

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZANTE DE CALCIO BORO, EN TRES ESTADÍOS DE
FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA; SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
TESIS DE GRADO

CARLOS ADOLFO CULAJAY URIZAR
CARNET 22067-12

ESCUINTLA, AGOSTO DE 2018
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZANTE DE CALCIO BORO, EN TRES ESTADÍOS DE
FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA; SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
CARLOS ADOLFO CULAJAY URIZAR

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, AGOSTO DE 2018
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LIC. FREDY MANOLO RUANO LOPEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ

Guatemala 25 de agosto 2018

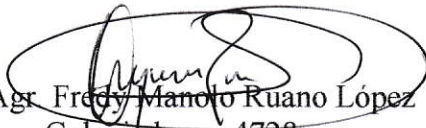
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago costar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Carlos Adolfo Culajay Urizar, carné 22067-12, titulada: "Evaluación de dosis de fertilizante calcio boro, en tres estadios de floración en el cultivo de piña; Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,


Ing. Agr. Freddy Manolo Ruano López
Colegiado no. 4728
Cód. URL 22483

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante CARLOS ADOLFO CULAJAY URIZAR, Carnet 22067-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06129-2018 de fecha 18 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZANTE DE CALCIO BORO, EN TRES ESTADIOS DE FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA; SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 23 días del mes de agosto del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por guiarme en mi camino y darme salud y vida para poder cumplir mis metas.

A la Universidad Rafael Landívar:

Por ayudarme a formarme profesionalmente.

A mi asesor:

Ing. Fredy Manolo Ruano López.

Por la asesoría, revisión y corrección de mi informe final.

A mi supervisor:

P. Agr. Casildo de Jesús Leonardo

Por toda la experiencia adquirida en el proceso de ejecución de la investigación.

Agropecuaria Popoyán S. A.

Empresa fundamental en el desarrollo de mi carrera, por patrocinarme y apoyarme en el desarrollo de la investigación.

A mis amigos: Mariana Robles, Mirna Yamileth Mejía, Ericka Juárez, María Sacan, Marvin Lara, Milton Tay, Mauricio Monrroy, Diener Villatoro por estar en los buenos y malos momentos.

DEDICATORIA

A Dios: Porque siempre que lo necesito está inspirándome a seguir. Gracias por estar presente en cada etapa de mi vida ofreciéndome lo mejor. Gracias Padre Divino.

A mi padre: Carlos Armando Culajay García. Por apoyarme y enseñarme entre lo bueno y lo malo, por nunca perder la fe en mí y por enseñarme siempre a creer en Dios. Te amo papá.

A mi madre: Miriam Maribel Urizar Girón. Por enseñarme a luchar por lo que quiero. Te amo mamá por nunca perder la fe en mí.

A mi hermana: Lesby Magali Culajay Urizar. Por siempre creer en mí, apoyarme y motivarme a que siga adelante y que todo lo puedo lograr si me lo propongo. Gracias colocha te amo.

A mi hermano: Walter Daniel Culajay Urizar. Por estar siempre a mi lado y apoyarme en cada paso que doy.

A mis abuelos: Benito Culajay Bacajol, Birgilia García y Inés Cululen Sancior. Por ser como padres para mí.

A mis tíos: Jaime Francisco Urizar Girón, Luis Inés Cululen Girón, Celeste del Carmen Girón Cululen y Olga Yolanda Culajay García. Por ser apoyo para mí.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. ORIGEN DE LA PIÑA	2
2.1.1. Composición de la piña	2
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA	2
2.2.1. Raíz	2
2.2.2. Descripción de la especie <i>Ananas comosus</i>	3
2.2.3. Tallo	3
2.2.4. Hojas	3
2.2.5. Inflorescencia	3
2.2.6. Fruto	4
2.2.7. Hijuelos	5
2.3. ECOLOGÍA DEL CULTIVO	5
2.3.1. Clima	5
2.3.2. Precipitación	6
2.3.3. Luminosidad	6
2.3.4. Suelo	6
2.4. MANEJO DEL CULTIVO DE PIÑA	6
2.5. INDUCCIÓN FLORAL	6
2.5.1. Etapas de desarrollo de la floración después de la inducción.	7
2.6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE PIÑA	8
2.6.1. Requerimientos nutricionales del cultivo la piña	9
2.7. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN	11
2.7.1. Fertilizante calcio boro (CaB)	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	13
4. OBJETIVOS	14
4.1. GENERAL	14

4.2.	ESPECÍFICOS	14
5.	HIPÓTESIS	15
6.	METODOLOGÍA.....	16
6.1.	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	16
6.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	16
6.2.1.	Fertilizante calcio-boro.	16
6.3.	FACTOR ESTUDIADO.....	16
6.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	16
6.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
6.6.	MODELO ESTADÍSTICO	17
6.7.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	17
6.8.	CROQUIS DE CAMPO	18
6.9.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	18
6.10.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	18
6.10.1.	Descripción de las variables de respuesta	18
6.10.2.	Peso de la fruta (kg).....	18
6.10.3.	Concentración de sólidos solubles totales (%Brix).....	19
6.10.4.	Rendimiento exportable (cajas 11.4 kg/ha)	19
6.11.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	19
6.11.1.	Análisis estadístico	19
6.11.2.	Análisis económico	19
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
7.1.	PESO DE LA FRUTA EN (KG).....	20
7.1.1.	Peso de la fruta	20
7.1.2.	Análisis de varianza de pesos de la fruta.....	20
7.2.	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%BRIX).....	21
7.2.1.	Análisis de varianza de la concentración de solidos solubles totales (% Brix)	21
7.3.	RENDIMIENTO EXPORTABLE (CAJAS 11.4 KG/HA).....	23
7.3.1.	Análisis de varianza rendimiento exportable (cajas 11.4 kg/ha).....	23
7.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	24

8. CONCLUSIONES.....25

9. RECOMENDACIONES26

10. BIBLIOGRAFÍA.....27

11. ANEXOS30

ÍNDICE DE CUADROS

Descripción	Página
Cuadro 1: Tratamientos y dosis de aplicación de calcio boro en diferentes días después de inducción floral en el cultivo de piña.	17
Cuadro 2: Medias de los tratamientos y repeticiones de los pesos de la fruta de la piña en kg.	20
Cuadro 3: Análisis de varianza de los peso de la fruta de piña.	20
Cuadro 4: Prueba de Tukey para las repeticiones de peso de la fruta de piña en kg.	21
Cuadro 5: Medias de los tratamientos y repeticiones de los sólidos solubles totales (% Brix).	21
Cuadro 6: Análisis de varianza de solidos solubles totales (% Brix).	22
Cuadro 7: Prueba de Tukey para cada uno de los tratamientos de concentración de solidos solubles totales (% Brix) de la fruta de la piña.	22
Cuadro 8: Medias de los tratamientos y repeticiones de rendimientos exportable de la fruta de la piña en (cajas 11.4 kg/ha).	23
Cuadro 9: Análisis de varianza de los rendimiento exportable de la fruta de piña en (cajas 11.4 kg/ha).	23
Cuadro 10: Resumen del análisis de costos incrementales realizado a los diferentes tratamientos con aplicación de calcio boro en el cultivo de piña.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1: Primera flor a los 53 días después de inducción en el cultivo de piña.	7
Figura 2: Segunda o flor media a los 63 días después de inducción en el cultivo de piña.	7
Figura 3: Tercera flor a los 73 días después de inducción en el cultivo de piña.	8
Figura 4: Aleatorización de los tratamientos en bloques al azar con 4 tratamientos y 20 repeticiones en campo.	18
Figura 5: Equipo y herramientas utilizadas para la medición de pesos y la concentración de sólidos solubles totales (% Brix).	30
Figura 6: Observación en el refractómetro manual para la toma de datos de sólidos solubles totales (% Brix).	30
Figura 7: Condición interna de la fruta de piña, para toma de datos de los sólidos solubles totales (% Brix).	31
Figura 8: Visualización de toma de datos de sólidos solubles totales (% Brix), en el refractómetro manual.	31

Evaluación de dosis de fertilizante calcio boro, en tres estadíos de floración en el cultivo de piña; Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

RESUMEN

La investigación fue realizada en finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. El objetivo principal fue determinar el efecto de diferentes dosis durante la formación y llenado de la fruta en los diferentes estadíos de floración del cultivo de piña, que proporcione mejor desarrollo en el fruto. El fertilizante evaluado fue un hidrosoluble calcio boro. Las variables medidas fueron: peso de la futa en libras, concentración de sólidos solubles totales (% brix) y rendimiento exportable (cajas de 11.4 kg/ha). Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con 4 tratamientos y 20 repeticiones. El factor dosis consto de: T1 testigo cero aplicaciones, T2 con 5 kg/ha, T3 con 15 kg/ha y T4 con 25 kg/ha. Mediante el análisis de varianza se determinó que si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. En la variable peso de la fruta en libras, se encontró que al no aplicar calcio y boro se obtiene el mayor peso de la fruta. En concentración de sólidos solubles totales (% Brix), se determinó mediante prueba de medias que al no aplicar calcio y boro se obtiene el mayor porcentaje de grados brix. Mediante el análisis de costos incrementales se determinó que las aplicaciones de calcio y boro no tienen ningún efecto en beneficio económico por lo que no es viable económicamente. Por lo que según los resultados obtenidos se recomienda no realizar aplicaciones de calcio y boro en los diferentes estadios de floración del cultivo de piña.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña es de importancia económica en Guatemala debido a su alta demanda. Durante el año 2015, la cosecha de piña alcanzo 271,000 toneladas métricas, con un costo de establecimiento de Q42,933/ha y costo de cosecha de Q21,868/ha. Esta actividad económica generó empleo directo en campo de 1,339,000 jornales/año, con un equivalente a empleos permanentes de 4,782 (MAGA, 2015).

El cultivo de la piña en Guatemala, desde su introducción ha estado en manos de pequeños productores en su mayoría ubicados en la zona central del país, y en menor número en los departamentos de Guatemala, Izabal y Escuintla.

La piña es un cultivo semiperenne y al igual que cualquier cultivo, independientemente de la clasificación vegetativa, necesitan crecer y desarrollar tejidos para luego desarrollar una fruta. Hay muchos factores que afectan el desarrollo vegetativo de las plantas, tales como clima, suelo y prácticas de manejo (Kass, 1996).

Para que el cultivo de piña sea sostenible económicamente es necesario maximizar la producción y que cumplan con los estándares de calidad que exige el mercado, logrando así incrementar el volumen de venta y los ingresos.

Para obtener un fruto que cumpla con los estándares de calidad, es necesario un adecuado programa de nutrición para suplir las necesidades del cultivo, dentro de las cuales el calcio y el boro son muy importantes después de la división celular para la formación y tamaño del fruto. En la presente investigación se evaluaron tres dosis de calcio y boro para el desarrollo de la fruta en sus tres estadios de floración. Las aplicaciones se realizaron a los 53, 63 y 73 días después de la inducción floral. Con ello se espera mejorar la calidad de la fruta en calibre de exportación, grados brix, elongación de altura y forma cilíndrica. En los resultados de la investigación se observó mediante análisis de INFOSTAT y medias de Tukey que al parecer las aplicaciones de calcio y boro vía foliar no incrementan los pesos ni las concentraciones de solidos solubles totales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DE LA PIÑA

Según Córdova (2011), la piña es nativa de América tropical y sub tropical, específicamente del norte de Brasil.

La piña (*Ananas comosus* L. Merr.), pertenece a la familia Bromeliaceae, es originaria de América del Sur, el sur de Brasil y el Noreste de Argentina y Paraguay (Fundación de Desarrollo Agropecuario FDA, 1992).

2.1.1. Composición de la piña

“La piña es una fruta rica en azúcares, vitaminas del grupo A, B, C y E, sales minerales y ácidos orgánicos que explican sus virtudes “dinamizantes”. Su ingrediente activo es la Bromelina, una mezcla de 5 enzimas proteolíticas que difieren unas de otras por su capacidad de oxidar reducir sustratos específicos. Además, es rica en ácido málico, cítrico y ascórbico; sales minerales de calcio, fósforo y hierro; glúcidos como sacarosa, glucosa y levulosa” (Castañeda de Pretelt, 2003).

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA

Es una planta herbácea, monocotiledónea, perenne, que mide hasta un metro de alto, con un tallo rodeado de 30 a 40 hojas largas y con espinas; en variedades seleccionadas las espinas solo están en la punta de la hoja y éstas se encuentran distribuidas en forma de espiral, la fruta se forma sobre un pedúnculo de 100 a 150 mm de largo en el ápice del tallo. La fruta es compuesta, ya que las flores de color lavanda, junto con sus brácteas adheridas a un eje central, se hacen carnosas y se unen para formar la fruta de la piña, la cual madura cinco meses después de la floración (Jiménez, 1999).

2.2.1. Raíz

El sistema radicular de la piña es muy superficial, generalmente las raíces se localizan en los primeros 15 cm. del suelo, aunque pueden profundizarse hasta 60 cm. o más (Córdova, 2011).

2.2.2. Descripción de la especie *Ananas comosus*

La especie *Ananas comosus* es la única especie comestible de este género, de la cual se han generado una serie de variedades de importancia económica como la variedad Cayena y la Roja Española, de las cuales se originan los clones Champaka, Cayena Lisa, y el híbrido MD-2, que es el principal material explotado a nivel mundial. El híbrido MD-2 tiene una pulpa firme, amarillo naranja con un sabor diferente a la Cayena Lisa, la forma de la fruta es completamente cilíndrica de hombros bien formados y una mayor tasa de crecimiento comparada con el clon Champaka (Rebolledo y Laureano, 1998).

2.2.3. Tallo

Se encuentra cubierto de hojas lanceoladas, es carnoso y se encarga de almacenar los nutrientes de la planta que son desarrollados por las hojas (Córdova, 2011).

2.2.4. Hojas

Son envolventes dispuestas en forma de espiral, una planta adulta presenta de 70 a 80 hojas por planta. Los bordes de éstas pueden estar provistas de espinas o libres según la variedad. Son nombradas de acuerdo a su posición en el tallo, las que se localizan en la parte más baja son las A, B y C; las localizadas en la parte superior son nombradas D, E, y F. Las hojas “D” son las que se usan como muestra para la inducción floral (Córdova, 2011).

2.2.5. Inflorescencia

La inflorescencia contiene de 100 a 200 flores dispuestas en forma de espiral fusionadas entre sí y con el tallo central, dando origen a un fruto partenocárpico del cual la cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor (Córdova, 2011).

Según Claude (1969), el fruto de piña inicia su desarrollo cuando la planta transforma su crecimiento apical, en donde el meristemo da origen a un conjunto de flores que se desarrollan dentro de la planta durante las primeras 6 a 7 semanas. A partir de la semana 8 se inicia la apertura de las flores bajas, identificándose esta etapa como flor baja; de la semana 10 a la 12 se

abren las flores medias, identificándose esta etapa como flor media y de la semana 13 a la semana 15 se abren las últimas flores, identificándose esta etapa como flor alta.

Después de la floración, de la semana 16 a la 22 se desarrolla el fruto, cerrándose los espacios que dejan las inflorescencias y marcándose los frutos individuales en formas de ojos, y de la semana 22 a 24 se alcanza la madurez fisiológica, empezándose a dar un cambio de color en la cáscara (Claude, 1969).

2.2.6. Fruto

Es no climatérico y su forma varía de cilíndrico hasta forma piramidal dependiendo la variedad (Córdova, 2011). Según (Asociación de productores de piña de cevicos, INC, 2015), en el desarrollo del fruto se reconocen cuatro estadios importantes, el primero consiste en la multiplicación celular en donde se produce una activa división celular hasta alcanzar el número total de células del fruto. En el segundo estadio se produce el engrosamiento celular, que consiste en el crecimiento de las células por acumulación de agua y sustancias hidrocarbonadas. Durante el tercer estadio se produce la maduración y se inicia el proceso bioquímico. Una vez que el fruto alcanza su estado óptimo de maduración, se inicia su proceso de senescencia o cuarto estadio, el mismo puede inhibirse temporalmente mediante técnicas de almacenamiento (Retana, 2015).

Según Salisbury y Ross (1994), los frutos carnosos pueden presentar modelos de comportamiento simples sigmoides, los cuales experimentan un patrón de crecimiento que consta de 3 fases. Una fase logarítmica en la que se aumenta el tamaño del fruto en forma exponencial, y se presenta una velocidad de crecimiento celular lenta al principio y rápida al final, en la segunda fase se observa un comportamiento lineal, con un aumento de tamaño y peso generalmente rápido y constante y una tercera fase que está caracterizada por una velocidad decreciente medida que el fruto alcanza su madurez.

En la mayoría de los frutos carnosos el tamaño final está definido por tres importantes eventos fisiológicos que involucran la multiplicación de células responsables de la formación del ovario

antes de la antesis; luego, la división celular que tiene lugar después de la antesis y la polinización, y el tercer proceso corresponde aumento en el tamaño de las células formadas (Grange, 1996).

La maduración es la fase final del crecimiento y desarrollo del fruto; la finalidad de este órgano es la dispersión de las semillas, las características de color, aroma, textura y gusto contribuyen a eso porque resultan atractivas para el consumo animal quienes pueden consumirlas y transportarlas a otros lugares. En la mayoría de frutos la interacción entre azúcares reductores y no reductores y los ácidos orgánicos determinan las características del sabor (Azcon-Bieto y Talon, 1996).

2.2.7. Hijuelos

Del tallo central brotan los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para propagar la piña, estos son: basales que se forman en la base del fruto; los hijuelos de tallo que se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo y los retoños que se originan en la base de éste, por la proximidad al suelo presentan raíces propias, cualidad que los convierte en aptos para una segunda cosecha; y la corona que se ubica en la parte superior del fruto. Para propagar la piña, el material más recomendable son los hijuelos que se desarrollan a partir de las yemas axilares del tallo (Córdova, 2011).

2.3. ECOLOGÍA DEL CULTIVO

2.3.1. Clima

El clima afecta la calidad de la fruta, tanto en la composición de azúcares y ácidos como en la susceptibilidad al daño por frío. Este cultivo se desarrolla bien de 50 – 600 msnm, a mayores altitudes la fruta tiende a ser más ácida; el rango favorable de temperatura oscila entre los 20 a 30 °C, incrementos en la temperatura ambiente y luz solar pueden provocar una reducción de la acidez de la fruta y mayor sensibilidad a daño por frío (Córdova, 2011).

2.3.2. Precipitación

El óptimo de precipitación se estima entre 1200 – 2000 mm. Bien distribuido en el año. Los requerimientos mensuales mínimos de agua son de 50 mm por planta (Córdova, 2011). La escasez de agua significa un retraso en el crecimiento de la planta y si ocurre durante la etapa de fructificación puede significar una merma en la producción, por lo contrario, con un exceso de agua existe una asfixia radicular y una mayor incidencia de enfermedades (Jiménez, 1999).

2.3.3. Luminosidad

La luminosidad ejerce una acción muy marcada en el rendimiento. Según Castañeda de Pretelt (2003), las plantas que crecen con limitaciones de luz producen frutas opacas y poco atractivas; las plantas que se desarrollan con una luminosidad favorable son brillantes y atractivas al consumidor (Córdova, 2011).

2.3.4. Suelo

La planta de piña puede crecer en varios tipos de suelo, pero por tener un sistema radicular poco profundo, los óptimos para su desarrollo son los arenosos o franco árenos, ricos en materia orgánica con pH de 4.5 a 5.5 (Jiménez, 1999).

2.4. MANEJO DEL CULTIVO DE PIÑA

Las actividades más importantes para la producción de piña deben iniciarse con una buena preparación de suelo que involucra varias actividades que van desde la limpieza del área de siembra hasta la elaboración de encamado, acolchado, apertura de drenaje y siembra. Con estas actividades inicialmente se obtendrá un buen desarrollo en el ciclo fenológico de la plantación. La uniformización en la clasificación de los hijuelos sembrados es muy importante para así lograr obtener una plantación con peso uniforme general y bajo porcentaje de mortalidad.

2.5. INDUCCIÓN FLORAL

Según Arias y López (2007), para realizar una inducción uniforme se debe tener un cultivo uniforme, esto se logra realizando todas las prácticas de manejo básicas y haciendo un muestreo

rutinario para plagas, enfermedades y malezas. De esta actividad depende en gran medida una producción uniforme de la fruta.

La inducción con gas etileno es un proceso complicado, pues requiere equipo especial que contiene una máquina con dos secciones definidas: a) una cámara donde se realiza la adsorción del gas sobre las partículas de carbón activado y un área donde se carga y almacena la solución de carbón activado; un área de controles, bombeo y operación de la aplicación (Jiménez, 1999).

2.5.1. Etapas de desarrollo de la floración después de la inducción.

Después de la inducción floral se tiene un desarrollo de tres fases, donde se llevará a cabo la aplicación de calcio-boro para garantizar un mejor rendimiento de cajas por hectárea (figura 1,2 y 3).

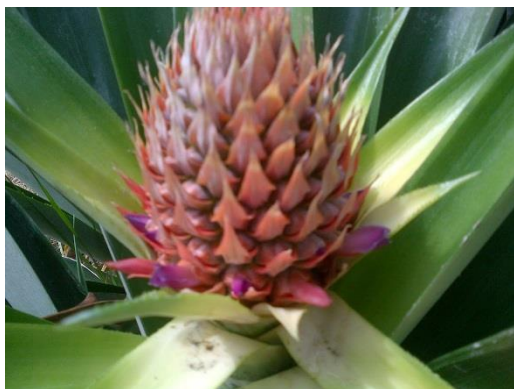


Figura 1: Primera flor a los 53 días después de inducción en el cultivo de piña.



Figura 2: Segunda o flor media a los 63 días después de inducción en el cultivo de piña.



Figura 3: Tercera flor a los 73 días después de inducción en el cultivo de piña.

2.6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE PIÑA

La piña pertenece a la familia de las Bromeliáceas, la cual se caracteriza por tener una buena absorción de nutrientes en la parte foliar de la planta, lo que favorece hacer fertilizaciones vía foliar (De Jesús, 2017).

La piña tiene requerimientos nutricionales específicos. La carencia o exceso de algunos elementos puede afectar en la apariencia, vitalidad y calidad de la planta, y en consecuencia de la fruta obteniendo bajo rendimiento de cajas por hectárea (De Jesús, 2017).

Gorbea (2010), señala que el boro es uno de los micronutrientes esenciales para la producción vegetal. Actúa en las plantas en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos. Aparentemente, el boro también regula el transporte de azúcar, metabolismo de los carbohidratos y proteínas en las plantas, las que necesitan un suministro continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento, siendo un factor importante en la germinación del tubo polínico y por lo tanto el boro desempeña un importante papel en la regulación de la permeabilidad de la membrana, síntesis de la pared celular, respiración, hormona del metabolismo y regulación estomática.

Según Tetra (2004), el calcio se considera un nutriente secundario de las plantas, que cada planta necesita calcio para crecer, una vez fijo el calcio no es móvil en la planta, es un constituyente

importante de las paredes celulares y solo puede ser suministrado por la savia del xilema; así, si en la planta se agota el abastecimiento de calcio, no podría removilizar el calcio de los tejidos más viejos. Si por cualquier motivo se reduce la transpiración, el suministro de calcio a los tejidos que están creciendo rápidamente llegaría a ser inadecuado.

2.6.1. Requerimientos nutricionales del cultivo la piña

Nitrógeno

Se requiere más nitrógeno en las áreas de gran intensidad lumínica, éste se vuelve más importante a medida que las plantas crecen hasta poco antes de la inflorescencia. Se debe tener cuidado con el balance nutricional, ya que la alta cantidad de este elemento al momento de la inducción floral, evita que las plantas respondan al estímulo de la floración (Jiménez, 1999).

Fósforo

El fósforo es esencial para el metabolismo de la planta, la cual lo necesita particularmente en los momentos de la diferenciación de la inflorescencia. Una deficiencia en este periodo acarrea un descenso del rendimiento (Claude, 1969).

Potasio

Según Jiménez (1999), los síntomas de deficiencia de potasio consisten en que las hojas nuevas se mueren y las hojas en general se ven angostas y acanaladas, un bajo nivel de éste y un alto nivel de nitrógeno pueden causar anomalías en la fruta, tales como una corona con un exceso de crecimiento, dobles coronas, entre otros. El potasio se vuelve muy importante a medida que la planta se vuelve más vieja, en especial desde el momento inmediato antes de la floración hasta la fructificación.

En suelos de contenido potásico pobre, la aportación de este elemento suele aumentar el rendimiento, pero pasando cierto nivel influye solamente en la mejora de la calidad de los frutos. La potasa beneficia sensiblemente las características organolépticas de la pulpa, su acidez y su firmeza, así como la coloración de la piel (Claude, 1969).

Calcio

La deficiencia de calcio hace que las hojas se vuelvan gruesas moteadas y necrosadas en el corazón de la planta. Las hojas se quiebran cerca de la base y se hacen cada vez más cortas, la fructificación se hace impredecible y es deforme (Jiménez, 1999).

La manera más eficaz de aumentar el nivel de calcio en la fruta, sobre todo a corto plazo, es usando las aspersiones de calcio aplicado directamente a la fruta en vías de desarrollo. El calcio también puede proporcionarse a través de riego por goteo en donde se usa nitrato del calcio, cloruro del calcio u otras formulaciones (Vásquez 2004).

Debido a que la movilidad del Ca dentro de la planta es baja y el crecimiento del fruto es muy intenso, la cantidad de Ca que llega al fruto no es suficiente para cubrir la demanda de las actuales variedades de tomate de alto rendimiento (Vásquez 2004).

Un déficit de calcio en las plantas origina retardos en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, acentuándose los síntomas de clorosis por inhibición y bloqueo de la síntesis de la clorofila. Calcio soluble al tejido vegetal, elemento esencial en el fortalecimiento de paredes y membranas celulares, además es importante en el proceso de división celular (Rodríguez 1982).

Magnesio

Las hojas inferiores se vuelven cloróticas, con necrosis en las puntas. El contenido de magnesio decrece con la edad de la planta (Jiménez, 1999).

Boro

Gorbea (2010), señala que el boro es uno de los micronutrientes esenciales para la producción vegetal. Actúa en las plantas en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos

El boro es muy importante mejorando la capacidad de las plantas de usar el calcio. Si el boro en la planta es bajo, mientras se está aplicando el calcio por cualquier medio, inhibe la capacidad de la planta de asimilar el calcio (Vásquez 2004).

Según Espinoza (s.f) el boro (B) es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico, y para la formación de semillas y paredes celulares. El boro favorece la translocación de azúcares y su deficiencia usualmente detiene el crecimiento de las plantas, debido a que, por ser poco móvil, los síntomas aparecen primero en los tejidos jóvenes. También causa deformación, amarillamiento y necrosis de hojas jóvenes, crecimiento en “roseta”, entre otros. La deficiencia de boro es común en suelos ácidos, suelos volcánicos, de texturas arenosas, bajos en materia orgánica (Alfaro y Rivera, 2013).

Según Vásquez (2007), se debe mantener un aporte constante de boro durante los períodos de crecimiento del cultivo y de los frutos. Si esto se puede lograr a través de aplicaciones al suelo, está muy bien. Sin embargo, los fertilizantes al suelo se van a ver afectados por la falta de humedad del suelo o la falta de extracción durante algunas etapas de la actividad de la planta que no coincidan con la etapa de extracción. Es por esta razón que se utiliza boro foliar en frutales de nuez en los que la floración comúnmente es anterior a un período de alta extracción de nutrientes desde el suelo. El Boro está en el transporte de los azucares a través de las membranas celulares, fortalece las membranas celulares y participa activamente en la fertilidad y germinación del polen, así como en la formación del tubo polínico.

2.7. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

2.7.1. Fertilizante calcio boro (CaB)

Para aplicar las diferentes dosis de calcio y boro se utilizó un fertilizante hidrosoluble que fue suministrado vía foliar en cada una de sus etapas fenológicas de floración.

Contiene en su composición química. Calcio (Ca) 13.00 % - Boro (B) 8.00 %.

CaB es un fertilizante hidrosoluble formulado para aplicación foliar. Contiene Calcio y Boro que son no móviles en el floema, por lo que para corregir su deficiencia deben ser aplicados con cierta frecuencia durante el ciclo de cultivo. Corrige efectivamente las deficiencias de Calcio y Boro durante el crecimiento vigoroso y durante el desarrollo de flores y frutos, aumentando el cuaje de flores al influir en la germinación y fertilidad del polen, así como en el desarrollo del tubo polínico.

CaB disminuye los desórdenes fisiológicos de los cultivos como manchas amargas en manzana, pudrición apical de frutos en tomate, melón y sandía; corazón hueco en papa, rajaduras de turiones de espárragos, nariz suave en mango, así como otros desordenes fisiológicos producidos por desbalances nutricionales y hormonales. Aumenta la resistencia a enfermedades fortaleciendo las paredes celulares de todo el tejido vegetal, evitando el ingreso de patógenos e incrementando la resistencia del fruto para su traslado incrementando, de esta forma, la vida en anaquel.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La finca Popoyán se dedica a producir piña híbrido MD-2 principalmente para exportación, lo que implica cumplir con estándares de calidad, lo cual incluye que los frutos sean mucho más rigurosos en cuanto a peso, forma, grados brix y apariencia de la fruta.

Debido a que se ha cultivado por muchos años, los suelos han presentado un desgaste en los nutrientes requeridos por el cultivo, entre ellos el calcio y boro. Lo que se ha observado es que las frutas presentan problemas de llenado, ya que no se obtiene el desarrollo adecuado de la floración, lo que redundará en bajo rendimiento de cajas exportables por hectárea. Esto debido a que la fruta no tiene el requerimiento esencial para una buena presentación, translocación de azúcar, brix y vida de anaquel.

Es por ello que se plantea esta investigación, que pretende evaluar dosis de calcio boro, con el objetivo de incrementar el aprovechamiento de la fruta para exportación. La cosecha de la fruta está relacionada con la calidad y las exigencias del mercado. Una piña con un alto porcentaje de grados brix, con una uniformidad cilíndrica y relación corona fruta es una de las aceptables en el mercado internacional y supermercados nacionales.

Para mejorar la calidad de la fruta, la siguiente investigación tiene como propósito encontrar una alternativa mediante la aplicación de diferentes dosis calcio-boro, en tres etapas diferentes de floración después de la inducción, para incrementar la rentabilidad del cultivo de piña y a la vez generar información que esté disponible para el desarrollo del cultivo en el país. Con este manejo técnico se mejorará el aprovechamiento de tamaños estándar en Guatemala que se consideran tamaños exportables asimismo ayudar a mejorar el rendimiento por hectárea en el cultivo de piña y busca seguir contribuyendo a la generación de empleos y divisas de exportaciones.

4. OBJETIVOS

4.1. General

Evaluar el efecto de diferentes dosis de calcio y boro durante la formación y llenado de la fruta en la etapa de floración del cultivo de piña, híbrido MD-2 en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, sobre la productividad.

4.2. Específicos

- Determinar el efecto de las dosis sobre el peso de la fruta de piña.
- Determinar el efecto de los tratamientos sobre la concentración de los sólidos solubles totales del fruto de piña.
- Determinar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de frutas de piñas exportables.
- Determinar los costos incrementales de los tratamientos a evaluar, en cajas de frutas de piña.

5. HIPÓTESIS

- Al menos uno de los tratamientos evaluados incrementará el peso y dará mayor uniformidad de la fruta de piña
- Al menos uno de los tratamientos evaluados presentará mayor concentración de grados brix en la fruta de piña.
- Al menos uno de los tratamientos evaluados tendrá mayor rendimiento de frutas de piñas exportables.
- Por lo menos uno de los tratamientos evaluados en la fruta de la piña tendrá mayor rentabilidad beneficio costo.

6. METODOLOGÍA

6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

Esta investigación se realizó en la Finca Popoyán, localizada en Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. Esta finca está ubicada en las coordenadas 14° 23' 26" de latitud Norte y 91° 06' 31" de longitud Oeste. Como vías de ingreso esta la ruta CA -2 en el Km. 102.2 que conduce a Mazatenango, posee una altura promedio de 400 msnm, una temperatura promedio de 28.0 °C y una precipitación pluvial de 3500 mm. Anuales lo que hace un clima húmedo subtropical cálido. El experimento será ejecutado en un suelo franco arenoso (De Jesús, 2017).

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó una plantación de piña comercial con 10 meses de edad después de siembra, con el Híbrido MD-2.

6.2.1. Fertilizante calcio-boro.

Composición química.

Calcio (Ca) 13.00 % - Boro (B) 8.00 %

6.3. FACTOR ESTUDIADO

Dosis de aplicación.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Las aplicaciones se realizaron vía foliar en tres épocas después de la inducción floral, debido a que el requerimiento de calcio y boro son esenciales para el llenado de la fruta.

Cuadro 1: Tratamientos y dosis de aplicación de calcio boro en diferentes días después de inducción floral en el cultivo de piña.

Tratamientos	Producto	Litros de Agua/ha	53 DDIF	63 DDIF	73 DDIF	Total kg/ha
1	Testigo absoluto	0	0	0	0	0
2	Fertilizante calcio-boro	1280	5	5	5	15
3	Fertilizante calcio-boro	1280	15	15	15	45
4	Fertilizante calcio-boro	1280	25	25	25	75

DDIF= Días después de inducción floral

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó para esta investigación fue Bloques al Azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

6.6. MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} está en función de la media general, del efecto del i -ésimo tratamiento, del efecto del j -ésimo bloque y del error experimental asociado a la i - j -ésima unidad experimental.

6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consto de una parcela bruta de 10 m * 5 m, la cual estuvo formada por 200 plantas a una densidad de 64,000 plantas/ha. En la parte interior de la unidad experimental se ubicó la parcela neta de 100 plantas de donde se obtuvieron 50 frutos, de lo cual se tomaron los datos.

6.8. CROQUIS DE CAMPO

Bloque 1	T4	T2	T1	T3
Bloque 2	T3	T1	T4	T2
Bloque 3	T1	T3	T2	T4
Bloque 3	T3	T1	T4	T2
Bloque 4	T2	T4	T3	T1

Figura 4: Aleatorización de los tratamientos en bloques al azar con 4 tratamientos y 20 repeticiones en campo.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se tomó una plantación con la misma edad y los mismos manejos agronómicos para evitar la variación por manejo agronómico. Para obtener la misma uniformidad de la fruta se realizó una inducción o forzamiento floral con gas etileno.

Las aplicaciones del fertilizante calcio boro se realizaron en las tres etapas fonológicas de floración, como se indica en el cuadro 1. Para ello se utilizó una bomba de mochila con la que se asperjó cada una de las dosis en sus diferentes tratamientos. Luego se esperó el tiempo a cosecha para poder realizar la toma de datos.

6.10. VARIABLES DE RESPUESTA

- Peso de la fruta (kg).
- Sólidos solubles totales (%Brix).
- Rendimiento exportable (cajas de 11.4kg/ha).

6.10.1. Descripción de las variables de respuesta

6.10.2. Peso de la fruta (kg)

Se utilizó una balanza electrónica para pesar la fruta en libras, de los cuales se obtuvo rango de fruta exportable y no exportable, para obtener el aprovechamiento de cajas por hectárea.

Los tamaños de frutos se definieron de acuerdo a la cantidad de frutos que completan el peso de una caja de 11.4kg dentro de un rango de peso establecido, por lo que se clasificaron los frutos. Los tamaños estándar en Guatemala son de 5's, 6's, 7's, 8's. Estos tamaños se consideran los tamaños exportables.

6.10.3. Concentración de sólidos solubles totales (%Brix)

Se utilizó un refractómetro de mano para determinar los grados brix de cada una de las dosis. Utilizando fruta con un peso mínimo de 3.11 lb para un máximo de 4.9 a 06.02 lb, para obtener un brix de 13 grados o mayor, con una condición interna de pulpa entre 1 a 2 y color externo de 1 a 2.

6.10.4. Rendimiento exportable (cajas 11.4 kg/ha)

De los tratamientos evaluados se consideró peso por unidad de fruta comercial y no comercial, de los tamaños y pesos siguientes: tamaño 8 = peso 3.11 a 3.49 lb; tamaño 7 = peso 3.49 y 4.09 lb; Tamaño 6 = peso entre 4.09 y 4.90 lb; tamaño 5 = peso entre de 4.90 a 6.02 lb.

6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1. Análisis estadístico

A los datos de las variables de respuesta, se les hizo un Análisis de Varianza, para el cual se utilizó el paquete estadístico que ofrece INFOSTAT y, a los análisis que dieron diferencia significativa, se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey al 5%.

6.11.2. Análisis económico

Para cada uno de los tratamientos se llevaron registros económicos, sobre los costos de aplicación por hectárea, con la finalidad de obtener la información necesaria para poder calcular la variabilidad económica de los tratamientos mediante el análisis de costos incrementales.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Peso de la fruta en (kg)

El peso de la fruta es importante porque impacta en los rendimientos de cajas por hectárea y aprovechamiento para fruta comercial y no comercial. En el cuadro 2. Se presentan las medias de las mediciones recolectadas en la ejecución de la investigación en campo.

7.1.1. Peso de la fruta

Cuadro 2: Medias de los tratamientos y repeticiones de los pesos de la fruta de la piña en kg.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Repeticiones					Sumatoria	Media
		R1	R2	R3	R4	R5		
T1	0	2.11	1.91	2.04	2.10	2.04	10.20	2.04
T2	5	2.00	1.90	2.07	1.97	1.95	9.89	1.98
T3	15	2.04	2.01	1.86	1.92	2.00	9.83	1.97
T4	25	1.96	2.05	1.98	1.98	1.87	9.84	1.97

7.1.2. Análisis de varianza de pesos de la fruta

Como se observa en el cuadro 3. El análisis muestra que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos con nivel aceptable de confianza como lo indica el coeficiente de variación (CV= 15.82%)

Cuadro 3: Análisis de varianza de los peso de la fruta de piña.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.95	7	0.99	2.07	0.0444 *
Repeticiones	2.38	4	0.59	1.24	0.2933 Ns
Tratamientos	4.58	3	1.53	3.18	0.0235 *
Error	476.57	992	0.48		
Total	438.53	999			

CV= 15.82 p-valor >0.05= Sin Significancia

Ns= No existe diferencia significativa

***= Diferencia estadística significativa**

Los resultados del análisis de varianza, indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se realizó una prueba de medias para determinar que tratamiento es el mejor.

Cuadro 4: Prueba de Tukey para las repeticiones de peso de la fruta de piña en kg.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	2.04	250	0.04	A
T2	1.98	250	0.04	B
T4	1.97	250	0.04	B
T3	1.96	250	0.04	B

En el cuadro 4. Se presentan las medidas de pesos de fruta que se encontró al aplicar calcio y boro.

Mediante el análisis de medias de Tukey realizado, se determinó que existen dos grupos (A y B) el T1 con media de (2.04) se identifica con literal A, es superior a T2, T4 y T3 con medias (1.98, 1.97, 1.96) que se muestran con literal B, ya que, si existe diferencia estadística significativa, por lo tanto, se determina que la aplicación de calcio y boro en los tratamientos al parecer no incrementa el peso en la fruta.

7.2. Concentración de sólidos solubles totales (%Brix)

Los sólidos solubles evaluados de cada uno de los tratamientos fueron recolectados en campo y analizados estadísticamente para cada una de las dosis utilizadas en la investigación y se expresan en grados brix. Tal como se aprecian en el cuadro 5.

Cuadro 5: Medias de los tratamientos y repeticiones de los sólidos solubles totales (% Brix).

Tratamientos	Dosis kg/ha	Repeticiones					Sumatoria	Media
		R1	R2	R3	R4	R5		
T1	0	14.5	14.63	13.08	13.85	13.5	69.56	13.91
T2	5	13.98	13.25	13.38	14.25	12.75	67.61	13.52
T3	15	13.25	12.75	12.25	13.50	13.75	65.5	13.10
T4	25	13.13	13.38	12.50	13.00	13.25	65.26	13.05

7.2.1. Análisis de varianza de la concentración de sólidos solubles totales (% Brix)

Como se observa en el cuadro 6. El análisis muestra que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos con nivel aceptable de confianza como lo indica el coeficiente de variación (CV= 7.04%)

Cuadro 6: Análisis de varianza de solidos solubles totales (% Brix).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.34	7	2.62	2.95	0.009 *
Repeticiones	8.60	4	2.15	2.42	0.0564
Tratamientos	9.74	3	3.25	3.65	0.0165 *
Error	64.06	72	0.89		
Total	82.4	79			

CV= 7.04 p-valor >0.05= Sin Significancia

Ns= No existe diferencia significativa

***= Diferencia estadística significativa**

Mediante el análisis de varianza se determinó que si existe diferencia estadística significativa en los tratamientos. Por lo tanto, se realizó la prueba de medias de Tukey, con lo que se determinaron los tratamientos con mejores concentraciones, así como los que resultaron con menos concentraciones; que se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Prueba de Tukey para cada uno de los tratamientos de concentración de solidos solubles totales (% Brix) de la fruta de la piña.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	13.91	20	0.21	A
T2	13.52	20	0.21	B
T3	13.1	20	0.21	C
T4	13.05	20	0.21	C

Mediante la prueba de medias de Tukey, realizado a la variable concentración de solidos solubles totales (% Brix), se determinó que el T1 con media de (13.91) con literal A, es el que presento la mayor concentración de solidos solubles totales, superior a T2 con media de (13.52) que se muestra con literal B. por lo tanto T2 es superior a T3 y T4 con medias de (13.1, 13.05) que se muestran con literal C, ya que existe diferencia estadística significativa, se determina que la aplicación de calcio y boro en los tratamientos al parecer no incrementa los grados Brix en el fruto.

7.3. RENDIMIENTO EXPORTABLE (CAJAS 11.4 KG/HA)

Los rendimientos exportables por hectárea son importantes para el aprovechamiento de fruta comercial y no comercial. En el cuadro 8 se pueden apreciar las medias de rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 8: Medias de los tratamientos y repeticiones de rendimientos exportable de la fruta de la piña en (cajas 11.4 kg/ha).

Tratamientos	Dosis kg/ha	Repeticiones					Sumatoria	Media
		R1	R2	R3	R4	R5		
T1	0	10441	8752	10148	10581	10410	50332	10066.40
T2	5	8819	9276	9831	9807	9392	47125	9425.00
T3	15	10105	9691	8783	9008	9630	47217	9443.40
T4	25	7765	10386	9734	9642	8350	45877	9175.40

7.3.1. Análisis de varianza rendimiento exportable (cajas 11.4 kg/ha)

En el cuadro 9. Se muestran los resultados de rendimiento exportable (cajas de 11.4 kg/ha), se les realizó un análisis de varianza y se obtuvieron los resultados que se aprecian en el cuadro 9.

Cuadro 9: Análisis de varianza de los rendimiento exportable de la fruta de piña en (cajas 11.4 kg/ha).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	2679380.55	7	382768.65	0.56	0.7776	Ns
Repeticiones	519547.20	4	129883.80	0.19	0.9398	Ns
Tratamientos	2159833.35	3	719944.45	1.05	0.4079	Ns
Error	8264600.40	12	688716.70			
Total	10943980.95	19				

CV= 8.71 p-valor >0.05= Sin Significancia

Ns= No existe diferencia significativa

***= Diferencia estadística significativa**

Mediante el análisis de varianza se determinó que no existe diferencia estadística significativa, lo que indica que todos los tratamientos son iguales, por lo tanto, no se procedió a realizar prueba de medias.

7.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico forma parte fundamental de un proyecto productivo. Los resultados de dicho análisis para los tratamientos evaluados en el presente trabajo se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 10: Resumen del análisis de costos incrementales realizado a los diferentes tratamientos con aplicación de calcio boro en el cultivo de piña.

Tratamientos		Análisis Incrementales	
Dosis	Rendimiento cajas/ha	Costo Incremental/ha	Costo Q Incremental/Caja
0	10066.40	0	0.00
5	9425.00	1242	0.13
15	9443.40	2042	0.22
25	9175.40	2841	0.31

En base a los rendimientos de cajas por hectárea que se obtuvo, se determinó que en la medida que se aplica más kilogramos de calcio y boro, lo que se incrementa es el costo de caja por hectárea. Por lo tanto, no tiene ningún beneficio económico realizar aplicaciones de calcio boro en los estadios de floración del cultivo ya que el incremento en el costo es mayor al beneficio.

La diferencia en el incremento del costo para este caso, se debe al precio del kilogramo de fertilizante calcio y boro.

8. CONCLUSIONES

- En base al análisis realizado a los resultados de la variable, peso de fruta, se encontró que, al no aplicar calcio y boro (T1) en las diferentes etapas de estadios de floración del cultivo de piña, se obtiene el mayor peso de fruta, por lo que se concluye que las aplicaciones de calcio y boro vía foliar, al parecer no incrementa el peso en la fruta.
- En base al análisis realizado a los resultados de la variable, concentración de sólidos solubles totales (%Brix), se encontró que, al no aplicar calcio y boro (T1) en las diferentes etapas de estadios de floración del cultivo de piña, se obtiene el mayor porcentaje de grados brix, por lo que se concluye que las aplicaciones de calcio y boro vía foliar, al parecer no incrementa la concentración de sólidos solubles totales.
- En base al análisis realizado a los resultados de la variable, rendimiento exportable (11.4 kg/ha), se determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos evaluados.
- Mediante el análisis de costos incrementales, se determina que las aplicaciones de calcio y boro no tiene un efecto que aumente el beneficio económico. Por lo tanto, se concluye que realizar las aplicaciones en los diferentes estadios de floración del cultivo de piña, se incrementa el costo y no la producción, por lo que no es viable económicamente.

9. RECOMENDACIONES

- Considerando que la investigación fue llevada a cabo en las condiciones edafoclimáticas de Finca Popoyán ubicada en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Se recomienda hacer estudios de aplicaciones de calcio y boro en condiciones edafoclimáticas distintas a las del presente estudio y evaluar su aplicación al suelo.

10. BIBLIOGRAFÍA

Asociacion de productores de piña de cevicos, INC. (2015). Manual agronomico cultivo de la piña. Consultado 03 marzo 2017. Disponible en: www.competitividad.org.do/wp.../2016/.../Manual-Agronómico-Cultivo-de-la-Piña.pdf

Alfaro, A; González, J. y Rivera, J. (2013). Evaluación del efecto de seis programas de fertilización con calcio - boro y dos temperaturas de almacenamiento, en la prolongación de la vida en anaquel del tomate (*Lycopersicum sculentum* L.), híbrido Evaluna RZ F1, en el municipio de La Palma, cantón Los Planes, departamento de Chalatenango. Tesis Ing. Agr. San Salvador.

Arias, S. y López, J.A. (2007). Manual para la inducción floral (forza) en pina. (En línea). Honduras. USAID. Consultado 03 marzo 2017. Disponible en: http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Manual_Induccion_Floral_esp.pdf

Avendaño, J.C. (2002). Acolchado. Comité Iberoamericano para el Desarrollo y la Aplicación de los Plásticos en la Agricultura.

Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (ed.). (1996). Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana McGraw-Hill, Madrid.

Castañeda de Pretelt, P. (2003). Manual técnico: Seminario sobre producción y manejo post cosecha de la piña para la exportación. Proyecto VIFINEX. San Salvador. SV. 69p.

Claude, P. (1969). La piña tropical (1ª. Ed.). Barcelona España: Blume.

Córdova, E. A. (2011). *Guia tecnica del cultivo de piña*. San Andrés, El Salvador.

De Jesús, C.L. (2017). Entrevista personal.

Fundación de desarrollo agropecuario (FDA), INC. (1992). Cultivo de piña. Boletín técnico 11. Santo Domingo, República Dominicana. 2-3.

Gorbea, M. 2010. Boro. Consultado el 15 de marzo 2017. Disponible en <http://www.nutriterra.cl/dv/biblioteca/boro%5b1%5d.pdf>.

Grange, R. (1996). Reguladores de Crecimiento de las plantas en la agricultura. Universidad de California, Devis. Editorial Trillas. México.

Jiménez, J. (1999). Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. Cartago, Libro Universitario Regional (LUR); 1ª ed. 224p. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Kass D. (1996). Fertilidad de suelos. San José, Costa Rica. Editorial EUNED; 1a ed. 272p.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). El agro en cifras 2015, consultado el 15 de marzo de 2017. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/download/1agrocifras2014.pdf>

Rebolledo, M; Daniel, U. y Laureano, R. (1998). Tecnología para la producción de piña en México. Rebolledo, Daniel, y Laureano-CIRGOC. Folleto técnico No. 20. Veracruz México. 159 p.

Retana, J. (2015). Manual agronómico cultivo de piña. República Dominicana.

Rodríguez, F. (1982). Manual de fertilización para cultivos de alto rendimiento. Editorial continental, México.

Rodríguez, J. (1992). Manual de fertilización. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 392p.

Rojas, O. (1995). Importancia del boro en la agricultura. Revista El Campesino, Marzo 1995.

Salisbury, F.B. y C.W. Ross (1994). Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Tetra (2004). La importancia del calicó. Consultado el 05 de marzo 2017. Disponible en:
www.tetrachemicals.com/getFile.asp?File_Content_ID=963

Vásquez, J. (2004). Evaluación del efecto de concentraciones y formulaciones de calcio sobre el tiempo de vida comercial del tomate en periodo de poscosecha, Salamá, baja Verapaz.

Vásquez N., N. (2007). Evaluación del efecto de 4 fuentes de Boro foliar en el rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, *Solanaceae*) a campo abierto en la laguna, El Progreso, Tutiapan. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC.

11. ANEXOS



Figura 5: Equipo y herramientas utilizadas para la medición de pesos y la concentración de sólidos solubles totales (% Brix).



Figura 6: Observación en el refractómetro manual para la toma de datos de sólidos solubles totales (% Brix).



Figura 7: Condición interna de la fruta de piña, para toma de datos de los sólidos solubles totales (% Brix).

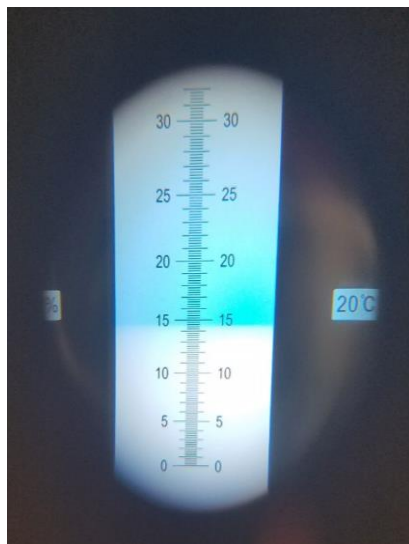


Figura 8: Visualización de toma de datos de sólidos solubles totales (% Brix), en el refractómetro manual.