

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

EFFECTO DEL NITRATO DE CALCIO PARA INDUCCIÓN Y UNIFORMIZACIÓN DE LA FLORACIÓN  
EN MANGO ATAULFO; CHAMPERICO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

**FILIBERTO YOVANI SAZO ROSALES**  
CARNET 21991-10

ESCUINTLA, OCTUBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DEL NITRATO DE CALCIO PARA INDUCCIÓN Y UNIFORMIZACIÓN DE LA FLORACIÓN  
EN MANGO ATAULFO; CHAMPERICO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**FILIBERTO YOVANI SAZO ROSALES**

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

ESCUINTLA, OCTUBRE 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**  
MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
ING. EDWIN LEONEL ARGUETA VENTURA

Escuintla 18 de octubre de 2018.

Miembros  
Consejo de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Guatemala

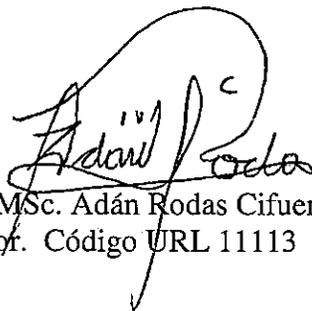
Estimados Profesionales:

Por este medio informo a ustedes que he asesorado en la elaboración de su informe final de trabajo de graduación, al estudiante: Filiberto Yovani Sazo Rosales, carné: 21991-10, titulado "Efecto del nitrato de calcio para inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo, Champerico, Retalhuleu".

Considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, de la Universidad Rafael Landívar, por lo que sugiero su aprobación.

Sin otro particular,

Atentamente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Adán Rodas Cifuentes". The signature is stylized and includes a large loop at the top.

Ing. Agr. MSc. Adán Rodas Cifuentes  
Asesor. Código URL 11113



**Universidad  
Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061037-2018**

### **Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FILIBERTO YOVANI SAZO ROSALES, Carnet 21991-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06187-2018 de fecha 6 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFEECTO DEL NITRATO DE CALCIO PARA INDUCCIÓN Y UNIFORMIZACIÓN DE LA FLORACIÓN EN MANGO ATAULFO; CHAMPERICO, RETALHULEU**

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 8 días del mes de octubre del año 2018.

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



## AGRADECIMIENTO

### **A Dios**

Por darme la vida y la oportunidad de superarme día con día

### **A mi esposa, hijos y familia en general**

Por su apoyo en todo momento y por el sacrificio de no poder brindarles toda mi atención durante mi período de estudios

### **A la Lcda. Martha Alicia Sazo**

Por acompañarme y apoyarme en mis días de desvelo y en la elaboración de mis trabajos académicos

### **A la Universidad Rafael Landívar**

Por formarme profesionalmente y fortalecer mis principios y valores

### **Al Ing. Agr. MSc. Adán Rodas Cifuentes**

Por su asesoría en la tesis y por brindarme su amistad

### **Al Ing. Agr. Edwin Argueta**

Por la revisión del informe final de tesis y por su amistad

### **Al Ing. Agr. Oscar Salazar**

Por sus consejos y orientaciones a lo largo de mi carrera

### **A la Lcda. Gloria Rodriguez Guzmán; Mgtr. Alma Cifuentes y Dra. María Antonieta Alfaro**

Por su apoyo durante mi formación profesional

# ÍNDICE GENERAL

		Página
	RESUMEN	v
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Inducción a floración	2
2.2	Efecto de los nitratos en mango	5
2.3	Efecto del paclobutrazol (PBZ) en mango	6
2.4	Efectos de las podas en mango	7
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1	Definición del problema y justificación del trabajo	9
4.	OBJETIVOS	10
4.1	Objetivo general	10
4.2	Objetivos específicos	10
5.	HIPÓTESIS	11
6.	METODOLOGÍA	12
6.1	Localización del trabajo	12
6.2	Material experimental	12
6.3	Factor estudiado	12
6.4	Descripción de los tratamientos	12
6.5	Diseño experimental	13
6.6	Modelo estadístico	13
6.7	Unidad experimental	14
6.8	Croquis de campo	14
6.9	Manejo del experimento	14
6.9.1.	Determinación del estado de madurez de los brotes	14
6.9.2.	Aplicación de los tratamientos	15
6.10	Variables de respuesta	15
6.10.1	Días a floración	15
6.10.2	Frutos cosechados por árbol	15
6.10.3	Rendimiento (kg/ha)	15
6.10.4	Peso promedio del fruto (g)	15
6.10.5	Costos e ingresos	15

6.11	Análisis de la información	16
6.11.1	Análisis estadístico	16
6.11.2	Análisis económico	16
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
7.1	Análisis estadístico	17
7.1.1	Días a floración	17
7.1.2	Frutos cosechados por árbol	18
7.1.3	Peso promedio del fruto	19
7.1.4	Rendimiento de fruto	20
7.2	Análisis económico	22
8.	CONCLUSIONES	25
9.	RECOMENDACIONES	26
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
11.	ANEXOS	29

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>No. Tabla</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Tabla 1	Tratamientos evaluados para la inducción de floración en mango variedad Ataulfo.	13
Tabla 2	Resumen del análisis de varianza para la variable número de frutos cosechados por árbol.	18
Tabla 3	Prueba de medias (DGC) para la variable número de frutos cosechados por árbol.	18
Tabla 4	Resumen del análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto de mango (g).	19
Tabla 5	Prueba de medias (DGC) para la variable peso promedio del fruto (g).	20
Tabla 6	Resumen del análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).	21
Tabla 7	Prueba de medias (DGC) para rendimiento de fruto (kg/ha).	21
Tabla 8	Costos variables de tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.	22
Tabla 9	Ingreso bruto (Q./ha) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.	23
Tabla 10	Ingreso neto (Q./ha) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.	23
Tabla 11	Tasa de retorno marginal (%) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No. Figura</b>		<b>Página</b>
Figura 1	Distribución de los tratamientos en el campo en la evaluación del nitrato de calcio para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.	14
Figura 2	Días a floración en mango Ataulfo (contados a partir del momento de la aplicación del paclobutrazol).	17
Figura 3	Ubicación de la finca Mangrullo.	29
Figura 4	Equipo utilizado para la aplicación del nitrato de calcio.	30
Figura 5	Árbol de mango variedad Ataulfo, en floración.	30
Figura 6	Árbol de mango variedad Ataulfo en producción.	31
Figura 7	Vista del área experimental.	31
Figura 8	Vista del tratamiento 1.	32
Figura 9	Vista del tratamiento 3.	32
Figura 10	Vista del tratamiento 2.	33
Figura 11	Toma de datos de floración.	34
Figura 12	Toma de datos de producción.	34
Figura 13	Cosecha y conteo de frutos.	35
Figura 14	Determinación del peso de fruto.	35

# **EFFECTO DEL NITRATO DE CALCIO PARA INDUCCIÓN Y UNIFORMIZACIÓN DE LA FLORACIÓN EN MANGO ATAULFO; CHAMPERICO, RETALHULEU**

## **RESUMEN**

El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de tres concentraciones de nitrato de calcio sobre la inducción de la floración en el cultivo de mango variedad Ataulfo. La investigación se realizó en la finca Mangrullo, municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las variables de respuesta fueron: días a floración, frutos cosechados por árbol, rendimiento de fruto (kg/ha), peso promedio del fruto (g), costos e ingresos (Q.). De acuerdo a los resultados: ninguno de los tratamientos de nitrato de calcio aceleró la floración del mango Ataulfo; el número de frutos cosechados por árbol fue mayor cuando se aplicó nitrato de calcio al 4% o al 5% (288 frutos); la aplicación de nitrato de calcio, en cualquiera de sus concentraciones (3%, 4% y 5%), dio como resultado frutos de mayor peso, en comparación con el testigo absoluto. El rendimiento de fruto fue mayor cuando se aplicó nitrato de calcio al 5% o al 4%; la tasa de retorno marginal fue mayor con el tratamiento de nitrato de calcio al 4%. Para productores de mango variedad Ataulfo, se recomienda incluir dentro del manejo agronómico la aplicación de nitrato de calcio al 4%; hacer evaluaciones similares en otras variedades de mango, principalmente aquellas que se están exportando o son potenciales para ello.

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incorporado muchos países a la producción de la variedad de mango Ataulfo, ya que presenta una ventana para la exportación durante los meses de febrero, marzo y abril, adelantándose a la producción en México, que inicia sus exportaciones entre la última semana de abril y la primera semana de mayo.

En Guatemala el mango variedad Ataulfo es uno de los frutos de exportación no tradicional, siendo muy bien aceptado en el mercado internacional. Una de las características de esta variedad es la falta de uniformidad en la floración, por lo que resulta indispensable durante el manejo, hacer aplicaciones de estimulantes.

En Guatemala se han realizado investigaciones relacionadas con estimulantes de floración en mango, principalmente en la variedad Tommy Atkins; sin embargo, no existe a la fecha una recomendación para la variedad Ataulfo. La inducción de la floración se realiza de diferentes formas: a) podas vegetativas; b) podas radiculares, y c) por medio de la aplicación de paclobutrazol.

En este trabajo se evaluó la aplicación de diferentes concentraciones de nitrato de calcio como complemento a la aplicación de paclobutrazol, con la finalidad de obtener mayor uniformidad de la floración. De acuerdo a la literatura, las aplicaciones de nitrato de calcio actúan como un estimulante para la maduración de las yemas y uniformizan la floración con efecto benéfico sobre la producción anual. El trabajo se realizó en el municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Inducción a floración

Según Sergent y Leal (1989), las primeras observaciones científicas sobre la inducción floral fueron hechas en Filipinas mediante el ahumado, trabajos que se realizaron en 1920 por Wester, y en 1923 por González, pensando éste último, que el estímulo a la floración se debía al calor desprendido en la producción del humo; sin embargo, en la misma época Borja y Bautista (1932), citados por Sergent y Leal (1989), consideraban que el agente inductor era el dióxido de carbono presente en el humo y no el calor. En 1926, Galán y Agati demostraron que la inducción a través del ahumado era debido a elementos contenidos en el humo, diferentes al dióxido de carbono y al calor. Luego de 1932 a 1935, Alcalá y San Pedro, citados por Sergent y Leal (1989), estudiaron nuevamente el problema y coincidieron con Galán y Agati, pero observaron que el ahumado sólo estimulaba a las ramas maduras que contenían hojas oscuras y quebradizas.

Sergent y Leal (1989), mencionan que paralelo a estos estudios de Filipinas, se desarrollaron en Puerto Rico (1932) investigaciones sobre la inducción floral en piña, con dos compuestos químicos (acetileno y etileno), encontrados en el humo como producto de la combustión de madera. Posteriormente (36 años más tarde, en 1968), se constituyó un equipo de investigadores en la Universidad de Filipinas, que analizó los estudios previos efectuados sobre la inducción en piña, los cuales fueron la base para la determinación de los efectos positivos del etileno, acetileno y ethrel o ethefón en mango, siendo el último el más efectivo.

El ethefón (ethrel) mezclado con agua es absorbido por el tejido de la planta, liberando el gas etileno. Para esta época ya en otras partes del mundo se descubrieron efectos positivos sobre la inducción con otros compuestos químicos, y es así como para inicios de 1970, se inician ensayos con la aspersión de  $\text{KNO}_3$ , a fin de estudiar la inducción de la floración en mango, alcanzándose grandes adelantos en la década de 1970-1980, época en que se determinó que el nitrato es un inductor de la floración, pudiéndose usar para ello: nitrato de potasio, nitrato de sodio, nitrato de

calcio, etc., los cuales no se consiguen con facilidad, debido a su distribución limitada, ya que el nitrato de amonio se podría utilizar en la fabricación ilegal de la dinamita (Sergent y Leal, 1989).

Con el advenimiento de estas técnicas de inducción se ha venido sustituyendo el viejo método del ahumado. El uso de sustancias químicas para la inducción floral se practica en escala comercial, siendo las más utilizadas: hidrazinamaléica, ácido ascórbico, metionina, clormequat o cycocel, daminozide o ALAR, n-propanol, TIBA y otros. Las aplicaciones más confiables son los compuestos con nitratos, en virtud de provocar mayores porcentajes de inducción, luego de transcurridos sólo ocho días de su aplicación. La efectividad en las aspersiones señaladas depende de la edad de la rama, ya que se ha ensayado en ramas entre 1.5 y 11 meses de edad, encontrándose que las más viejas (8.5 - 11 meses) florecen más abundantemente, requiriéndose a su vez concentraciones más bajas de  $\text{KNO}_3$  ( $10 \text{ g L}^{-1}$  ó 1%) y menos tiempo (7 a 14 días) desde la aplicación hasta la brotación; sin embargo, la brotación de yemas florales en ramas jóvenes (1.5 - 8 meses) es significativamente estimulada por las aplicaciones de químicos a diferencia del humo, que sólo estimula ramas con una edad mínima de 12 meses y a la floración natural que ocurre en ramas de 8 - 10 meses (Sergent y Leal, 1989).

Astudillo y Bondad (1978), citados por Sergent y Leal (1989), observaron que en las variedades Carabao, Pahutan y Pico, las ramas de 7.5 - 10 meses producían mayores cantidades de flores perfectas cuando se les aplicaba  $10 \text{ g L}^{-1}$  de  $\text{KNO}_3$ , cuyo efecto se puede deber a la asimilación del compuesto, lo que induce la formación de nitrato reductasa, la cual es como una llave enzimática en la asimilación del nitrato, que a su vez produce aminoácidos y otros productos como metionina, la que ha sido señalada como precursora del etileno.

El manejo de la floración es indudablemente la actividad más deseada por los cultivadores de mango. Las prácticas agronómicas del cultivo, como lo son la poda, fertilización y riego deben ser orientadas a tener una respuesta en la obtención de una cosecha temprana, la cual trae el beneficio de un precio más alto, por ingresar en la ventana de mercado, así también, cosechar en épocas de baja incidencia de plagas y enfermedades, con lo que se disminuyen los costos de producción (AGEXPRONT, PROFRUTA, PIPAA, INTECAP y MAGA, 2000).

El cambio fisiológico que se produce en determinado momento en una yema, y que condiciona su evolución a yema de flor, se denomina inducción floral. Tras un corto período de tiempo, este cambio fisiológico es seguido por una diferenciación morfológica, que conduce a la aparición de primordios florales; este cambio morfológico se denomina diferenciación floral (Gil y Velarde, 1989).

La importancia de la inducción floral es para concentrar la producción durante las ventanas de mercado favorables, especialmente interesa producir en los meses de enero a abril, antes de la cosecha normal, que es de abril a junio (PROFRUTA, 1994).

Miranda (1999), efectuó evaluaciones de inducción vegetativa a través de métodos de despunte, podas combinadas con aplicaciones de amonio foliar y aplicación al suelo de fuentes de nitrógeno, siendo la práctica más aceptada por sus resultados, el método de despunte.

Orellana (1996) concluye que para conseguir la paralización del crecimiento vegetativo en árboles de mango Tommy Atkins, son suficientes 5 g de ingrediente activo de paclobutrazol (cultar). La aplicación debe realizarse directamente al suelo en la zona radicular, al contorno de cada árbol, acompañado de un riego profundo.

En las diferentes empresas guatemaltecas como DEFRUGSA, GENEXSA, MANGOS S.A., FRUTIREU, FRUTICO DE GUATEMALA, entre otras, se realizan como parte del manejo de las plantaciones de mango, aplicaciones foliares de nitrato de amonio, nitrato de potasio y de nitrato de calcio, para la inducción floral, pero no existen registros ni documentos publicados que demuestren si las tres fuentes de nitratos tienen una diferencia en su efectividad en la estimulación floral (Orellana, 2007).

Según Orellana (2007), estos productores guatemaltecos han asperjado al follaje el nitrato de amonio en dosis de concentración de 1 al 2% y el nitrato de potasio al igual que el nitrato de calcio, en dosis de concentración de 2 al 4%. Las aspersiones de los nitratos se inician cuando las hojas maduras presentan el color verde característico y el crunch (crujido), que es sumamente importante para que los nitratos den resultados en la estimulación floral en la variedad Tommy

Atkins, debido a que esta variedad de mango se conoce como “dura” para ser inducida por métodos químicos y manuales.

En una investigación conducida por Loyo (2009), los resultados mostraron que ninguna de las tres fuentes de nitrato (nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio) adelanta el inicio de la floración, ni la época de cosecha. Se demostró también que ninguna de las tres fuentes tiene un efecto negativo sobre las inflorescencias.

El nitrato de potasio evaluado en tres períodos de aplicación, tuvo mejores resultados en la inducción floral cuando se aplicó a las 6:00 horas, en comparación de las 12:00 y 18:00 horas (Miranda, 1999).

Los intervalos de aplicación de las fuentes de nitratos ya se han evaluado económicamente, resultando conveniente hacer las aplicaciones con intervalos de cada ocho días (Orellana, 2007).

## **2.2 Efectos de los nitratos en mango**

El nitrato de potasio es una sustancia que actúa como nutriente y también como inductor de la floración, acelerando la formación de la nitrato reductasa, generando un producto intermedio, la metionina, considerada el precursor del etileno, el cual induce la floración. La acción de la enzima nitrato reductasa está relacionada con la edad del follaje (Guerrero, 1990).

Las aplicaciones de  $\text{KNO}_3$  (Technical Grade, reagent grade) van desde  $10 \text{ g L}^{-1}$  a  $160 \text{ g L}^{-1}$ , comprobándose su inocuidad sobre el follaje, a excepción de la última concentración, cuando se aplica dos veces (Sergent y Leal, 1989).

La planta responde en forma natural a la aplicación de fertilizante nitrogenado. Cuando las concentraciones de urea son menores de  $80 \text{ g L}^{-1}$  tienden a aumentar la longitud de las yemas y panículas, al igual que con la aplicación de  $\text{KNO}_3$ , aumentando la relación de flores hermafroditas por cada flor masculina, mejorando la formación de frutos; los cuales se cosechan

más temprano por haberse acelerado la tasa de crecimiento de las panículas, como también la tasa de maduración del fruto (Sergent y Leal, 1989).

El  $\text{KNO}_3$  se ha usado conjuntamente con el  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ , posterior a la emergencia floral, estimulando el tamaño y la calidad del fruto cuando se usan concentraciones de 3.0 + 0.6%. En Trinidad, concentraciones de 20 g  $\text{L}^{-1}$  incrementaron significativamente la floración (Sergent y Leal, 1989).

El nitrato de calcio ( $\text{CaNO}_3$ ) es un cristal blanco, oxidante y muy estable y fuerte, soluble en agua, es usado desde la edad media, se le denominaba anteriormente como plumb dulcisy, se utilizaba como materia prima para la producción de numerosos pigmentos. Por su composición, sal doble de nitrato de calcio y nitrato amónico, aporta 14.5% de nitrógeno en forma nítrica, un pequeño porcentaje en forma amoniacal y un 27% de óxido de calcio, totalmente soluble. Es muy adecuado para prevenir y corregir las deficiencias de calcio en cítricos, frutales, lechuga, melón, pimiento, tomate y hortalizas en general, así como para disminuir los peligros de sodificación de los suelos no calizos, cuando se riega con aguas salino-sódicas ([www.ecured.cu/Nitrato\\_de\\_calcio](http://www.ecured.cu/Nitrato_de_calcio)).

### **2.3 Efectos del paclobutrazol (PBZ) en mango**

En el cultivo del mango existen investigaciones que documentan el efecto de ciertos reguladores del crecimiento para obtener una floración y cosecha adelantada, así como mejorar la producción de fruta, tal es el caso del paclobutrazol (PBZ); que es un triazol que retarda el crecimiento vegetal debido a que bloquea la síntesis de giberelinas, aunque afecta también a otras hormonas. Por ejemplo, reduce el nivel de ácido abscísico, de etileno y de ácido indolacético, y aumenta el de citocininas (Berova y Zlatev, 2000; Cárdenas y Rojas, 2003).

El PBZ es un inhibidor de giberelinas, por lo que inhibe el crecimiento vegetal, causando enanismo en muchas plantas; la desviación de los productos asimilados al crecimiento reproductivo, tiende a aumentar la cantidad de promotores de la inducción floral, tales como los

carbohidratos. El paclobutrazol es de baja toxicidad; hasta la fecha los resultados en la fruta son bajos o no detectables al hacer la cosecha (PROFRUTA, 1994).

El paclobutrazol aplicado como un collar de aspersión, a razón de 1 gramo i.a. por metro de diámetro de copa, indujo la floración tres a cinco meses después del tratamiento en los cultivares de mango fáciles de inducción. Esto hizo posible la producción fuera de temporada y de forma sustancial aumentó los ingresos de los cultivadores (Tongumpai, Hongsblanich & Voon, 1989).

Según información del ICI (1993), el efecto del PBZ puede variar, especialmente en los cultivares de mango, según su tamaño y las condiciones climáticas, principalmente la temperatura.

El paclobutrazol está siendo usado para estimular la floración temprana en mango en países como Australia, Indonesia, Malasia, Pakistán, Brasil y otros. Normalmente se aplica al suelo por su baja solubilidad y larga actividad residual. En Guatemala, PROFRUTA inició los estudios en el ámbito experimental en 1991, teniendo como resultado que la dosis más económica fue de 5 gramos i.a./árbol (AGEXPRONT *et al.*, 2000).

El paclobutrazol actuando sólo tiene buenos resultados en la obtención de cosechas tempranas, aunque estudios realizados en 1993 por PROFRUTA, indicaron que se obtuvo mayor porcentaje de fruta temprana (mes de marzo) cuando se combinó con aspersiones de nitrato de potasio (AGEXPRONT *et al.*, 2000).

## **2.4 Efectos de las podas en mango**

En el estado de Florida, USA, para mejorar la eficiencia de los programas de aspersión fitosanitaria y los costos operacionales de la cosecha, cuando los árboles sobrepasan los 4.5 m de altura, se podan en su parte superior. Sin embargo, otros estudios indican que la poda no sólo sirve para la eliminación de ramas enfermas o atacadas por plagas, sino también para la

estimulación de la producción, por lo que se ha utilizado poda química para estimular la brotación de yemas axilares (Gil, Sergent y Leal, 1998).

De acuerdo a Calderón (1983), existen diferentes tipos de podas para diferentes propósitos. Las podas se hacen para: a) la formación de la planta; b) el control gradual del tamaño del árbol; c) la renovación de la copa de árboles viejos; d) permitir mayor penetración de luz al interior de la copa; e) eliminar ramas viejas; y f) estimular la floración.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 Definición del problema y justificación del trabajo**

El mango Ataulfo se exporta al mercado de Estados Unidos. El inconveniente que existe es que se produce en los meses de abril y mayo, lo que coincide con la producción de México, causando disminución en el precio de la fruta.

En el mercado internacional (Estados Unidos), se abrió una ventana para la exportación de mango durante los meses de febrero y marzo, con mejores precios de venta. Esto motivó a los productores de nuestro país a implementar diversos métodos de inducción de la floración, como las podas, aplicaciones de productos químicos, inhibidores del crecimiento y fertilizantes; todo esto con el objetivo de obtener mayores ingresos.

En Guatemala, para adelantar la floración en mango se han realizado una serie de investigaciones por parte de PROFRUTA (Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria), de las Universidades (tesis de grado) y de las mismas empresas que se dedican a producir esta fruta; la mayoría de ellas con la variedad Tommy Atkins.

Para el caso del mango variedad Ataulfo, no existe información de investigaciones relacionadas con métodos para inducción floral.

Por tal razón, en esta investigación se evaluaron aplicaciones de diferentes concentraciones de nitrato de calcio, como complemento al paclobutrazol, para adelantar y uniformizar la floración en mango variedad Ataulfo, buscando mejorar la productividad y el tiempo adecuado para su colocación en el mercado.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la aplicación de nitrato de calcio sobre la inducción de la floración, en el cultivo de mango variedad Ataulfo.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de tres concentraciones de nitrato de calcio, sobre la inducción de la floración en mango variedad Ataulfo.
- Determinar el efecto de tres concentraciones de nitrato de calcio, sobre el número de frutos por árbol y el peso promedio del fruto.
- Establecer el efecto de tres concentraciones de nitrato de calcio, sobre el rendimiento de mango variedad Ataulfo.
- Determinar la tasa de retorno marginal de diferentes tratamientos de aplicación de nitrato de calcio, como inductor de la floración en mango variedad Ataulfo.

## **5. HIPÓTESIS**

- Al menos una de las concentraciones de nitrato de calcio a evaluar mejorará la inducción de la floración en mango variedad Ataulfo.
- Por lo menos una de las concentraciones de nitrato de calcio a evaluar aumentará el número de frutos por árbol y el peso promedio del fruto.
- Al menos una de las concentraciones de nitrato de calcio a evaluar aumentará el rendimiento de mango variedad Ataulfo.
- Por lo menos con una de las concentraciones de nitrato de calcio a evaluar se obtendrá una tasa de retorno marginal mayor.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 Localización del trabajo**

La investigación se realizó en una plantación de mango variedad Ataulfo, establecida en la finca Mangrullo, la cual se encuentra ubicada en el km 216 de la carretera que conduce de Retalhuleu a Champerico. De acuerdo a los registros internos de la finca, ésta se encuentra ubicada en las coordenadas 14° 17' 35" latitud norte y 91° 54' 50" longitud oeste. Cuenta con una extensión de 23 hectáreas, de las cuales la totalidad se dedican a la producción de mango variedad Ataulfo. El clima es cálido, con precipitación media anual de 1452.4 mm y temperatura promedio de 31 °C.

### **6.2 Material experimental**

Para la presente investigación el material experimental estuvo constituido por una plantación de mango variedad Ataulfo, de 10 años de establecida. También constituyó parte del material, la fuente de nitrato de calcio.

### **6.3 Factor estudiado**

Se estudió un solo factor: concentración de la solución de nitrato de calcio.

### **6.4 Descripción de los tratamientos**

Los tratamientos evaluados se describen en la tabla 1

Tabla 1

*Tratamientos evaluados para la inducción de floración en mango variedad Ataulfo.*

Tratamiento	Descripción
1	Nitrato de calcio al 3%
2	Nitrato de calcio al 4% (testigo comercial)
3	Nitrato de calcio al 5%
4	Testigo absoluto

En todos los casos se hicieron dos aplicaciones de nitrato de calcio, la primera el 30 de octubre y la segunda el 10 de noviembre (el paclobutrazol se aplicó el 20 de julio).

## 6.5 Diseño experimental

Para la investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

## 6.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño experimental utilizado fue el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta

$u$  = media general del experimento

$T_i$  = Efecto de los tratamientos (concentración de la solución de nitrato de calcio)

$B_j$  = Efecto de los bloques (repeticiones)

$E_{ij}$  = Error experimental

## 6.7 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por un árbol de mango de la variedad Ataulfo, que ocupa un área de 100 m<sup>2</sup>. La distancia de siembra en la plantación es de 10 m entre plantas y 10 m entre surcos.

## 6.8 Croquis de campo

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 1.

Bloque I	2	4	1	3
Bloque II	3	1	2	4
Bloque III	4	2	3	1
Bloque IV	1	3	4	2
Bloque V	2	1	3	4

10 m

10 m

*Figura 1.* Distribución de los tratamientos en el campo, en la evaluación del nitrato de calcio para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.

## 6.9 Manejo del experimento

### 6.9.1 Determinación del estado de madurez de los brotes

A partir de la segunda quincena del mes de octubre se realizaron recorridos periódicos dentro de la plantación, para observar el estado de madurez de los brotes. Se hicieron pruebas del crunch (crujido que denota su madurez) de las hojas y con ello se determinó el momento

apropiado para realizar la aplicación del inductor. Las aplicaciones del nitrato de calcio se hicieron el 30 de octubre y el 10 de noviembre del año 2015.

## **6.9.2 Aplicación de los tratamientos**

Se prepararon soluciones de nitrato de calcio, concentradas de acuerdo a lo indicado en la descripción de los tratamientos (tabla 1). La aplicación se realizó asperjando las soluciones, a través del uso de bomba de mochila con motor. En total se aplicó un volumen de solución de 8 L por árbol. Para cada tratamiento se hicieron dos aplicaciones, separadas una de la otra 10 días.

## **6.10 Variables de respuesta**

### **6.10.1 Días a floración**

Se contabilizaron el número de días transcurridos desde el momento de la primera aplicación, hasta que aparecieron las primeras flores en el árbol.

### **6.10.2 Frutos cosechados por árbol**

Al momento de cada corte se contabilizaron los frutos cosechados, y al final se obtuvo la sumatoria para cada tratamiento, en cada repetición.

### **6.10.3 Rendimiento (kg/ha)**

En cada corte (de tres que se hicieron), a los frutos cosechados se les determinó el peso. Al final del periodo de cosecha se obtuvo el rendimiento total para cada tratamiento, en cada repetición, finalmente los rendimientos fueron expresados en kg/ha.

### **6.10.4 Peso promedio del fruto (g)**

Esta variable se obtuvo dividiendo el peso total de los frutos cosechados, entre el número de éstos últimos.

### **6.10.5 Costos e Ingresos**

Durante el experimento se llevaron registros económicos, que permitieran cuantificar los costos variables y los ingresos en cada uno de los tratamientos.

## **6.11 Análisis de la información**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Los resultados de las diferentes variables fueron sometidos a un análisis de varianza para el diseño propuesto. Cuando se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar una prueba de medias (DGC al 5 % de probabilidad de error).

### **6.11.2 Análisis económico**

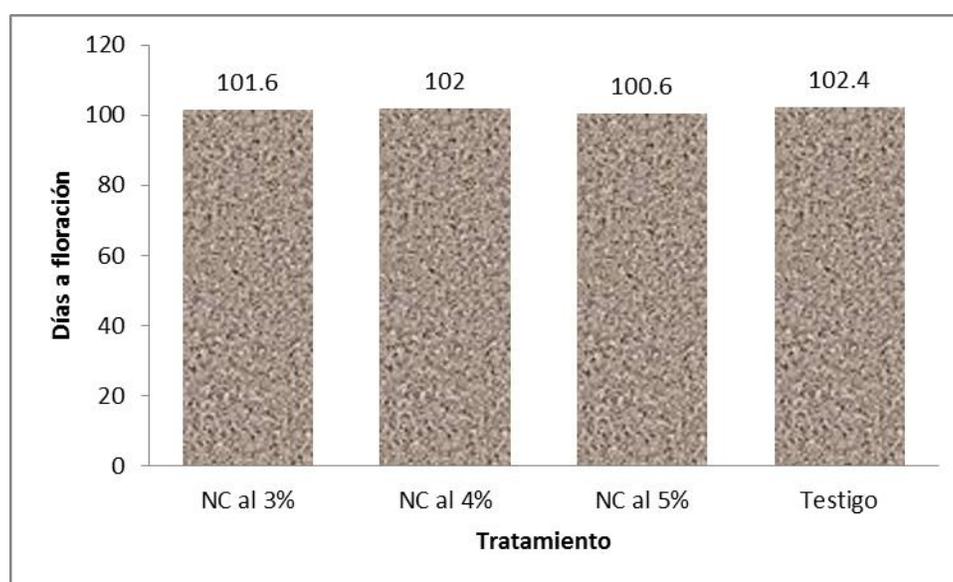
Con base en los costos e ingresos, se determinó la tasa de retorno marginal para los tratamientos evaluados.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Análisis estadístico

#### 7.1.1 Días a floración

El comportamiento específico de la variable días a floración en cada tratamiento, se observa en la figura 2.



*Figura 2.* Días a floración en mango Ataulfo (contados a partir del momento de la aplicación del pacobutrazol).

Con base en los resultados anteriores, para esta variable no se observaron diferencias entre los tratamientos evaluados. Es decir, ninguna de las concentraciones de nitrato de calcio aceleró la floración del mango Ataulfo. Ésta ocurrió ente 100 y 102 días después de que se hizo la aplicación del paclobutrazol.

### 7.1.2 Frutos cosechados por árbol

La información correspondiente al número total de frutos cosechados por árbol, en cada uno de los tratamientos, fue sometida a un análisis de varianza. Un resumen de los resultados se presenta en la tabla 2.

Tabla 2

*Resumen del análisis de varianza para la variable número de frutos cosechados por árbol.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor "F"</b>	<b>p-valor</b>
Bloque	282.80	4	70.70	0.71	0.5978 NS
Tratamiento	28646.80	3	9548.93	96.52	<0.0001 **
Error	1187.20	12	98.93		
Total	30116.80	19			

CV = 3.86 %

NS = diferencia no significativa

\*\* = diferencia altamente significativa

De acuerdo a los resultados anteriores, el número de frutos cosechados por árbol presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por lo anterior, se procedió a realizar la respectiva prueba de medias (DGC al 5%), los resultados de la misma se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

*Prueba de medias (DGC) para la variable número de frutos cosechados por árbol.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media (frutos por árbol)</b>	<b>Grupo estadístico *</b>
Nitrato de calcio al 4%	288.20	A
Nitrato de calcio al 5%	288.00	A
Nitrato de calcio al 3%	258.00	B
Testigo absoluto	195.40	C

\* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Se formaron tres grupos estadísticos. Se cosecharon un mayor número de frutos por árbol (288), cuando se aplicó nitrato de calcio al 4% o al 5%. Es decir, para esta variable se tuvo respuesta con la aplicación de los tratamientos anteriores. Con el testigo absoluto se tuvo el menor número de frutos cosechados por árbol (195.40). La aplicación de nitrato de calcio al 3% fue superior al testigo (258), pero inferior a la aplicación al 4% y al 5%.

### 7.1.3 Peso promedio del fruto

Un resumen del análisis de varianza practicado a los datos obtenidos para esta variable, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

*Resumen del análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto de mango (g).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor "F"</b>	<b>p-valor</b>
Bloque	186.70	4	46.68	0.19	0.9374 NS
Tratamiento	8291.35	3	2763.78	11.43	0.0008 **
Error	2900.90	12	241.74		
Total	11378.95	19			

CV = 6.03 %

NS = diferencia no significativa

\*\* = diferencia altamente significativa

Con base en los resultados anteriores, el peso promedio del fruto mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por lo anterior, se procedió a realizar la respectiva prueba de medias (DGC 5%), los resultados de la misma se presentan en la tabla 5.

Tabla 5

*Prueba de medias (DGC) para la variable peso promedio del fruto (g).*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media (g)</b>	<b>Grupo estadístico *</b>
Nitrato de calcio al 5%	276.20	A
Nitrato de calcio al 4%	268.80	A
Nitrato de calcio al 3%	263.20	A
Testigo absoluto	223.60	B

\* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Se formaron dos grupos estadísticos. En el primero de ellos se ubicaron los tratamientos que incluyeron la aplicación de nitrato de calcio, en cualquiera de sus concentraciones. Es decir, la aplicación del nitrato de calcio dio como resultado la formación de frutos más grandes, en comparación con el testigo absoluto.

Lo anterior es congruente con lo que se afirma en [www.revistainternos.com.ar/2016/09/](http://www.revistainternos.com.ar/2016/09/), de que el nitrato de calcio es una fuente de calcio de gran solubilidad, lo cual permite también asegurar el abastecimiento de este nutriente en el período de floración y establecimiento del fruto, ya que es este el momento en el que el cultivo lo demanda; por otra parte, el nitrato de calcio aporta nitrógeno a la planta en una forma química que impacta de manera positiva para el cultivo, ya que es una fuente de rápida disponibilidad, que sinergiza la absorción de otros nutrientes.

#### **7.1.4 Rendimiento de fruto**

En la tabla 6 se muestra un resumen del análisis de varianza realizado a los datos correspondientes al rendimiento de fruto obtenido en los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 6

*Resumen del análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor “F”</b>	<b>p-valor</b>
Bloque	202049.70	4	50512.43	0.97	0.4585 NS
Tratamiento	33857452.15	3	11285817.38	217.03	<0.0001 **
Error	624017.10	12	52001.42		
Total	34683518.95	19			

CV = 3.4 %

NS = diferencia no significativa

\*\* = diferencia altamente significativa

Los resultados muestran que el rendimiento de fruto presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se hizo la prueba de medias (DGC 5%), cuyos resultados se presentan en la tabla 7.

Tabla 7

*Prueba de medias (DGC) para rendimiento de fruto (kg/ha) de mango.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media (kg/ha)</b>	<b>Grupo estadístico *</b>
Nitrato de calcio al 5%	7898	A
Nitrato de calcio al 4%	7861	A
Nitrato de calcio al 3%	6192	B
Testigo absoluto	4768	C

\* = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

El rendimiento mayor se obtuvo en los tratamientos que incluyeron la aplicación de nitrato de calcio al 5% o al 4% (grupo A). Por otra parte, el rendimiento menor correspondió al testigo absoluto (grupo C). La aplicación de nitrato de calcio al 3% se ubicó entre los dos grupos anteriores (grupo B). De lo anterior se infiere que la aplicación de nitrato de calcio incrementó el rendimiento en el mango Ataulfo.

Relacionado con lo anterior, Romero-Gomezcaña, Sánchez-García, Rodríguez-Alcázar y Saucedo-Veloz (2006), para determinar el efecto de la aplicación foliar de calcio y su relación con la calidad en frutos de mango cv. Haden, realizaron un estudio en el año 2003, en un huerto de 16 años de establecido. Los tratamientos consistieron en cinco aspersiones foliares y al fruto con nitrato de calcio, cada 15 días en precosecha, en concentraciones de: 0, 5, 10, 15 y 20 g L-1. Concluyeron que los árboles que recibieron calcio tuvieron un rendimiento mayor que el testigo ( $p < 0.05$ ).

## 7.2 Análisis económico

Con base en los registros económicos que se condujeron durante la investigación, en la tabla 8 se presentan los tratamientos en forma ordenada, de menor a mayor costo variable; así mismo, en la tabla 9 se muestran los ingresos brutos que se obtuvieron con cada uno de ellos, y en la tabla 10 los ingresos netos.

Tabla 8

*Costos variables de tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo de aplicación (Q./ha)</b>	<b>Costo del producto (Q./ha)</b>	<b>Total de costos variables (Q./ha)</b>
Nitrato de calcio 3%	249.20	422.40	671.60
Nitrato de calcio 4%	249.20	563.20	812.40
Nitrato de calcio 5%	249.20	704.00	953.20
Testigo absoluto	0.00	0.00	0.00

Los costos variables se refieren a la compra del nitrato de calcio, así como a la aplicación del mismo. Para el presente caso, el costo de 25 kg de nitrato de calcio en el período que se realizó la investigación, fue de Q 220.00. El costo de la mano de obra para la aplicación fue de Q 124.60 por hectárea por aplicación.

Tabla 9

*Ingreso bruto (Q./ha) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Precio (Q./kg)</b>	<b>Ingreso (Q./ha)</b>
Nitrato de calcio 3%	6192	2.16	13,374.72
Nitrato de calcio 4%	7861	2.16	16,979.76
Nitrato de calcio 5%	7898	2.16	17,059.68
Testigo absoluto	4768	2.16	10,298.88

Una caja de mango, cuyo peso es de 4 kg, fue valorada en \$ 1.15; el cambio de la moneda se cotizó en \$ 1.00 = Q. 7.50

Tabla 10

*Ingreso neto (Q./ha) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Costos variables (Q./ha)</b>	<b>Ingreso bruto (Q./ha)</b>	<b>Ingreso neto (Q./ha)</b>
Nitrato de calcio 3%	671.60	13,374.72	12,703.12
Nitrato de calcio 4%	812.40	16,979.76	16,167.36
Nitrato de calcio 5%	953.20	17,059.68	16,105.80
Testigo absoluto	0.00	10,298.88	10,298.88

En la tabla 11, a través de la técnica de presupuestos parciales, se muestra la tasa de retorno marginal (%) para los tratamientos evaluados.

Tabla 11

*Tasa de retorno marginal (%) en tratamientos para la inducción y uniformización de la floración en mango Ataulfo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>C.V. (Q./ha)</b>	<b>I.B. (Q./ha)</b>	<b>I.N. (Q./ha)</b>	<b>Criterio</b>	<b>Dif. IN (Q.)</b>	<b>Dif. C.V. (Q.)</b>	<b>TRM (%)</b>
Testigo absoluto	0.00	10,298.88	10,298.88	ND			
Nitrato de calcio 3%	671.60	13,374.72	12,703.12	ND	2404.24	671.60	358
Nitrato de calcio 4%	812.40	16,979.76	16,167.36	ND	3464.24	140.80	2460
Nitrato de calcio 5%	953.20	17,059.68	16,105.80	Dominado			

De acuerdo a la metodología para la obtención de la tasa de retorno marginal, únicamente un tratamiento resultó dominado, nitrato de calcio 5%.

Se determinó que al pasar del testigo absoluto a la aplicación de nitrato de calcio 3%, el valor de la tasa de retorno marginal fue de 358%; pero al pasar de la aplicación de nitrato de calcio 3% a la aplicación de nitrato de calcio 4%, la tasa de retorno marginal fue de 2460%, por lo cual éste último tratamiento se considera el más conveniente para los productores que tengan la capacidad financiera de hacer inversión en esta práctica de manejo del cultivo de mango variedad Ataulfo.

## 8. CONCLUSIONES

- Ninguno de los tratamientos de nitrato de calcio aceleró la floración del mango Ataulfo, en comparación con el testigo absoluto. Los días a floración fueron similares en todos los tratamientos (100-102 días después de la aplicación del paclobutrazol).
- El número de frutos cosechados por árbol fue afectado por los tratamientos evaluados. Fue mayor cuando se aplicó nitrato de calcio al 4% o al 5% (288 frutos/árbol).
- La aplicación de nitrato de calcio, en cualquiera de sus concentraciones (3%, 4% y 5%), dio como resultado frutos de mayor peso, en comparación con el testigo absoluto.
- El rendimiento de fruto fue afectado por los tratamientos evaluados. Fue mayor cuando se aplicó nitrato de calcio al 5% o al 4%.
- La tasa de retorno marginal fue mayor en el tratamiento nitrato de calcio al 4%. El tratamiento nitrato de calcio al 5%, a pesar de haber presentado un rendimiento relativamente alto, resultó dominado en el análisis para obtener la tasa de retorno marginal.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Para productores de mango Ataulfo se recomienda incluir dentro del manejo agronómico la aplicación de nitrato de calcio al 4%.
- Hacer evaluaciones similares en otras variedades de mango, principalmente aquellas que se están exportando o son potenciales para ello.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT); PROFRUTA (Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y la Agroindustria, GT); PIPAA (Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental, GT); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT) e INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, GT). (2000). Convención nacional de productores y exportadores de mango. Retalhuleu, Guatemala. 14 p.
- Berova, M. y Zlatev, Z. (2000). Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants. *Plant Growth Regulation* 30: 117-123
- Calderón, A. (1983). La Poda de los Árboles Frutales. 3ed. México, Editorial Limusa. 549 p.
- Cárdenas, K. y Rojas, E. (2003). Efecto del paclobutrazol y nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'Tommy Atkins'. *BioAgro* 15(2): 83-90.
- Gil, F. y Velarde, A. (1989). Tratado de arboricultura frutal, morfología y fisiología del árbol. 2ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. 104 p.
- Gil, M.; Sergent, E. y Leal, F. (1998). Efectos de la poda sobre las variedades reproductivas y de calidad del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. *Bioagro* 10(1): 18-23.
- Gonzales, R. (2004). Evaluación de paclobutrazol, ethephon y nitrato de potasio como estimulante de la inducción floral en mango (*Mangifera indica* L. Anacardiaceae) variedad Tommy Atkins en Retalhuleu. Tesis para optar al grado de Licenciado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Guerrero, R. (1990). El Nitrato de Potasio y la fertilización foliar en mango. Mimeografiado. Bogotá. pp 1-7.
- International Commonwealth Institute (ICI). (1993). Regulador de crecimiento: para controlar y obtener un desarrollo óptimo de la vegetación. [Londres]: ICI ZELTIA.
- Loyo, C. (2009). Evaluación de la influencia de tres fuentes de nitrato sobre inducción floral y producción temprana de mango (*Mangifera indica* L. Anacardiaceae) variedad Tommy Atkins. Estanzuela, Zacapa, Guatemala. Tesis para optar al grado de Licenciado. Universidad Rafael Landívar.
- Miranda, J. (1999). Resultados de investigaciones compartidas a agremiados. AGEXPORT, Guatemala.
- Orellana, E. (1996). Evaluación del paclobutrazol en la inducción floral y crecimiento del mango (*Mangifera indica* L.) Variedad Tommy Atkins, en Zacapa, Guatemala. Tesis para optar al grado de Licenciado. Universidad Rafael Landívar.

Orellana, E. (2007). Entrevista Personal. Propietario y Gerente general de DEFRUGSA. Guatemala.

PROFRUTA. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). (1994). Primer Congreso Internacional y Primer Encuentro Nacional de Productores de Mango en Guatemala.

Romero-Gomezcaña, N.; Sánchez-García, P.; Rodríguez-Alcázar, J. y Saucedo-Veloz, C. (2006). Aplicación foliar de calcio y su relación con la calidad en frutos de mango cv. Haden. Agricultura técnica en México, versión impresa ISSN 0568-2517, vol. 32 No. 1 México.

Sergent, E. y Leal, F. (1989). Inducción floral en mango (*Mangifera indica* L.) con KNO<sub>3</sub> Rev. Fac. Agron. (Maracay), 15: 17-32.

Tongumpai, P.; Hongsblanich, C. y Voon, C. (1989). Cultar for flowering regulation of mango in Thailand. Acta Horticulturae, Wageningen, v.239, p.375-378.

## 11. ANEXOS



*Figura 3.* Ubicación de la finca Mangrullo.



*Figura 4.* Equipo utilizado para la aplicación del nitrato de calcio.



*Figura 5.* Árbol de mango variedad Ataulfo, en floración.



*Figura 6.* Árbol de mango variedad Ataulfo en producción.



*Figura 7.* Vista del área experimental.



*Figura 8.* Vista del tratamiento 1.



*Figura 9.* Vista del tratamiento 3.



*Figura 10.* Vista del tratamiento 2.



*Figura 11.* Toma de datos de floración.



*Figura 12.* Toma de datos de producción.



*Figura 13.* Cosecha y conteo de frutos.



*Figura 14.* Determinación del peso de fruto.