o en el contenido de sólidos solubles expresados como grados brix, factores de primordial interés para el aprovechamiento de la materia prima en la industrialización y de mayor importancia en muchas ocasiones que el rendimiento cuantitativo del cultivo en estudio (Mogollón et al., 2004).

2.1.4. Suelo

La planta de piña es típica de zonas con clima tropical. Se produce en elevaciones entre el nivel del mar y 900 msnm. Requiere temperaturas entre 23 y 30°C; temperaturas más bajas o más altas reducen notablemente el crecimiento de las hojas y la formación, maduración y calidad del fruto (Akbar et al., 2005).

Uno de los factores del suelo que más limitan el cultivo, es la baja permeabilidad principalmente en climas lluviosos, ya que favorece el ataque de patógenos en el sistema radical, por lo que debe evitarse la siembra de este cultivo en suelos muy arcillosos de mala estructura (Akbar et al., 2005).

El cultivo requiere suelos sueltos, aireados, con un excelente drenaje. Aunque la fertilidad media es deseable, la piña crece bien en suelos pobres si se proporciona una fertilización adecuada (Akbar et al., 2005).

2.1.5. Hojas

Las hojas son erectas angostas y están adheridas al tallo formando un espiral compacto. Una planta adulta de piña presenta un máximo de 70 a 80 hojas. La base de la hoja es envolvente en el tallo y se abre hacia afuera en una lámina lanceolada, acanalada, lo cual termina en una punta muy aguda (González et al., 2005).

Los bordes del limbo pueden ser completamente lisos, con espinas o de borde cortante tipo 'Samba'. El largo y ancho son muy variables, así como el color (González et al., 2005).

Las hojas de la piña se clasifican en A, B, C, D, y E; siendo la hoja "D" la de mayor importancia, representa el umbral del crecimiento y la actividad fisiológica de la planta, es útil para estimar el estado nutricional de la planta (González et al., 2005).

La hoja "D" se caracteriza por ser la hoja adulta más joven que ha terminado su crecimiento, se diferencia de las otras porque el borde del limbo en su base es perpendicular o ligeramente "divergente" en condiciones normales de crecimiento de esta hoja es la más larga y esta insertada en la parte más ancha del tallo, con el eje vertical forma un Angulo de 45 Grados (González et al., 2005).

2.1.6. Flores

La inflorescencia presenta un número variable de flores, de color violáceo; la apertura floral se inicia en la base de la inflorescencia y continúa hacia arriba en un periodo de 3 a 6 semanas (González et al., 2005).

La flor de la piña está formada por tres sépalos que son cortos y anchos, tres pétalos que son alargados y finos, seis estambres un poco más cortos que los pétalos, el estilo termina en tres estigmas cada uno con un canal independiente que lo comunica con las celdas del ovario (González et al., 2005).

2.1.7. Fruto

La fruta está formada por la fusión de “frutillos” con el eje de la inflorescencia conocida como “corazón”. Cada “frutillo” es un fruto individual, al exterior se presenta como un escudete poligonal duro y prominente; la mitad inferior del escudete está cubierta por el ápice de la bráctea y la superior por los tres sépalos. (Bolaños, 2005).

El centro del “frutillo” es prominente en estados inmaduros y aplanado a la madurez, la parte interna presenta una cámara de paredes endurecidas y más adentro quedan las celdas del ovario en cuya parte inferior están los óvulos y semillas (Bolaños, 2005).

2.1.8. Inducción y Diferenciación floral

De origen, el ápice de la planta es vegetativo y dará lugar a solo hojas. En la medida que avanza la edad de la planta y por su puesto su madurez, se llegará a una etapa en que el ápice (meristemo) tendrá capacidad de cambiar de vegetativo a reproductivo o sea formar un primordio floral. Toda esta etapa es la que se conoce como período juvenil (Baz, 2008).

La inducción del cambio vegetativo a reproductivo se provoca por un estrés al ápice (meristemo) que por lo general es la presencia de bajas temperaturas (20°C por la noche por un período de 8-10 semanas) aunque también puede ser por sequía u otros daños ligero (Baz, 2008).

El estrés de baja temperatura induce la síntesis de la hormona etileno y es ésta la hormona que “dispara” o inicia los cambios de procesos químicos que dan lugar a la inducción floral o sea el compromiso del ápice-meristemo de pasar de vegetativo a floral; posterior a ello comenzará a ocurrir la formación progresiva de las flores con sus partes hasta completarse como tal, proceso que se llama diferenciación (Baz, 2008).

2.1.9. Factores Agroecológicos

La temperatura anual requerida para un adecuado crecimiento oscila entre 23 y 30 grados centígrados, con un óptimo de 27 grados centígrados. Temperaturas inferiores a 23 grados, aceleran la floración, disminuyendo el tamaño del fruto y haciéndolo más ácido y perecedero (Avelino et al., 2009).

Mientras que temperaturas superiores a 30 grados, pueden quemar la epidermis y tejidos subyacentes ocasionando lo que se llama “golpe de sol” La temperatura es el factor más importante en la producción; jugando un papel fundamental en la formación, madurez, y calidad del fruto (Avelino et al., 2009).

La piña requiere de una precipitación pluvial media anual entre 1,500 y 3,500 mm. Su morfología la hace poco exigente y soporta regímenes desde 1,000mm. Anuales bien distribuidos (Avelino et al., 2009).

Aunque es poco exigente, la falta de agua en la etapa inmediata después de la siembra y en el inicio de la floración y formación del fruto retarda el crecimiento de la planta y reduce el tamaño del fruto (Avelino et al., 2009).

2.1.10. Importancia de la estimación en la comercialización de piña fresca para exportación

El sistema de distribución de frutas frescas es muy complejo, existen gran número de firmas participantes; con una gran variedad de organizaciones y combinaciones empresariales; las cuales tienen organizado cuotas específicas de distribución de fruta fresca, bajo un programa bien establecido a lo largo del año (Bolaños, 2005).

El establecimiento de entrega de fruta, está asociado a una programación o estimación anual, con lo cual el proveedor adquiere compromisos de entrega de fruta durante cada semana del año (Bolaños, 2005).

2.1.11. Piña Híbrido MD-2

El híbrido MD-2 fue introducido y desarrollado por Del Monte Corporation y fue lanzado al mercado en mayo de 1996, en mercados seleccionados en Europa y Estados Unidos. Produce una fruta de hombros cuadrados sobre un pedúnculo corto y dos o más retoños (Bolaños, 2005).

La pulpa es firme, presenta alta pigmentación y no es compatible con los clones de Cayena Lisa en fruta procesada de empaque sólido.

De acuerdo con Bolaños (2005) la planta de MD-2 es muy susceptible a la pudrición de tallos y raíces, causadas por *Phytophthora* parasítica y *Phytophthora cinnamomi*.

La propagación intensiva unida a la investigación, en busca de una adaptación a las zonas de producción de Del Monte, promovió al cambio casi absoluto a este híbrido (Bolaños, 2005).

De acuerdo con Elizondo (2004) los factores que incidieron para que esta fruta se apropiara del mercado, están: se exporta con color alto en la cáscara sin que esto signifique un problema de relación con el color de la pulpa; presentar forma atractiva tanto la fruta como su corona, la fruta posee sabor especial por el alto nivel de brix que la hace apetecida por sus consumidores; ofrece un elevado tonelaje de producción y fruta empacable; su propagación es sencilla, por ser muy prolífera.

2.1.12.Fisiología del fruto de la piña

La actividad metabólica de la fruta de piña persiste aun luego de ser cosechada, la fruta continua con su proceso de respiración, transpiración y crecimiento, con la diferencia de que al estar separada de la planta madre, ya no tiene el suministro de agua, minerales y productos foto sintetizados a través de la savia (Bernal, 2006).

Una vez recolectada la piña va evolucionando hacia la senescencia con pérdida progresiva de la calidad debido a distintos factores: pérdida de peso por transpiración; aumento del índice de madurez; pérdida de sabor y aroma; disminución del contenido de vitamina C y aparición de podredumbres, por ello la importancia de la toma de decisiones del momento óptimo de recolección o cosecha (Bernal, 2006).

Los frutos no climatéricos no muestran incremento de la tasa respiratoria durante el proceso de maduración. Si no que por el contrario, muestran una progresiva y lenta tasa respiratoria durante la senescencia debido a la invasión microbiana y fungosa que conducirá a la descomposición del producto (Bernal, 2006).

2.1.13.Modificación física y química antes de la maduración

Un poco antes de madurar la fruta, en la respiración se da un incremento de 10 a 15 ml de CO₂/ kg/h, aun sin existir cambios climáticos. Este tipo de cambio en la respiración puede estar vinculado a disminución en las concentraciones internas de etileno, que puede variar de 0,4 a 0,6 ppm (Saucedo et al., 2008).

2.1.14.Condiciones climáticas que influyen en el fruto de piña.

Durante la fructificación, el clima afecta tanto el metabolismo de la fruta como del resto de los órganos de la planta; actividad fotosintética, movilidad de agua y asimilación de elementos. Los principales factores climáticos influyentes según Saucedo et al., (2008) son: precipitación, temperatura y luminosidad.

2.1.14.1. Precipitación

Cuando la fruta está en desarrollo la precipitación ayuda aumentando la tasa de fotosíntesis, por lo que juega un papel importante en la movilidad de azúcares. La precipitación es determinante en el desarrollo y en el peso de la fruta (Saucedo et al., 2008).

Demasiada agua aumenta la fragilidad de la cáscara de la fruta. Esto puede causar lesiones celulares y el mantenimiento post cosecha de éstas frutas es más difícil, frecuentemente asociado a problemas con patógenos (Saucedo et al., 2008).

2.1.14.2. Temperatura

El principal efecto de la temperatura es sobre la duración del estado de formación de la fruta, con rangos de 150 a 300 días. La concentración de azúcar se incrementa con elevaciones en temperatura y particularmente con un aumento en la temperatura promedio durante las semanas precedentes a la cosecha; cuando las temperaturas son altas y existe lluvia, el metabolismo se activa y por ende la fruta tiende a madurar más rápidamente (Saucedo et al., 2008).

2.1.14.3. Luminosidad

De acuerdo a Bolaños (2005), el número de horas brillo solar por año, debe superar 1200 horas, y el óptimo es de 1500 horas luz anuales. La mayor o menor luminosidad incide en la coloración y calidad del fruto. La luz interviene en los procesos de síntesis de carbohidratos en las hojas, la carencia o deficiencia de ésta afecta directamente los rendimientos.

La reducción en la concentración de azúcar está asociado al incremento a la densidad de siembra en la plantación, es decir, existir mayor cantidad de plantas por área así es menor la disponibilidad de luz por planta individual (Saucedo et al., 2008).

Por otro lado Bolaños (2005) menciona que la presencia de luz solar es determinante en la velocidad del período de maduración en piña, al relacionarse con otros factores climáticos principalmente con la precipitación.

2.1.14.4. Maduración

La fruta de piña está conformada por un grupo de pequeños frutos individuales (bayas, conocidas como ojos). La maduración de estos frutos individuales

progresar desde la base de la piña hacia la corona, la parte inferior es siempre más madura que la parte superior (Bolaños, 2005).

Además el grado de madurez en que es cosechado, está en función del tiempo que la fruta requiere para llegar al consumidor (Bolaños, 2005).

La maduración se evidencia con diversos cambios en los productos. Esos cambios han sido interpretados por el ser humano como señal de una calidad para consumo, es así como los gustos y preferencias de los consumidores definen en sentido práctico (comercial) la madurez del producto, aunque su estado puede ser distinto de la función del producto en la naturaleza (Elizondo 2004).

El momento en que los productos deben ser cosechados depende en cierto grado de las preferencias de los consumidores y no de su destino como órgano vegetal.

De ahí surge el concepto de índice de cosecha el cual relaciona el momento de cosecha o estado de maduración con la posibilidad de manejo y conservación de las características para satisfacer el gusto de los consumidores (Elizondo 2004).

2.1.14.5. Maduración inducida o artificial

Según Bernal (2006) la maduración artificial en la piña se lleva a cabo cuando se acerca el momento de la maduración fisiológica, esto sucede alrededor de los 154 días después de la inducción floral, se deben practicar muestreos cada dos días, hasta que la fruta llega al nivel adecuado de madurez, el cual está indicado por los niveles de brix (de 10 a 13), translucidez (1 y 2,) porosidad (2 y 3), pH (>3) y ácido ascórbico (0,3-0,9).

También afirma que el propósito de madurar artificialmente la fruta de piña es homogenizar la madurez externa e interna, ya que la maduración interna ocurre antes que la externa.

Para lograr la uniformidad externa e interna de la maduración de la fruta de piña comercialmente en las fincas productoras se utiliza como agente el Ethrel (Ethephon) más ácido fosfórico; aplicado con abundante agua (3000 litros por hectárea) (Bernal, 2006).

Con la maduración artificial se logra evitar la excesiva translucidez. El efecto de la maduración se presenta 3 a 4 días después de la aplicación; pero se debe realizar muestreos para determinar el avance de maduración y así programar la cosecha; normalmente, transcurridos los primeros 3 días de un 20% a un 25% de la fruta debería presentar tener el color 1; en ese momento se inicia la cosecha (Bernal, 2006).

2.1.14.6. Cosecha

La cosecha es la separación de la planta madre de la porción vegetal de interés comercial, es el fin de la etapa del cultivo y el inicio de la preparación o acondicionamiento para el mercado. Para realizar la cosecha, deben tenerse claros los criterios que indican en qué momento un producto tiene características de calidad requeridas (Bernal, 2006).

Según Bernal (2006) estos criterios son importantes y el productor debe conocerlos para definir el momento adecuado de la cosecha, ya que estos factores influyen determinadamente en la calidad y en la magnitud de las pérdidas pos cosecha.

2.1.14.7. Indicadores de momento de cosecha

Los indicadores o índices del momento de cosecha se encuentran determinados por el destino del mercado (sea nacional o para la exportación), el período de almacenamiento, la especie, la variedad y la localidad de donde procede la fruta,

Según Bolaños (2005), quien también menciona que los principales índices de cosecha de piña son: color de la cáscara, translucidez de la pulpa y grado brix del jugo.

2.1.14.8. Color de la cáscara

De acuerdo con FAO (2009) se ha definido una especificación de color de acuerdo al porcentaje de la superficie de la cáscara que muestra un definido color amarillo, pero necesariamente este indicador de madurez se tiene que asociar con la translucidez y la porosidad de la fruta.

Las especificaciones del rango de aceptación van a depender de los requerimientos propios de cada mercado (FAO, 2009).

2.1.14.9. Translucidez

La translucidez es una medida subjetiva para determinar hasta qué punto el desarrollo de color y la maduración han progresado en la fruta, los tejidos de fruta inmadura son opacos en apariencia; conforme la fruta madura se hace más translúcida, debido a que el líquido desplaza el aire entre las células de la fruta (FAO, 2009).

Este mismo autor indica que la medición es muy subjetiva y se basa en la observación de la coloración del cilindro interno de la pulpa en un corte transversal a un tercio de altura de la fruta a partir de la base del pedúnculo. Según el porcentaje del cilindro de la fruta que presenta coloración amarilla, se asignan diferentes grados de translucidez (Bernal, 2006).

2.1.14.10. Grados brix

De acuerdo con laFAO (2009), los grados brix se refiere a una medida de los sólidos solubles (azúcares) y se expresa en gramos de sacarosa por 100 ml de jugo de fruta.

Para la medición del brix se utiliza el instrumento conocido como refractómetro y se determina en el jugo obtenido de un trozo de piña sacado de la fruta de un corte longitudinal desde la base del pedúnculo hasta la base de la corona (Bernal, 2006).

2.2. Importancia de la Inducción Floral en la Piña

2.2.1. Forzamiento e inducción a la floración

Esta operación es una de las más importantes en el cultivo de la piña, porque permite programar la cosecha induciendo la cantidad de fruta que puede mercadearse (Bolaños, 2005).

Mediante diferentes sustancias, se pretende modificar el ciclo natural de la planta, adelantando la cosecha con el fin de obtener frutos para fechas determinadas, evitar que la planta se desarrolle demasiado dificultando la cosecha y por último, planificar mejor el uso de mano de obra y la oferta al mercado (Bolaños, 2005).

Para que la planta de piña produzca, debe haber previamente alcanzado un grado de madurez fisiológica tal que coincide con la inducción floral. La planta, conforme se desarrolla va produciendo nuevas hojas, las que constituyen su laboratorio de sintetización y fabricación de nutrimentos; los fenómenos de floración, fructificación y desarrollo de la planta exigen a la misma un desgaste

con sensible desplazamiento de los nutrientes acumulados hacia la fruta; por eso la planta, en condiciones normales trata de no florecer hasta que se encuentre fisiológicamente apta para ello (Bolaños, 2005).

Parte del proceso de inducción floral se encuentra regulado por la auxina, llamada ácido indol-acético, cuyo contenido realiza una acción inhibitoria de la floración; conforme se va acercando el momento de la inducción floral (Bolaños, 2005).

El contenido de ácido indol-acético va disminuyendo, hasta alcanzar cierto nivel mínimo, en el cual ya no ejerce su acción retardadora. Se han encontrado determinados compuestos químicos que, aplicados a la planta estimulan la floración.

Según Bolaños (2005).este procedimiento se fundamenta en el hecho de que en una plantación comercial, las plantas de piña tienden a florecer y madurano uniformemente, esto obliga a realizar pases de cosechas en un mismo lote, lo que encarece dicho proceso.

Por esto se utiliza un compuesto químico como regulador de la cosecha, lo que contribuye a la uniformidad en la maduración y reduce el número de cosechas (Bolaños, 2005).

2.2.2. Gas Etileno

Este proceso es más complicado porque requiere equipo especial que consiste de una máquina con: a) un área donde se carga el carbón activado y el agua; b) una cámara donde se realiza la absorción del gas sobre las partículas de carbón activado; y c) un área de controles, bombeo y operación de la aplicación

18 Kg. de Carbón activado + 3 Libras de Gas Etileno por hectárea el volumen de aplicación es de 6000 L por Hectárea ésta aplicación se realizara cuando el cultivo alcance un peso promedio de 2.2 - 2.4 Kg a una edad de 6.5 - 7 meses (Avelino et al., 2009).

Se deben realizar dos aplicaciones espaciadas de 2 a 3 días, realizándolas en horas de la noche. Es de primordial importancia usar equipo de protección personal durante la aplicación, que incluye guantes, overol, botas de hule, mascarilla con filtro, anteojos y sombrero, y sobre todo evitar fumar durante este proceso ya que este gas es altamente inflamable (Avelino et al., 2009).

2.2.3. Ethrel

Otra manera de realizar la aplicación es 2L de Ethefon al 48% (ethrel, optilux) 25Kg de Urea al 46% mezclado en 3000 L de agua ajustando el PH entre 8 y 8.5 por lo general se utiliza bórax la cantidad depende del PH inicial del H₂O. En cualesquiera de los dos casos se recomienda realizar la aplicación nocturna a una temperatura de 24 grados centígrados.

Lamás alta se debe usar cuando las condiciones de inducción son difíciles (altas temperaturas por la noche o días largos) y una dosis más baja cuando la aplicación se hace durante los meses fríos durante la noche. (USAID, 2007).

El volumen de aplicación es de aproximadamente 2,000 litros de agua por ha. El pH del agua debe ser regulado usando hidróxido de calcio o carbonato de calcio, para llevarlo a 8 o 9 (la cantidad de cal varía según el agua da cada zona) (USAID, 2007).

Los productos cálcicos se deben mezclar primero y después se agrega la urea. Es necesario realizar una segunda aplicación a los 7 días.

Todas las aplicaciones se realizan después de las 9:00 p.m. cuando la temperatura ambiente es debajo de 80 °F (26.7 °C).

Con el uso de Ethrel existen menos riesgos comparado con el uso de gas etileno, pero de todas formas se debe usar el equipo de protección personal arriba mencionado, y las medidas de seguridad recomendadas por los fabricantes para manipular agroquímicos (USAID, 2007).

Es de suma importancia recordar que no se debe fertilizar el cultivo con nitrógeno en las 4 semanas porque las concentraciones de nitrógeno bajan considerablemente la eficiencia, ya que generan crecimiento vegetativo nuevo en vez de promover el crecimiento reproductivo (USAID, 2007).

2.2.4. Ethrel (Ethepon) como Inductor Floral

Existe una relación de dependencia entre el pH (concentración del ion H) y el ácido 2-chloroethyl fosfónico, el cual es descompuesto en fosfato, cloro y etileno. A más alto pH, más rápida es la descomposición del ácido. A pH alcalino se descompone en los tres componentes (USAID, 2007).

Estos compuestos derivados del Ethepon en el pH apropiado, son los mismos que los inyectados de un cilindro de etileno en agua y asperjado en las plantas cuando el proceso de gas etileno es usado. Por lo tanto, el uso de Ethrel en la fuerza es tan efectivo como el uso del gas etileno (USAID, 2007).

Considerando el peso molecular y la estructura del Ethepon, por cada Kg. de producto activo se pueden desprender al menos 194 gramos de etileno. Una dosis de Ethepon de 1.2 kg/ha (2.5 litros de Ethrel) desprende 233 gramos de etileno.

Dos aplicaciones seguidas (con 7 días de diferencia) son necesarias para asegurar la adecuada respuesta de floración. No existe una explicación adecuada para la necesidad de dos aplicaciones, pero existe una teoría: el bajo contenido de azúcar del tallo que está en estado vegetativo activo resulta en una pobre (USAID, 2007).

El primer tratamiento reduce el desarrollo vegetativo e incrementa el contenido de azúcar, mientras que el segundo tratamiento induce la floración (Avelino et al., 2009).

El uso de la urea incrementa la penetración cuticular de una variedad de compuestos, incluido el Ethephon. El abono también contiene 46.5 % de nitrógeno fácilmente disponible.

La nutrición con nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo. Lo mismo sucede cuando se aplican altas dosis de urea por lo que el efecto inductor del Ethephon disminuye considerablemente y se prolonga la elongación del pedúnculo. Por lo tanto las dosis de urea no debe exceder de las 20-40 kg/ha (USAID, 2007).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos y Materiales

3.1.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la Hda. San Remo de la Empresa Terrasol corp s.a .Ubicada en el recinto del mismo nombre perteneciente a la Parroquia Puerto Limón Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.El experimento tuvo una duración de 90 días.

Cuadro 1. Factores Agroclimáticas de la zona de estudio.

Parámetro	Promedios
Temperatura °C	22,00
Humedad relativa %	98.00
Heliofania horas/luz/año	582.00
Precipitación anual mm	3150.00
Topografía	Irregular
Zona ecológica	Bh T

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Santo Domingo SE SD – DAC 2014

3.1.2. Materiales y Equipos

Equipos y materiales que se utilizaron en la presente investigación.

MATERIALES

- Borrador
- Carro
- Etiquetas

- Fundas plásticas
- Lápiz
- Libro de campo
- Machete
- Letreros
- Sustrato
- Sacapuntas
- Calibrador
- Cinta métrica
- Pinzas
- Pipeta
- Bomba de fumigación
- Ethel (ethefon)
- carbón activado mas gas etileno

3.1.3. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron en la presente investigación son:

T1: 15 Kg de carbón activado mástres Libras gas etileno / ha

T2: Ethel (ethefon) 2 L/ ha

T3: TESTIGO (sin aplicaciones)

3.1.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y siete repeticiones, para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la

prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05% de probabilidad, utilizando el programa estadístico SAS versión 15.0.

Cuadro 2. Análisis de la varianza

Fuente de variación		Grado de Libertad
Tratamientos	$t-1$	2
Rep.	$r-16$	
Error	$t(xr-1)$	12
Total	$(t*r)-1$	20

3.1.5. Mediciones Experimentales

Las variables evaluadas en la presente investigación son las siguientes.

- **Porcentaje de florecimiento**

Se realizó 60 días después de la aplicación de los tratamientos y se realizó un conteo de plantas forzadas y no forzadas tomando el 100% de la población, a través de un conteo visual.

- **Diámetro del fruto**

De la parte céntrica del fruto se midió el diámetro colocando el vernier en las líneas extremas. Se tomó el promedio de 10 frutos al azar.

- **Longitud del fruto**

Para la medición de la longitud del fruto, primero se eliminó la corona y luego se midió desde la base hasta el extremo del fruto con una regla milimetrada. Se tomó el promedio de 10 frutos al azar.

- **Peso de corona**

Luego de eliminar la corona del fruto se tomó el peso de esta con ayuda de una balanza de precisión. Se tomó el promedio de 10 frutos al azar.

- **Peso de fruto (g)**

Se determinó el peso de cada fruto, a los mismos a los que se le midió el diámetro y longitud de fruto, y el peso de corona, utilizando una balanza de precisión, el resultado se expresó en gramos (g).

- **Grados Brix**

Se extrajo una muestra de jugo de cada uno de los frutos, aproximadamente unos 100 cc. Depositados en un beaker, posteriormente se agitó brevemente y se aplicó una porción en el refractómetro de mano para determinar mediante el visor la escala del contenido de sólidos solubles.

- **Acidez**

De la muestra extraída para la prueba de grados brix, también se tomó una porción de jugo suficiente para medir el pH mediante el uso de cintas de papel pH y del pH metro electrónico de mano para comprobar la veracidad de la prueba.

3.1.6. Manejo del experimento

3.1.6.1. Suelo

Se estableció en un suelo profundo, buen drenaje, con textura franco arenoso limoso y pH 5.6. Cabe mencionar que valores mayores de pH, resultan en alta incidencia de pudriciones de raíz y cogollo por hongos del género *Phytophthora*, de igual manera se produce aparición de clorosis calcárea (deficiencia de Hierro). A pH menores de 5.6 afectan el crecimiento de la raíz y la disponibilidad de nutrientes como potasio y calcio.

3.1.6.2. Altitud

Se estableció a una altura dentro del parámetro óptimo que es de 0 a 600 msnm. A altitudes más altas se produce plantas y frutos pequeños, cuya pulpa es pálida y sabor ácido. En tanto que a altitudes menores, el crecimiento es más acelerado con frutos grandes pero la pulpa pierde consistencia y con poca resistencia al transporte de la fruta.

3.1.6.3. Distancia de plantación

La distancia entre hileras fue de 0,45 m y entre plantas de 0,30 m en un sistema de siembra de doble hilera a tres bolillos.

3.1.6.4. Resiembra

A las 6 semanas después de la plantación se hizo un recorrido por el ensayo para reemplazar aquellas plantas enfermas o muertas; esta resiembra se lo realizó con puyones de categoría extra grande (500-600 gr) para mantener una uniformidad de la plantación.

3.1.6.5. Control Fitosanitario

Consistió en controlar las malezas, plagas y enfermedades que lógicamente pudieran causar daño al desarrollo del cultivo. Todas las actividades que se realizaron para proteger al cultivo de estos enemigos, se ejecutaron con cuidado y en el momento oportuno., ya que cualquier descuido y atraso hubiese bajado considerablemente la optimización de los resultados en la investigación.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de florecimiento

Al realizar el análisis de varianza de los promedios de número del porcentaje de florecimiento se determinó que no existió significancia estadística para las repeticiones, a diferencia de los tratamientos en estudio. Adicionalmente se observa un coeficiente de variación de 5,13%.

En el cuadro 3, según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, el tratamiento que presentó el valor promedio más alto en cuanto a porcentaje de florecimiento fue el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 97,77%, siendo este valor superior estadísticamente a los promedios mostrados por el tratamiento T2 (Etefon) y el Testigo con promedios de 89,50 y 14,09%, respectivamente, valores relacionados con las aplicaciones de los inductores de floración a diferencia del testigo, los resultados están en concordancia con los valores obtenidos por Carais (1999) y Rengifo (2013), que evaluaron el etileno + carbón activado y el etefon respectivamente, obteniendo resultados muy similares.

Cuadro 3. Porcentaje de floración

Tratamiento	Porcentaje de Floración
T1: Carbón activado más etileno	97,77 a *
T2: Ethel (ethefon)	89,50 b
T3: Testigo	14,09 c

4.2. Diámetro del fruto

Realizado el análisis de varianza de los promedios de diámetro del fruto por parcela (cuadro 4) se determinó que no existe significancia estadística para las repeticiones, ni para los tratamientos en estudio. Además se observa un coeficiente de variación de 2,60%.

Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, el tratamiento que presento el valor promedio más alto de diámetro de fruta fue el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 12,37 cm, valor que es estadísticamente igual al promedio del tratamiento T2 (Ethefon) con un valor de 12,11cm y el Testigo con un valor de 11,98 cm, los resultados evaluados en la investigación demuestran que no existe diferencias significativas entre los tratamientos y que el diámetro de la fruta no se ve influenciado por el tipo de inducción que se utilice, resultados muy similares obtuvo De Sousa y De Azevedo (2002), en su estudio de diferenciación floral en piña.

Cuadro. 4. Diámetro de fruto

Tratamiento	Diámetro de fruto	
T1: Carbón activado más etileno	12,37	a
T2: Ethel (ethefon)	12,11	a
T3: Testigo	11,98	a

4.3. Longitud del fruto

En el cuadro 5, se observa que según el análisis de varianza no existió significancia estadística para las repeticiones, ni para los tratamientos que tampoco mostraron significancia estadística. En esta tabla también se observa que se obtuvo un coeficiente de variación de 3,15%.

El promedio de la variable longitud de fruto más alto según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, lo mostro el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 15,46 cm, siendo este valor estadísticamente igual al promedio del Testigo y el tratamiento T2 (Ethefon) cuyos promedios fueron 15,23 y 15,21cm, el resultado de esta variable se relaciona directamente con la variable diámetro de fruto y por lo tanto la respuesta a los tratamientos no es significativa,

así como lo determinó De Sousa y De Azevado (2002), en su estudio de diferenciación floral en piña.

Cuadro. 5. Longitud de Fruto

Tratamiento	Longitud de fruto	
T1: Carbón activado más etileno	15,46	a
T2: Ethel (ethefon)	15,23	a
T3: Testigo	15,21	a

4.4. Peso de corona

En el cuadro 6 observa que según el análisis de varianza de los promedios de peso de corona no existió significancia estadística para los tratamientos ni para las repeticiones. En esta tabla además se observa que tiene un coeficiente de variación de 31,53%.

El tratamiento que presentó el valor promedio más alto de peso de corona según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, fue el Testigo con un promedio de 180,10cm, siendo este valor igual estadísticamente al promedio de los tratamientos T1(Carbón activado + Etileno) y el T2 (Ethe fon) con promedios de 177,57 y 171,84 cm,. Estos valores están relacionados con los valores obtenidos en las variables de longitud y diámetro de fruta, y por lo tanto coinciden con lo descrito por así como lo determinó De Sousa y De Azevado (2002), en su estudio de diferenciación floral en piña.

Cuadro. 6. Peso de corona

Tratamiento	Peso de corona	
T1: Carbón activado más etileno	180,10	a
T2: Ethel (ethefon)	177,57	a
T3: Testigo	171,84	a

4.5. Peso de fruto (g)

Según el análisis de varianza (cuadro 7) se observa que no existió significancia estadística para las repeticiones ni para los tratamientos. En esta tabla también se observa un coeficiente de variación de 10,15%.

Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, el promedio más alto de peso de fruta lo mostro el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 1412,14 g siendo este valor estadísticamente igual a los promedios del testigo y el tratamiento T2 (Ethefon) con promedios 1407,29 y 1405,29 g respectivamente, los promedios de esta variable no presentaron mayores diferencias entre ellos debido a que los inductores no mostraron acción sobre las dimensiones y peso de la fruta, tal como lo reporto Pac (2005), en su estudio de experiencia en el cultivo de piña.

Cuadro. 7. Peso de Fruta

Tratamiento	Peso de fruto (g)	
T1: Carbón activado más etileno	1412,14	a
T2: Ethel (ethefon)	1407,29	a
T3: Testigo	1405,29	a

4.6. Grados Brix

Según el cuadro 8, del análisis de varianza de los promedios de grados brix, no existió significancia estadística para las repeticiones como tampoco para los tratamientos. En esta tabla también se observa que se obtuvo un coeficiente de variación de 4,74%.

Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, el Testigo presentó el valor promedio más alto de grados brix con 14,01, siendo este valor estadísticamente igual a los promedios de los tratamientos cuyos promedios fueron de 13,82 T1 (Carbón activado + Etileno) y 13,80 para el tratamiento T2 (Etefon). Los valores obtenidos demuestran que los diferentes inductores de floración no tienen influencia significativa en el contenido de grados brix, y están dentro de los valores normales que también fueron reportados por Espinola et al (2004), en su evaluación de dosis y épocas de aplicación de inductores florales.

Cuadro 8. Grados brix

Tratamiento	Grados brix	
T1: Carbón activado más etileno	14,01	a
T2: Ethel (ethefon)	13,82	a
T3: Testigo	13,80	a

4.7. Acidez

En el cuadro 9, se observa que según el análisis de varianza no existió significancia estadística para los tratamientos ni para las repeticiones. En esta tabla además se observa que tiene un coeficiente de variación de 6,71%.

El tratamiento que presentó el valor promedio más alto de acidez según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, fue el T2 (Etefon) con un promedio de 0,67,

siendo este valor igual estadísticamente a los promedios del Testigo con 0,65 y al tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con promedio de 0,61. Estos valores al igual los obtenidos en la variable de grados brix, demuestra que no existe significancia en relación a los inductores de floración, por lo que sus resultados coinciden con los promedios reportados por Espinola et al. (2004), en su evaluación de dosis y épocas de aplicación de inductores florales.

Cuadro 9. PH de fruta.

Tratamiento	pH de fruta	
T1: Carbón activado más etileno	0,67	a
T2: Ethel (ethefon)	0,65	a
T3: Testigo	0,61	a

4.8. Producción (Tm)

Según el análisis de varianza (cuadro 10) se observa que no existió significancia estadística para las repeticiones, no así para los tratamientos que presentó alta significancia estadística. En esta tabla también se observa un coeficiente de variación de 9,99%.

Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidades, el promedio más alto de rendimiento por ha lo mostro el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 80,42 Tm siendo este valor estadísticamente igual al promedio del tratamiento T2 (Ethefon) con 74,34 Tm, siendo el Testigo el valor más bajo estadísticamente con un promedio de 21,11 Tm respectivamente, los promedios de esta variable presentaron estas diferencia en relación directa con los valores de los porcentajes de forzamiento, resultados que se muestran muy similares a los reportados por Da Silva (2004) al estudiar el efecto de inductores de florecimiento. Se acepta la hipótesis que uno de los inductores florales (Carbón activado más

gas etileno y ethefon), Mejorará la floración en las plantas de piña (Ananas comosus L).

Cuadro 10. Rendimiento por ha.

Tratamiento	Rendimiento por ha	
T1: Carbón activado más etileno	80,42	a
T2: Ethel (ethefon)	74,34	a
T3: Testigo	21,11	b

4.9. Análisis económico

En el cuadro 11, se puede observar el análisis económico, de la presente investigación, en que se puede determinar que los mayores costos de producción incluyendo los costos de los tratamientos, se presentaron en con el tratamiento T1 de carbón activado + etileno con un valor de \$ 6 875,00, y el más bajo lo presentó el testigo con \$ 5 811,00, esto está directamente influenciado por los costos de los materiales de inducción, y los costos generados por la cosecha. En cuanto a los ingresos netos, estos se comportaron de mejor manera en el tratamiento T1 de carbón activado + etileno que alcanzó un valor de \$ 9 208,80, en cambio que el testigo presento un valor negativo de \$ 1 589,00, resultado que está directamente influenciado por el nivel de producción alcanzado en los tratamiento y el testigo. La mejor relación beneficio / costo se la obtuvo con la aplicación de Carbón activado + carbón activado que alcanzó un valor de 1,34, seguido de la aplicación de Ethefon con 1,23.

Cuadro 11. Costo de Producción, Ingresos Totales, Beneficio Neto y Relación Beneficio / Costo

ITEM	Costo Total		
	Carbón Activado + Etileno	Ethefon	Testigo
Preparación del suelo			
Arada	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00
Rastra	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Materiales			
Semillas	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Fertilizantes	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Agroquímicos	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00
Inducción	\$ 432,00	\$ 304,00	\$ 0,00
Mano de obra			
Inducción	\$ 43,20	\$ 30,00	\$ 0,00
Abonado	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00
Aplicaciones	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00
Cosecha	\$ 800,00	\$ 743,00	\$ 211,00
Costo (por ha)	\$ 6.875,20	\$ 6.677,00	\$ 5.811,00
Producción (kg/ha)	80420	74340	21110
Precio por kg	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20
Ingreso total	\$ 16.084,00	\$ 14.868,00	\$ 4.222,00
Beneficio neto	\$ 9.208,80	\$ 8.191,00	(\$ 1.589,00)
Relación B/N	\$ 1,34	\$ 1,23	(\$ 0,27)

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base al análisis de los valores promedios de las variables se presentan las siguientes conclusiones:

- El mejor tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) fue el que presentó el valor promedio más alto de diámetro de fruta con un promedio de 12,37 cm
- El promedio más alto de peso de fruta lo mostró el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 1412,14 g
- En cuanto al rendimiento el promedio más alto por hectárea lo mostró el tratamiento T1 (Carbón activado + Etileno) con un promedio de 80,42Tm.
- El utilizar el Carbón activado presenta el mayor porcentaje de forzamiento en el cultivo de piña frente al ethephon.

5.2. Recomendaciones

Al analizar los resultados de las variables y las conclusiones reportadas, se presentan las siguientes recomendaciones.

- Utilizar (Carbón activado + Etileno) ya que presento el valor promedio más alto de diámetro de fruta y peso de fruta.
- Es recomendable utilizar el carbón activado + etileno que alcanzó ingresos netos con valores de \$ 9 208,80
- En investigaciones futuras deberían de probar el efecto de diferentes dosis, tanto del carbón activado + etileno y del ethephon, para determinar niveles óptimos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. LITERATURA CITADA

- Alarcón, F. y Sánchez, P. 2012. Estudio de factibilidad para la implementación de una fábrica dedicada a la elaboración de jugos de la piña que ayude a rescatar el cultivo de esta fruta en la zona de milagro. Tesis. Universidad Estatal de Milagro.
- Akbar MA, Karmakar BK, Roy SK. 2003. Callus induction and high frequency plant regeneration of pineapple (*Ananas comosus* L., Merr.). *Plant Tiss. Cult.* 13: 109-116.
- Avelino, W; Buenaño, W; Sánchez, D. 2009. Análisis del proceso de producción de la piña para aumentar la exportación del Ecuador hacia el mercado español, aplicando las normas de calidad (ISO 14001 y EUROGAP) a partir del año 2009. Tesis. Ingeniería comercial y empresarial. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Baz, G. 2008. Información Técnica y fisiológica del cultivo de piña. Uso de biorreguladores y estimulantes para incrementar la productividad del cultivo.
- Bernal, M. 2006. Madurez prematura en la piña afecta la cosecha (en línea) consultado 25 de octubre 2014. Disponible en: www.eluniverso.com
- Bolaños, R. 2005. Evaluación de inductores florales y dosis en el cultivo de piña en la zona de Ticuantepe, Nicaragua. Pp 53
- Carías, D. 1999. Evaluación de tres dosis de gas etileno combinado con tres dosis de carbón activado para la inducción de la floración en piña

(Ananascomosus L. Merr.), Escuintla Guatemala. Tesis de grado, universidad de San Carlos de Guatemala. Pp 76.

Coppens d'Eeckenbrugge, G. y F. Leal. 2008. Morphology, anatomy and taxonomy. In: The Pineapple: Botany, Production and Uses. D.P. Bartholomew, R.E. Paul y K.G. Rohrbach (Eds). University of Hawaii, Manoa, Honolulu, USA. pp 1314.

Da Silva, A. De Souza, T. Kamel, T. Da Silva, J. De Azevedo, F. 2004. Efeito de indutores de florescimentonas cultivares deabacaxizeiro rbr-1, sng-2 e sng-3 emRio Branco-Acre.Rev. Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 395-398,

De Souza, T. De Azevedo, F. 2002. Diferenciação floral do abacaxizeiro cv. sng-3 emfunção da idade da planta e da aplicação do carbureto de cálcio. Revista Brasileira de fruticultura Jaboticabal, 24, 2. p. 420 – 425.

El Agro, 2012. El cultivo de la piña y el clima en Ecuador. Disponible en:<http://www.revistaelagro.com/2012/09/10/el-cultivo-de-la-pina-y-el-clima-en-ecuador/>. Consultado el: 10/01/2014.

Elizondo, A. 2004. Piña situación del mercado nacional e internacional. San José,CR, CNP. 9(4):7.

Espínola, M. Villalba, N. Espínola, E. 2004. Dosis y épocas de aplicación de ethepphon (ácido 2-cloroetilfosfónico) para inducir a la floración de la piña AnanascomosusL. Merrill variedad abacaxi. Tesis de graduación. Revista investigación agrícola, 7, 2.

FAO. 2009. Production of PineappleCropsfrom Venezuela. FAO StatisticDivision.

- González, JI, FundoraZ, Molina LA, AlbulnourJ, Desjardins Y, Escalona M. 2005. New contributions to propagation of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in temporary immersion bioreactor. *In vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 41: 87-90.
- Mogollón N, Díaz JC, Hernández N. 2004. Multiplicación clonal y enraizamiento in vitro de *Ananas comosus* L. "Queen Australia". *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21: 15-21.
- Pac, P. 2005. Experiencias en el cultivo de piña (*Ananas comosus* (L) Merr.) con el híbrido md2 en finca La Plata, Coatepeque, Quetzaltenango. Documento de graduación. Pp 61.
- Rengifo, J. 2013. Efecto del Etefón en el desarrollo, floración, y calidad del fruto de la piña md2 (*Ananas comosus*), en condiciones del Valle del Cauca. Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencias Agrarias. Pp 72. Co.
- Saucedo SG, Ramos EL, Varas E, Carmigniani F. 2008. Propagación clonal in vitro de piña (*Ananas comosus* L. Merr) Variedades Champakay Hawaiana. *Cienc. Tecnol.* 1: 49-54.
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 2007. Adapting to climate variability and change; a guidance manual for development planning.
Disponibile: [en: http://www.usaid.gov/our_work/environment/climate/pub_outreach/index.html](http://www.usaid.gov/our_work/environment/climate/pub_outreach/index.html).

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexos 1: Análisis de varianza de los tratamientos en estudios

Análisis de varianza de porcentaje de floración					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	43,44	7,24	0,61	0,7178
Tratamientos	2	29763,36	14881,68	1256,10	0,0001
Error	12	142,17	11,85		
Total	20	29948,97			
CV = 5,13 %					

Análisis de varianza de diámetro de fruto de piña					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	0,72	0,12	1,20	0,3685
Tratamientos	2	0,56	0,28	2,79	0,1013
Error	12	1,20	0,10		
Total	20	2,48			
CV = 2,60 %					

Análisis de varianza de longitud de fruto de piña					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	1,00	0,17	0,71	0,6457
Tratamientos	2	0,27	0,14	0,57	0,5786
Error	12	2,79	0,23		
Total	20	4,06			
CV = 3,15 %					

Análisis de varianza de peso de corona					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	4149,64	691,61	0,22	0,9615
Tratamientos	2	250,64	125,32	0,04	0,9605
Error	12	37162,52	3096,88		
Total	20	41562,80			
CV = 31,53 %					

Análisis de varianza de peso de fruta					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	11930,48	1988,41	0,10	0,9953
Tratamientos	2	174,10	87,05	0,0043	0,9958
Error	12	245343,24	20445,27		
Total	20	257447,82			
CV = 10,15 %					

Análisis de varianza de grados brix					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	3,93	0,66	1,52	0,2534
Tratamientos	2	0,19	0,09	0,22	0,8090
Error	12	5,19	0,43		
Total	20	9,31			
CV = 4,74 %					

Análisis de varianza de pH de fruta					
Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	6	0,10	0,02	9,39	0,0006
Tratamientos	2	0,01	0,01	3,02	0,0868
Error	12	0,02	0,0018		
Total	20	0,14			
CV = 6,71 %					

7.2. Fotografías de la investigación

Área asignada para la investigación



Productos utilizados



Spray boom equipado con sistema para inducción con gas etileno



Realizando prueba de eficiencia 15 días después de la inducción







Visita del ing. Freddy Sabando Ávila, m.sc – director de tesis



