

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y EL RENDIMIENTO DE SANDÍA;  
VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**JULIO ROBERTO RAMIREZ**  
CARNET 21125-11

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y EL RENDIMIENTO DE SANDÍA:  
VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**JULIO ROBERTO RAMIREZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **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. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
MGTR. YULMA YANILETH TOBAR SALAZAR  
ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE  
ING. ZAHYDA MAGALY OLIVA MONROY

Guatemala 09 de septiembre de 2018

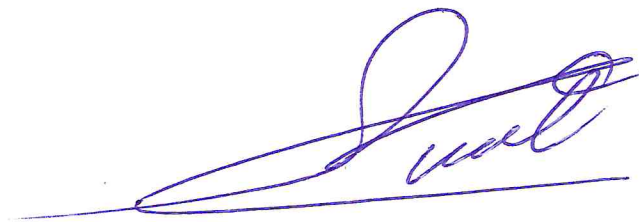
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Julio Roberto Ramírez, carné 21125-11, titulada: **“EVALUACIÓN DE PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y EL RENDIMIENTO DE SANDÍA; VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA”**.

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

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Guirola', written over a horizontal line.

Ing. Agr. Mgtr. Edgar Rolando Guirola Osorio  
Colegiado no. 2787  
Cod. URL 16796



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061006-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JULIO ROBERTO RAMIREZ, Carnet 21125-11 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06140-2018 de fecha 25 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y EL RENDIMIENTO DE SANDÍA; VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de septiembre del año 2018.



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

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Campus “San Luis Gonzaga S.J” de Zacapa y a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación profesional.

Ing. Edgar Rolando Guirola Osorio, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Wilder Alfonso Ramírez Hernández, por el apoyo incondicional brindado en el proceso de estudio.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mi madre: Rita Noemí Ramírez Reyes a quien quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y su motivación.

Mis hermanos: Josué Emmanuel Ramírez y Cristian Ernesto Ramírez, quienes me han brindado todo el apoyo necesario el proceso que culmino.

Mi familia: Abuelos, tíos, primos, sobrinas y cuñada que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral con mucho aprecio.

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
Resumen .....	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Cultivo de sandía.....	2
2.1.1 Clasificación taxonómica .....	2
2.1.3 Historia de las sandías triploides .....	2
2.1.4 Descripción botánica de la planta.....	3
2.1.5 Ecología del cultivo .....	4
2.1.6 Requerimiento nutricional del cultivo.....	5
2.1.7 Riego.....	6
2.1.8 Polinización.....	7
2.1.9 Variedad Extazy.....	7
2.2 Paclobutrazol (PBZ).....	7
2.2.1 Propiedades químicas del Paclobutrazol .....	8
2.2.2 Uso del Paclobutrazol.....	8
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	9
4. OBJETIVOS.....	10
4.1 General.....	10
4.2 Específicos .....	10
5. HIPÓTESIS.....	11
5.1 Hipótesis alterna.....	11
6. METODOLOGÍA .....	12
6.1 Localización.....	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 .....	13



6.8 Croquis del campo .....	13
6.9 Manejo del experimento .....	14
6.10 Variables respuestas.....	14
6.10.1 Rendimiento:.....	14
6.10.2 Desarrollo vegetativo: .....	14
6.11 Análisis de la información .....	15
6.11.1 Análisis estadístico .....	15
6.11.2 Análisis económico .....	15
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
7.1 Rendimiento .....	16
7.2 Distancia entre nudos .....	18
7.3 Diámetro del tallo .....	19
7.4 Área foliar .....	21
7.5 Análisis económico.....	23
8. CONCLUSIONES .....	25
9. RECOMENDACIONES .....	26
10. BIBLIOGRAFÍA.....	27
11. ANEXOS.....	30

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Descripción de los tratamientos a evaluar.....	12
<b>Cuadro 2.</b>	Distribución de los tratamientos en el campo.....	13
<b>Cuadro 3.</b>	Análisis de varianza del rendimiento de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.....	16
<b>Cuadro 4.</b>	Análisis de varianza de la distancia entre nudos en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.....	18
<b>Cuadro 5.</b>	Análisis de varianza del diámetro de los tallos de la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.....	20
<b>Cuadro 6.</b>	Análisis de varianza del área foliar en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.....	22
<b>Cuadro 7.</b>	Relacion beneficio/costo por cada tratamiento.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Rendimiento del cultivo de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol. .. 17
- Figura 2.** Distancias entre nudos en la planta de sandía con dosis de paclobutrazol.. 19
- Figura 3.** Diámetro de los tallos en plantas de sandía con dosis de paclobutrazol. .... 21
- Figura 4.** Área foliar en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol. ... 26

# **EVALUACIÓN DEL PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE SANDÍA; EN EL VALLE DEL MOTAGUA, ZACAPA**

## **Resumen**

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del Paclobutrazol sobre el rendimiento, desarrollo vegetativo y rentabilidad en el cultivo de sandías triploides del híbrido Extazy. El experimento se desarrolló en el centro de experimentos agrícolas del Campus Regional de la Universidad Rafael Landívar San Luis Gonzaga, S. J., Zacapa. Las dosis aplicadas de PBZ fueron 24, 32, 40, 48, 56 y 0 miligramos por litro. Las variables respuesta que se consideraron fueron rendimiento, distancia entre nudos, diámetro de los tallos y el área foliar. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar seis tratamientos y cuatro repeticiones. Con base al análisis estadístico se determinó que el la dosis de 56 miligramos por litro de Paclobutrazol, favoreció al incremento del rendimiento, también mostro diferencias significativas en el resto de variables evaluadas (distancia entre nudos, diámetro de los tallos y área foliar). Además se identificó que dicho tratamiento obtuvo una relación benefico/costo de 3.87%, es decir; que por cada quetzal invertido en el sistema de producción se tiene una ganancia de Q. 3.87.

# 1. INTRODUCCIÓN

Según Gudiel (2005), las sandías sin semillas se han cultivado por más de 30 años, en los últimos 10 años su producción se ha incrementado debido a la demanda por parte de los consumidores en los Estados Unidos y en países Europeos, el mejoramiento genético que ofrece híbridos de excelente calidad.

En Guatemala, la sandía es un cultivo de importancia económica, siendo Zacapa uno de los departamentos con mayor producción a nivel nacional, encontrando diferentes híbridos entre las que se encuentra la sandía triploide Extazy, la cual se comercializa principalmente en los Estados Unidos y Europa.

Las empresas agrícolas que producen sandía en el Valle del Motagua, Zacapa, planifican dos épocas de siembra, iniciando la primera en el mes de septiembre, periodo en el cual se marca la segunda fase de la temporada lluviosa. En este periodo las plantas de sandía tienen mayor contenido de humedad, lo que estimula su desarrollo foliar y de tallos, provocando que las flores femeninas queden escondidas bajo el follaje y el polinizador no las alcance, dando como resultado bajo rendimiento de la cosecha (Vargas, 2015).

En cuanto a lo anterior, el paclobutrazol, ha sido utilizado como reductor de crecimiento e inducción floral en plantas ornamentales y algunas hortalizas, también tiene antecedentes de uso en árboles frutales leñosos, como por ejemplo en plantaciones de mango, aguacate y otros, obteniendo resultados satisfactorios.

Es por ello que al implementar la siguiente investigación se determinó el efecto que el paclobutrazol (PBZ) sobre en el crecimiento del follaje, longitud de tallo, diámetro del tallo y rendimiento en el cultivo de Sandía, donde se evaluaron cinco dosis de paclobutrazol (PBZ) en el área agrícolas del Campus San Luis Gonzaga SJ, Zacapa.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Cultivo de sandía

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Sub-reino: Embryobionta

División: Magnoliphita

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Violales

Familia: Cucurbitáceas

Género: *Citrullus*

Especie: *C. lanatus* (Thunb) (León, 1987; citado por Herrera, 2013).

#### 2.1.3 Historia de las sandías triploides

Al inicio de los años cincuenta, tanto en Japón como en Estados Unidos empiezan a investigar para obtener frutos sin semilla (sandía apirena). Estos frutos proceden de semillas triploides; una característica de estos híbridos es que la semilla de los frutos que proceden de esas plantas queda sin conformarse, no lignifican, presentándose de color blanco y en menor número (Gonzales y Ayus, 1991).

Los frutos con semilla triploide se consiguen al cruzar flores femeninas de plantas tetraploides ( $4n$ ) con flores masculinas de plantas diploides ( $2n$ ). Las plantas tetraploides se consiguen por duplicación cromosómica de plantas normales diploides, sobre las que se utilizan diferentes productos que producen el paso de  $2n$  cromosomas de la célula a  $4n$  en la misma; uno de estos productos es la Colchicina, un alcaloide cuya fórmula química es  $C_{22}H_{25}O_6 N$  (Camacho, 1998; citado por Garza, 2007).

La Colchicina inhibe la división celular y permite la duplicación de cromosomas dentro de la misma célula (Elmstron, 1996; citado por Garza, 2007).

Las sandías híbridas triploides son comúnmente llamadas sin semilla, pero aunque la mayoría de las semillas son delgadas blancas y con estructura comestible, puede haber algunos con apariencia normal. Estos triploides ( $3n$ ) altamente estériles resultan de la polinización cruzada entre líneas de un diploide normal ( $2n$ ) y un tetraploide ( $4n$ ) (Cultural Practice Information 1993; citado por Garza, 2007).

#### 2.1.4 Descripción botánica de la planta

Es una planta anual, herbácea de porte rastrero o trepador.

- a) **Sistema radicular:** La raíz principal, en condiciones naturales puede profundizar más de un metro. Las secundarias constituyen un sistema radicular muy ramificado distribuido superficialmente (Gutiérrez y Villa, 2002).
  
- b) **Tallo:** De desarrollo rastrero, de color verde, recubiertos de pilosidad, pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos. Llegan a alcanzar más de 4 m. En estado de 5-8 hojas bien desarrolladas, el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados (Gutiérrez y Villa, 2,002).
  
- c) **Hoja:** Peciollada, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados. El haz es suave y el envés áspero con nerviaciones pronunciadas. El nervio principal se ramifica hasta alcanzar los últimos segmentos de la hoja.
  
- d) **Flores:** De color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares, muy atractivas para los insectos, por lo que la polinización es entomófila. La corola de simetría regular está formada por 5 pétalos unidos en su base. El cáliz posee sépalos libres de color verde, existen dos tipos de flores: Las masculinas o estaminadas y las femeninas o pistiladas, estando situadas en lugares diferentes de la misma planta (planta monóica) (Gutiérrez y Villa, 2,002).

Las flores masculinas tienen 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos. Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero veloso y ovoide que se parece inicialmente a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna, por lo que se diferencian bien. Estos aparecen tanto en el tallo principal como en los secundarios y terciarios. Existe una correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto (Gutiérrez y Villa, 2002).

En los cultivares sin semillas (triploides), la deficiencia polínica es muy marcada por lo que debe recurrirse a la utilización intercalada de líneas de cultivares “normales” (diploides) que actuarán como polinizadores. Para la polinización es muy importante recurrir al concurso de las abejas (Gutiérrez y Villa, 2002).

- e) **Fruto:** Es una baya globosa u oblonga en pepónide formada por 3 carpelos fusionados. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kg. El color de la corteza es variable, pudiendo ser uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades de verde. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillo), para favorecer la formación de todo tipo de flores e inducir el desarrollo partenocárpico de los frutos pueden utilizarse auxinas de síntesis (Gutiérrez y Villa, 2002).
  
- f) **Semillas:** Pueden estar ausentes o huecas, siendo entonces blancas en los cultivares triploides o mostrar tamaños y colores diferentes (negro, marrón o blanco) dependiendo del cultivar (Gutiérrez y Villa, 2002).

### 2.1.5 Ecología del cultivo

Se desarrolla en climas semisecos y cálidos con una temperatura óptima entre 18 y 25°C; una máxima de 32°C y una mínima de 10°C. Su período vegetativo coincide con los días soleados y secos, pero con suficiente humedad en el suelo. En zonas demasiado húmedas la fructificación y calidad del fruto son muy bajas (Tiscornia, 1976).



La sandía de mejor calidad se produce en zonas cálidas y costeras de las vertientes del Pacífico y el Atlántico centroamericano, la altitud que requiere el cultivo es hasta de 500 msnm, En Guatemala la producción se concentra principalmente en los departamentos de Escuintla y Zacapa (Lagos, 1975).

Las sandías híbridas triploides pueden ser trasplantadas o sembradas directamente. Sin embargo este cultivo tiene requerimientos críticos de humedad y temperatura para germinación. La semilla de cultivares triploides requieren temperaturas de suelo altas (24-29 °C) y niveles óptimos de humedad en la tierra 10-15% antes de la emergencia. Por estas razones se requiere de producir las plantas bajo invernadero (pilonas) y trasplantar cuando tengan 25 días de haber sido sembradas en las piloneras. Con esto se logra una mayor uniformidad y el más alto porcentaje de pegue de siembra (Peto Seed Co, 1993).

En la época de siembra y durante el cultivo, la humedad ambiental tiene generalmente poca influencia pero se habla de un rango óptimo de humedad relativa del 65 al 75 % (Lagos, 1975). Requiere suelos con textura franco-arenosos ricos en materia orgánica con pH de 5.8 a 7.3 (Cáceres, 1971).

### **2.1.6 Requerimiento nutricional del cultivo**

El cultivo de sandía requiere 100 kg N/ha, 20 Kg/ha de  $P_2O_5$  y 30 kg/ha de  $K_2O$ . Por supuesto que el volumen de fertilizante depende de la densidad de siembra y el grado de fertilidad del suelo (Bolaños, 1998; citado por Herrera, 2013).

La fertilización es importante para la obtención de una buen rendimiento y frutos de calidad. Para una producción de 60 toneladas de frutos por hectáreas, el cultivo extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes: 200-250 kg de nitrógeno, 150 kg de fósforo, 300-450 kg de potasio y 25-30 kg de magnesio. Estos nutrientes pueden aplicarse dentro del sistema de riego por goteo y para determinar la formula a aplicar es necesario contar con un análisis de suelo y foliar (Gudiel, 2010).

Existen en el mercado formulas solubles como 20-20-20, 10-30-20, 20-10-20, todas estas con elementos secundarios y menores que pueden utilizarse en un programa de fertilización y también pueden utilizarse formulas simples como nitrato de amonio, nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de potasio fosfato monopotasio, fosfato Monoamónico, ácido fosfórico, ácido nítrico (Gudiel, 2010).

### **2.1.7 Riego**

Antes de la plantación se debe dar un riego abundante y posteriormente se da riegos cortos y frecuentes hasta que la planta esté bien enraizada. Durante el desarrollo de la planta y hasta la floración los riegos son largos y escasos, en floración cortos y diarios, durante el cuajado y desarrollo del fruto son largos y frecuentes y en el período de maduración se van alargando progresivamente los intervalos de riego y el volumen de agua (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA).

El agua requerida durante el ciclo del cultivo es de 38 centímetros (mínimo), la frecuencia de riego puede variar de 7 a 10 días, en el caso de suelos arenosos se deben continuar los riegos aún después del inicio de la maduración.

El riego por goteo es el sistema más extendido en sandía, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fonológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.)(DICTA).

En la etapa de floración y formación de la sandía se requiere riego a intervalos frecuentes para mantener un crecimiento vigoroso. Una vez las sandías alcanzan el tamaño adecuado, de acuerdo al cultivar utilizado, se debe reducir el riego para facilitar la maduración y la acumulación de azúcares en la fruta. Regar en exceso durante la última etapa de crecimiento (después que las sandías han alcanzado los índices de cosecha) puede ocasionar hendiduras a las frutas. Por el contrario, un déficit excesivo de agua provoca escaldaduras solares (Rivera, 2000).

### **2.1.8 Polinización**

Normalmente si las condiciones ambientales son favorables es aconsejable el empleo de abejas (*Apis mellifera*) como insectos polinizadores, ya que con el empleo de hormonas los resultados son imprevisibles (malformación de frutos, etc.), debido a que son muchos los factores de cultivo y ambientales los que influyen en la acción hormonal. El número de colmenas puede variar de 4 a 5 por manzana, e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología (DICTA).

Cuando se cultiva Sandía apirena (triploide) es necesaria la utilización de sandía diploide como polinizadora, ya que el polen de la primera es estéril. Se buscan asociaciones en las que coincidan las floraciones de la polinizadora y polinizada en relación 30-40 % de polinizadora + 60-70 % de polinizada ó 25-33 % de polinizadora +67-75 % de polinizada. Es frecuente que se asocien sandías “tipo Sugar Baby” como polinizadoras con “tipo Crimson” como polinizadas para no confundirlas a la hora de la recolección (DICTA).

### **2.1.9 Variedad Extazy**

Presenta una característica externa de rallado oscuro, es una variedad mini, de larga vida la cual puede ser transportada larga distancia, resistente a la manipulación y es apreciada para el mercado de frutas frescas y frutas procesadas. Su calidad interna es de un color rojo intenso, textura firme, crujiente y dulzura agradable al paladar (García, 2013).

### **2.2 Paclobutrazol (PBZ)**

PBZ es un inhibidor de la elongación celular y la extensión inter-nodal que retarda el crecimiento de plantas por la inhibición de la biosíntesis de giberelinas. Las giberelinas estimulan la elongación celular. Cuando se inhibe producción de giberelina, la división celular se sigue produciendo, pero con nuevas células no alargado. El resultado es brotes con el mismos números de hojas, entrenudos de longitud más corta e induciendo a la floración (Department of Agricultural Resources 2012).

También influye en el aumento en el diámetro de tallos. Otra respuesta de los árboles que son tratados con PBZ incrementa la producción de la hormona de ácido abscísico y la clorofila. PBZ también puede inducir modificaciones morfológicas de las hojas, tales como poros más pequeños estomas, hojas más gruesas, y aumento del número y tamaño de los apéndices de la superficie, y una mayor densidad de raíces que puede proporcionar tolerancia mejorada al estrés ambiental y resistencia a las enfermedades. PBZ también tiene alguna actividad fungicida debido a su calidad de triazol para inhibir la biosíntesis de esteroides (Department of Agricultural Resources 2012).

### **2.2.1 Propiedades químicas del Paclobutrazol**

- Común Nombre químico: Paclobutrazol ( se utilizará el acrónimo PBZ )
- Nombre IUPAC : 2RS , 3RS - 1- ( 4 - clorofenil ) -4,4 - dimetil - 2- ( 1H - 1,2,4-triazol-1 - il) pentan - 3 – ol
- El paclobutrazol (PBZ) es un regulador de crecimiento de la planta que pertenece a la clase química triazol (Department of Agricultural Resources 2012).

### **2.2.2 Uso del Paclobutrazol**

PBZ, ha sido utilizado en pimiento morrón y la berenjena, son especies hortícolas en las cuales se ha aplicado PBZ en dosis de 100 hasta 350 mg/L. Obtenido como resultado reducción del tamaño de la planta, entrenudo más cortos y mayor diámetro de los tallos (Partida, Velázquez, Acosta, Ayala, Díaz, Inzunza y Enrique 2007).

También el PBZ, se ha empleado en plantas ornamentales tales como la berbería (*Nerium oleander* L.) en fase de vivero, evaluando tres dosis de PBZ: (0,20 y 40 mg/L), de los cuales el tratamiento de 40 mg/L obtuvo mejores resultados en la reducción de la altura de planta, longitud de brotes, distancia de entrenudos más cortos, menor número de hojas y un mayor número de flores (Albornoz, Fernández, Vilchez, Fernández y L. Martínez 2014).

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años se ha incrementado la producción de Sandías tipo personal en Guatemala, especialmente en la zona oriental del país, esto debido a la demanda de los mercados internacionales por las características ideales que presentan las mini sandías, tales como: forma redonda, diámetro de 15 a 18 cm, poca corteza y peso entre 2 a 3 kg/fruta (Meca, Gázquez, Martínez y Segura 2007).

En el año, las empresas que cultivan sandía en Zacapa realizan dos etapas de siembra la etapa "B", que comprende de enero-abril y la "A" que va de septiembre a diciembre (Vargas, 2015).

En el Valle del Motagua, Zacapa existen 2,800 hectáreas cultivadas con sandía las cuales representan el 40% del área total. En la etapa A la producción promedio de las empresas meloneras es de 1,650 cajas/Ha mientras que en la etapa B se obtienen 2,150 cajas/Ha, lo que hace una diferencia 500 cajas/Ha que en términos económico se traduce a una pérdida de \$6,000/Ha (Cordón, 2015).

La reducción en la producción de Sandía en la etapa "A", se origina en la segunda fase lluviosa en el país, por lo que las plantas aprovechan las aguas de lluvia lo que genera que desarrollen alta densidad de follaje, esto causa una disminución en el número de flores femeninas las cuales quedan ocultas en el follaje y no estén al alcance de los polinizadores, dando como resultado baja fecundación de flores femeninas (Vargas, 2015).

Con el objeto de evaluar 5 dosis de paclobutrazol en el cultivo de Sandía tipo personal, en el Valle del Motagua, Zacapa, para obtener datos en el desarrollo foliar, longitud entre nudos, diámetro del tallo y rendimiento.

Se usó paclobutrazol al 15% concentración única en Guatemala, en 5 dosis respectivamente, las cuales fueron de: 24 - 32 - 40 - 48 y 56 mg/L, dosis recomendadas por los productores de mango, de Zacapa (Matta, 2015).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Evaluar el efecto del paclobutrazol sobre el crecimiento, desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de sandía tipo personal, en el Valle del Motagua, Zacapa.

### **4.2 Específicos**

Estudiar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento del área foliar, longitud entre nudos y diámetro del tallo del cultivo de sandía.

Determinar el efecto de las diferentes dosis de paclobutrazol sobre el rendimiento del cultivo de sandía personal (kg/ha).

Realizar un análisis económico de los tratamientos mediante el cálculo de la relación Beneficio/Costo.

## **5. HIPÓTESIS**

### **5.1 Hipótesis alterna**

Al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas sobre el crecimiento del área foliar, longitud entre nudos y diámetro del tallo del cultivo de sandía.

Al menos una de las dosis de paclobutrazol mostrará diferencias significativas sobre el rendimiento del cultivo de sandía personal (kg/ha).

Al menos uno de los tratamientos mostrará mayor beneficio económico para el agricultor.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Localización

La investigación se realizó en el municipio y departamento de Zacapa, ubicado a 161 km de la ciudad capital de Guatemala, en las instalaciones del área agrícola del campus San Luis Gonzaga, Rafael Landívar, que dista a 3.4 km de la cabecera departamental de Zacapa, sus coordenadas geográficas son las siguientes 14°59'24.5436" Latitud Norte y 89°32'5.0856" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

### 6.2 Material experimental

La variedad de sandía que se utilizó fue Extazy (triploide). Según Seeds (2006) es un híbrido triploide de excelente sabor, rendimiento óptimo de frutos de buena calidad, forma globosa y la corteza con una coloración verde intenso con estrías de color verde oscuro, la pulpa es de color rojo brillante, el peso va de 2 a 3 kg/fruto, esta variedad no posee semilla, el ciclo de vida es de un aproximado de 67 días después del trasplante.

### 6.3 Factor estudiado

Se estudió un solo factor, siendo las dosis de paclobutrazol al 15% de concentración, evaluando las dosis siguientes: 24, 32, 40, 48 y 56 mg/L.

### 6.4 Descripción de los tratamientos

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos a evaluar

No. Tratamiento	Dosis en mg/L de paclobutrazol
1	24
2	32
3	40
4	48
5	56
6	0



## 6.5 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, evaluado seis tratamientos y cuatro repeticiones.

## 6.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico a utilizado fue:  $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto de las dosis de PBZ y un testigo.

$B_j$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ij}$  = Error asociado a las unidades experimentales.

## 6.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo constituida por tres camas de siembra separadas a 1.8 m entre surco, es decir 5.4 m de ancho por 5 m de largo con una área bruta de 29 m<sup>2</sup> por unidad experimental, donde la cantidad de plantas hembras es de 32 y 8 plantas macho. El área total del experimento será de 696 m<sup>2</sup>.

## 6.8 Croquis del campo

**Cuadro 2.** Distribución de los tratamientos en el campo.

T1	T2	T3	T4	T5	T6
T3	T5	T2	T1	T6	T4
T2	T4	T6	T5	T3	T1
T4	T6	T5	T2	T1	T3

## **6.9 Manejo del experimento**

El trasplante se realizó a los 18 días de edad de los pilones, colocándole una cobertura flotante de polipropileno durante 24 días. El distanciamiento entre plantas fue de 1.8 m entre surco y 0.5 m entre planta, en cada tratamiento fue marcado con una rueda, posteriormente se realizó el agujero con un tubo de PVC de 3" de diámetro. La siembra se hizo manualmente utilizando una pieza de madera en forma de L para hacer el agujero y posteriormente se colocó el pilón.

En cuanto a la fertilización se realizó igual para todos los tratamientos, al igual que el control fitosanitario. Para garantizar que no existan cruzamientos entre cada tratamiento se dejó un surco por medio entre cada uno. Se realizaron conteos a los 50 días después del trasplante para poder determinar la cantidad de fruta que exista por metro lineal, el segundo conteo se realizó a los 63 días.

El paclobutrazol se aplicó después del destape en las dosis que se especifican en el cuadro 3.

## **6.10 Variables respuestas**

### **6.10.1 Rendimiento**

El rendimiento del cultivo de sandía se determinó en kg/ha, sumando los pesos del número total de frutos obtenidos en la producción.

### **6.10.2 Desarrollo vegetativo**

Para determinar el desarrollo vegetativo en el cultivo de sandía tipo personal de la variedad Extazy se tomó en cuenta la distancia entre nudos, diámetro del tallo y área foliar.

- a. Distancia entre nudos:** Se midió con una cinta métrica la longitud del tallo entre nudos de la planta, esta medición se realizó en etapa de cosecha.

**b. Diámetro del tallo:** Se midió la circunferencia del tallo utilizando un vernier, esta medición se hizo en etapa de cosecha.

**c. Área foliar:** Utilizando una balanza digital donde se colocó la porción de 4 cm<sup>2</sup> de una hoja para conocer su peso, posteriormente se pesaron las hojas completas. Luego se efectúa una regla de tres simple para determinar el área total por hoja, esta medición se realizó en época cosecha.

## **6.11 Análisis de la información**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) a  $p < 0.05$  para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, luego se aplicó una prueba de medias con Tukey según  $P < 0.05$ , para definir las recomendaciones.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se determinó mediante el análisis de la Relación Beneficio/Costo para cada uno de los tratamientos. El análisis de la relación beneficio costo (B/C) toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que (Horngren, Ch; Foster, G; Datar, S. 2,002.):

$B/C > 1$  implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable o rentable.

$B/C = 1$  implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente o rentable.

$B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable o rentable.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Rendimiento

El rendimiento promedio del cultivo de sandía fue de 32, 200 kg/ha. Con base al cuadro 3 se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, como consecuencia del uso de diferentes dosis de paclobutrazol.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza del rendimiento de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada con alfa de 0.05	F tabulada con alfa de 0.01
Bloques	3	8573333	2857778			
Tratamientos	5	127575000	25515000	32.0 **	2.90	4.56
Error	15	11951667	796778			
Total	23	148100000				

\*\* Altamente significativo.

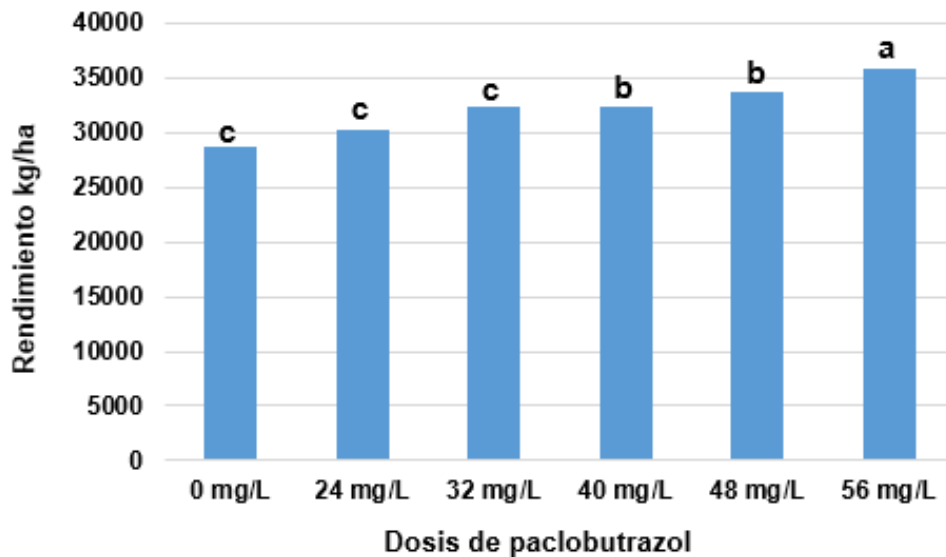
Posteriormente al análisis de varianza, se procedió a realizar la prueba de Tukey con un alfa de 0.05 con el fin de establecer el valor de las diferencias que se consideran significativas y con una alfa de 0.01 para establecer el valor de las diferencias que se consideran altamente significativas. Como resultado de la aplicación de la prueba de medias de Tukey, se pudieron determinar tres grupos estadísticos.

La figura 1 muestra los resultados de rendimiento obtenidos por cada dosis evaluada, observando que la aplicación de 56 mg/L presento mayor cantidad de kg/ha de frutos de sandía. Con base al efecto mostrado en campo por los tratamientos se identificó un comportamiento de incremento en el rendimiento a medida que se aumentaba la dosis de aplicación sobre el cultivo.

El primer grupo corresponde a T5 (Aplicación de 56 miligramos de paclobutrazol por litro) con rendimiento de 35 mil 825 kilogramos por hectárea.

El segundo grupo de tratamientos lo conforman T4 (Aplicación de 48 miligramos de paclobutrazol por litro) y T3 (Aplicación de 40 miligramos de paclobutrazol por litro) con rendimientos de 33 mil 675, 32 mil 475 kilogramos por hectárea, respectivamente.

El tercer grupo de tratamientos lo conforman y T2 (Aplicación de 32 miligramos de paclobutrazol por litro), T1 (Aplicación de 24 miligramos de paclobutrazol por litro) y T0 (Aplicación de 0 miligramos de paclobutrazol por litro) con rendimientos de 32 mil 395, 32 mil, 325 y 28 mil 625 kilogramos por hectárea, respectivamente.



**Figura 1.** Rendimiento del cultivo de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

## 7.2 Distancia entre nudos

La distancia promedio entre nudos fue de 12.0 centímetros. Con base al cuadro 4 se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por la aplicación de las diferentes dosis de paclobutrazol.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de la distancia entre nudos en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada con alfa de 0.05	F tabulada con alfa de 0.01
Bloques	3	1.12	0.37			
Tratamientos	5	18.2	3.65	34.4 **	2.90	4.56
Error	15	1.59	0.11			
Total	23	20.9				

\*\* Altamente significativo.

Luego del análisis de varianza, se hizo la prueba de Tukey con un alfa de 0.05 con el fin de establecer el valor de las diferencias que se consideran significativas y con una alfa de 0.01 para establecer el valor de las diferencias que se consideran altamente significativas, con relación a las distancias entre nudos. Como resultado de la prueba de medias de Tukey, se formaron tres grupos estadísticos de tratamientos.

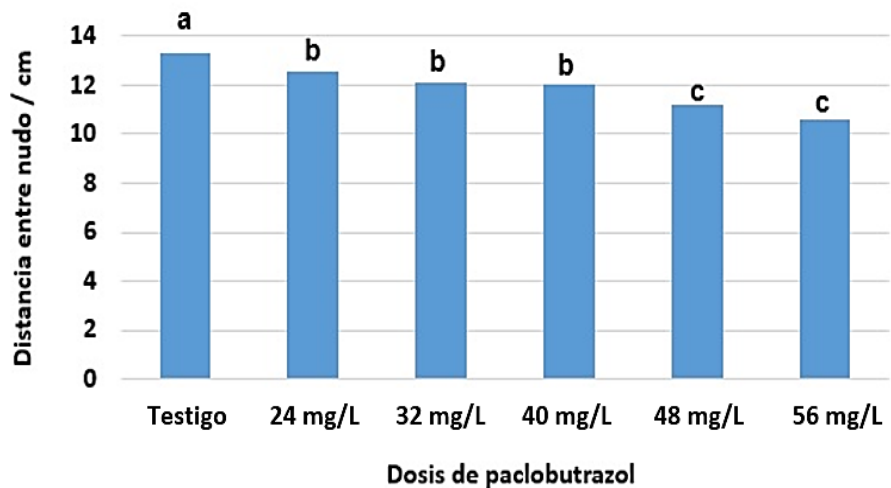
En la figura 2 se muestra que la dosis de 56 mg/L reportó la menor distancia de entre nudos en la planta de sandía, superando los resultados obtenidos del resto de tratamientos evaluados, por lo que se identificó un comportamiento que mostró una disminución consecutiva del distanciamiento de entre nudos a medida que se incrementó la dosis de aplicación de paclobutrazol al cultivo.

Por lo que se interpretó que dicho efecto se relaciona directamente con al uso de la tratamiento, debido a que los resultados fueron menores en los tratamientos donde se utilizó el producto en comparación al testigo.

El primer grupo corresponde al testigo, con distancia entre nudos de 13.3 centímetros.

El segundo grupo de tratamientos lo conforman la aplicación de 24 miligramos de paclobutrazol por litro, la aplicación de 32 miligramos de paclobutrazol por litro, y la aplicación de 40 miligramos de paclobutrazol por litro, con distancias entre nudos de 12.6, 12.1 y 12.0 centímetros, respectivamente.

El tercer grupo de tratamientos lo conforman la aplicación de 48 miligramos de paclobutrazol y el de 56 miligramos por litro, con distancias entre nudos de 11.2 y 10.6 centímetros, respectivamente.



**Figura 2.** Distancias entre nudos en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

### 7.3 Diámetro del tallo

El diámetro promedio de los tallos fue de 1.29 centímetros. El análisis de varianza del cuadro 5 indica que existen diferencias significativas entre las diferentes dosis evaluadas sobre el diámetro de los tallos en la planta de sandía.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza del diámetro de los tallos de la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada con alfa de 0.05	F tabulada con alfa de 0.01
Bloques	3	0.05	0.02			
Tratamientos	5	0.47	0.09	18.5 **	2.90	4.56
Error	15	0.08	0.01			
Total	23	0.60				

\*\* Altamente significativo.

Seguidamente del análisis de varianza, se procedió a realizar la prueba de Tukey con un alfa de 0.05 con el fin de establecer el valor de las diferencias que se consideran significativas y con una alfa de 0.01 para establecer el valor de las diferencias que se consideran altamente significativas, en cuanto al diámetro promedio de los tallos. Como resultado de la aplicación de la prueba de medias de Tukey, se pudieron determinar tres grupos de tratamientos.

La figura 3 se muestra el comportamiento de los tratamientos sobre el diámetro de los tallos en la planta de sandía, dicho efecto se atribuye directamente al uso del producto a base de paclobutrazol, debido a que se reportaron mayores diámetros con la aplicación de las diferentes dosis en comparación al testigo. Además se observó un que el diámetro se incrementaba a medida que se aumentaba la dosis de aplicación.

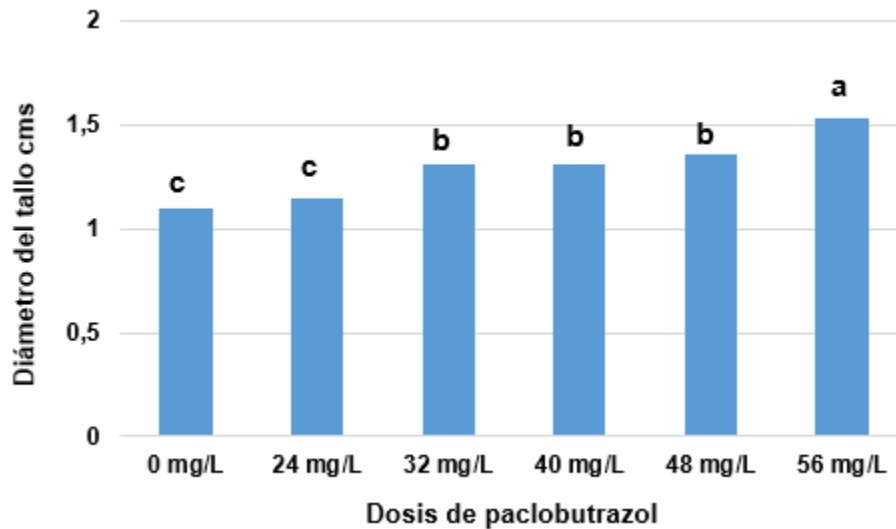
El primer grupo corresponde a T5 (Aplicación de 56 miligramos de paclobutrazol por litro) con diámetro de tallo de 1.53 centímetros.

El segundo grupo de tratamientos lo conforman T4 (Aplicación de 48 miligramos de paclobutrazol por litro), T3 (Aplicación de 40 miligramos de paclobutrazol por litro) y T2



(Aplicación de 48 miligramos de paclobutrazol por litro) con diámetros de tallos de 1.36, 1.31 y 1.31 centímetros, respectivamente.

El tercer grupo de tratamientos lo conforman T1 (Aplicación de 24 miligramos de paclobutrazol por litro) y T0 (Aplicación de 0 miligramos de paclobutrazol por litro) con diámetros de tallos de 1.15 y 1.10 centímetros, respectivamente.



**Figura 3.** Diámetro de los tallos en plantas de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

#### 7.4 Área foliar

El área foliar fue en promedio de 248 centímetros cuadrados. El análisis de varianza del cuadro 6, indica que existen diferencias significativas entre las dosis de paclobutrazol con relación al área foliar en la planta de sandía.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza del área foliar en la planta de sandía, con diferentes dosis de paclobutrazol.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada con alfa de 0.05	F tabulada con alfa de 0.01
Bloques	3	492	164			
Tratamientos	5	7415	1483	32.6 **	2.90	4.56
Error	15	683	45.5			
Total	23	8590				

\*\* Altamente significativo.

Puesto que el análisis de varianza anterior, muestra diferencias altamente significativas, como resultados de usar diferentes dosis de paclobutrazol, se procedió a realizar la prueba de Tukey con un alfa de 0.05 con el fin de establecer el valor de las diferencias que se consideran significativas y con una alfa de 0.01 para establecer el valor de las diferencias que se consideran altamente significativas, en cuanto al área foliar. Como resultado de la aplicación de la prueba de medias de Tukey, se pudieron determinar tres grupos de tratamientos.

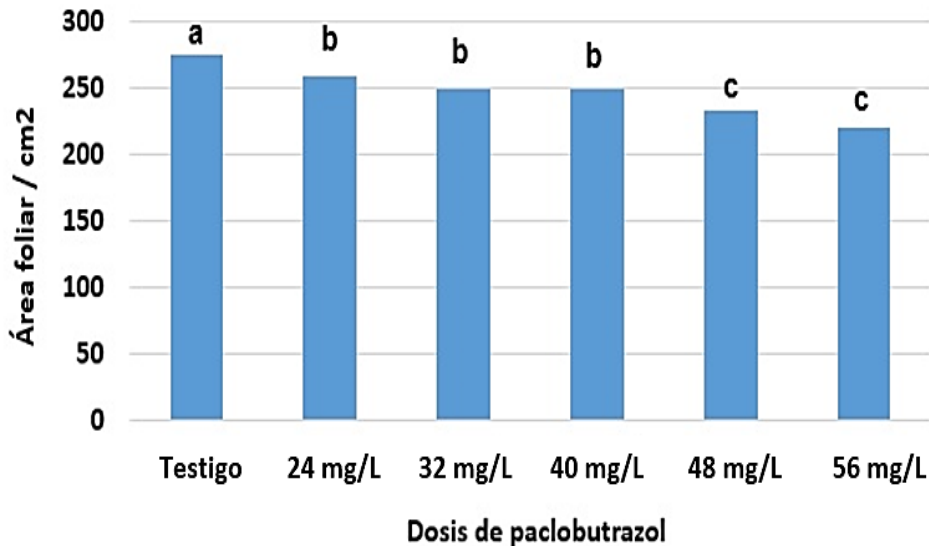
Con base a los resultados se interpretó que el uso de paclobutrazol redujo el área foliar y por ende el desarrollo de la planta de sandía, debido a mostrar menor área foliar en aquellas tratamientos donde se hizo uso del producto a mayor concentración. Donde se observaron plantas más pequeñas, aunque dicho efecto no afectó el rendimiento con relación al desarrollo de la planta.

El primer grupo corresponde al testigo, con área foliar de 275 centímetros cuadrados.

El segundo grupo de tratamientos lo conforman la aplicación de 24 miligramos de paclobutrazol por litro, la aplicación de 32 miligramos de paclobutrazol por litro y la aplicación de 40 miligramos de paclobutrazol por litro, con áreas foliares de 259, 250 y 249 centímetros cuadrados, respectivamente.

El tercer grupo de tratamientos lo conforman las aplicaciones de 48 miligramos de paclobutrazol por litro y 56 miligramos por litro con áreas foliares de 233 y 220 centímetros cuadrados, respectivamente.

Con propósito del actual estudio el grupo que mejores resultados presentó, corresponde al número tres, ya que se pretendía reducir el área foliar de la plantas de sandía.



**Figura 4.** Área foliar en la planta de sandía con diferentes dosis de paclobutrazol.

### 7.5 Análisis económico

El análisis económico (Cuadro 7) se realizó en base a la relación beneficio/costo, considerando resultados obtenidos en el rendimiento y el precio promedio por kilogramo de sandía tipo personal Extazy; obteniéndose así la relación existente entre los tratamientos.

Según los resultados obtenidos del análisis de Relación Beneficio/Costo se determinó que el tratamiento que mayor beneficio económico presenta para el agricultor es el número cinco, donde se aplicaron 56 mg/L de PBZ que proporciona una relación de 3.89 y la relación beneficio/costo, lo que se interpreta como la obtención de Q. 3.89 por cada quetzal invertido en el costo de producción.

**Cuadro 7.** Relación beneficio/costo por cada tratamiento.

<b>Tratamientos mg/L</b>	<b>Costos (Q/ha)</b>	<b>Ingreso (Q/ha)</b>	<b>Utilidad (Q/ha)</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>Relación B/C (Q)</b>
24	46322.55	161625	115302.45	248.9121389	3.49
32	46323.4	161975	115651.6	249.6612943	3.50
40	46324.25	162375	116050.75	250.518357	3.505
48	46325.1	168375	122049.9	263.4638673	3.63
56	46325.95	179125	132799.05	286.662335	3.87
0	46000	143125	97125	211.1413043	3.11

## 8. CONCLUSIONES

La evaluación de los diferentes tratamientos con paclobutrazol en el cultivo de sandía tipo personal de la variedad Extazy, determinó que la dosis de 56 miligramos de PBZ por litro fue la que mostró resultados satisfactorios en comparación con el resto de tratamientos, en las variables que se evaluaron en campo. Distancia entre nudos, mostró una reducción 2.7 centímetros, mientras que el diámetro de los tallos se incrementó en 0.43 centímetros y el área foliar se redujo en 55 centímetros cuadrados, las comparaciones se realizaron con el testigo correspondiente para cada una de las variables.

En función del rendimiento la aplicación de 56 miligramos de paclobutrazol por litro reportó 35 mil 825 kilogramos por hectárea, relacionando dicho resultado con el efecto del tratamiento, debido a que en los casos de 24 mg/L (dosis baja) de PBZ y el testigo reportaron menor producción, cuantificando 30 mil 275 y 28 mil 625 kilogramos por hectárea, respectivamente.

En el análisis económico de Relación B/C al utilizar paclobutrazol en la dosis de 56 miligramos por litro muestra un ingreso de Q.3.87 por cada quetzal invertido en el sistema de producción, siendo superior al resto de los tratamientos.

## **9. RECOMENDACIÓN**

Se recomienda incluir el paclobutrazol en los programas de manejo del cultivo de sandía, para mejores resultados en cuanto a rendimiento, crecimiento vegetativo y rentabilidad, específicamente utilizando la dosis de 56 miligramos de PBZ por litro, siendo la que mostró resultados superiores al resto de los tratamientos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz A, Fernández M, Vilchez J, Fernández C y Martínez L. (2014). Efecto del Paclobutrazol sobre el crecimiento de plantas de berbería (*NeriumoleanderL.*) en fase de vivero. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, AP 15205, Maracaibo, estado Zulia (4005ZU), República Bolivariana de Venezuela.
- Cáceres, E (1971). Producción de Hortalizas. 2da. Ed. México Ed. Herrera Hermanos. S.A.
- Cordón M. (2015) Producción de Sandía en el Valle del Motagua, Zacapa. (Entrevista). Zacapa, High Q International. S.A.
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2005). Cultivo de Sandía. No. 2000. Consultado el 25 de agosto 2015. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Sandia,2005.pdf>.
- Garza, L. (2007). Evaluación de dos arreglos topológicos de trasplante y cuatro relaciones triploides en sandía *Citrullus lanatus* (Thunb) (Cucurbitaceae) híbrido "Millonaria". Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 33 p.
- García, J. (2013). EPC "Export Promotion Center" plataforma digital de documentación para exportación de frutas frescas hacia EEUU. Tesis Ing. en Admón. de Agronegocios, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Gonzales y Ayuso. (1991). Una nueva alternativa: Sandía sin semilla No.805. Consultado 08 julio de 2015. Disponible en [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Agri%2FAgri\\_1991\\_710\\_804\\_805.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_1991_710_804_805.pdf).
- Gudiel V. (2004). Cultivo de sandía triploide. Productora de semillas, consultado el 02 de agosto de 2015 Disponible en: <http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/Hortalizas/Recomendacionesdemanejodecultivodesandiatriploide.pdf>.

Guía técnica de frutas y vegetales. (2005). El cultivo de "Sandía". Consultado el 25 julio de 2015. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Sandia,-2005.pdf>.

Gutiérrez y Villa. (2002). Aproximaciones al cultivo de sandías triploides, (sin semillas) en Aragón No114. Consultado 03 julio de 2015. Disponible en [http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=3705275](http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3705275).

HazeraSeed inc. (2010). Sandía tipo personal Extazy. Consultado el 5 de julio de 2015. Disponible en: <http://www.hazerainc.com/hsi/>  
Almería, España.

Horngrén, Ch; Foster, G; Datar, S. (2002). Contabilidad de Costos. Un Enfoque Gerencial. Ediciones Pearson Educación de México, SA. Prentice hall Hispanoamericana. Décima edición. Pág. 18.

Lagos, J. (1975). Cultivo de la Sandía. El Agricultor Costarricense Costa Rica 33 (2) Pág. 47.

Matta, S. (2015). Dosis de PBZ (entrevista). Zacapa, Amadeo Export.

Meca D, Gázquez J, Martínez E y Segura M (2007) Ensayo de cultivares de Sandía mini (*Citrulluslannatus*Thunb.) entutorada y rastrera en invernadero. Consultado el 25 de Agosto. Disponible en: <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/centros-experimentales-las-palmerillas/ensayo-de-cultivares-de-sandia-mini.pdf>.

Partida L, Velázquez T, Acosta B, Ayala F, Díaz T, Inzunza J y Enrique J. (2007). Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento, morrón y berenjena, Vol. 30. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa.

PETO SEED Co. (1993). Cultural Practice hibrydtriploide Watermelon. Pág. 45.

Tiscornia, J. (1976). Hortalizas de Frutos. Buenos Aires. Ed. Albatros. Pág. 119.



Department of Agricultural Resources (2012). Paclobutrazol. Massachusetts Department of Agricultural Protection Resources. Consultada el 25 de agosto 2015. Disponible en: <http://www.mass.gov/eea/docs/agr/pesticides/rightofway/docs/paclobutrazol-review-jan-2012.pdf>.

Rivera, L. (2000). Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía. San Juan, Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico.

Vargas J. (2015). Problemas en Sandía (entrevista). Zacapa, High Q International. S.A.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Principales plagas que afectan el cultivo de la sandía.

	Nombre común	Nombre científico	Control
<b>Follaje</b>	Áfido, Pulgón	<i>Aphis spp, Myzus persicae, Rhopalosiphum</i>	<b>Cultural:</b> eliminar rastrojos y malezas, evitar cultivos escalonados, alta densidad de plantas, rompe vientos, uso de plásticos, rotar cultivos. <b>Biológico:</b> Mariquitas. Parasitoides: <i>Lysiphlebus sp.</i> <b>Químico:</b> Insecticidas sistémicos, aceite agrícola.
	Gusano cogollero, palomilla del maíz cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i> Lepidoptera: noctuidae	<b>Cultural:</b> Buen manejo del agua, destruir malezas, fertilizar terreno. <b>Biológico:</b> Parasitoides larvales: <i>Chelonusp. Corteris sp. Hexanermis sp.</i> <b>Químico:</b> Insecticidas de contacto ingestión.
	Gusano peludo	<i>Estigmene acrea</i> Lepidoptera: Arctiidae	<b>Cultural:</b> Construcción de zanjas, usar cultivos como barreras, control de malezas. <b>Biológico:</b> Tachinidos, hongos: <i>Entomophtora sp.</i> <b>Productos biológicos:</b> <i>Bacillus thuringiensis</i> <b>Químico:</b> Insecticidas de ingestión o contacto.
	Minador	<i>Liriomyza sativae</i> Diptera: Agromyzidae	<b>Cultural:</b> Siembra escalonada, deshierbas, trampas amarillas utilización de plásticos. <b>Biológico:</b> Parasitoides: <i>Neochysocharis siastatae. Opius dissitus.</i> <b>Químico:</b> Productos translaminarios o sistémicos, a base de abamectina.
	Mosca Blanca	<i>Bemisia tabaci</i> Hemiptera: Aleyrodidae	<b>Cultural:</b> Eliminación de hospederos alternos, rotación de cultivos, buena fertilización. <b>Biológico:</b> Avispas: Hymenoptera. Parasitoides: <i>Eretmocers sp.</i> <b>Químico:</b> Jabón y aceite vegetal.

Tortuguilla Crisomélidos,	<i>Diabrotica spp.</i> Coleoptera: Chrysomelidae	<b>Cultural:</b> Preparación de terreno, mantener limpio de malezas, <b>Biológico:</b> Parasitoides: Diptera Tachinidae. Chinchas, hormigas, arañas. <b>Químico:</b> Insecticidas sistémicos de contacto e ingestión a la semilla.
------------------------------	--	--

(VADEAGRO EDIFARM 2ª. Edición ) ( Petoseed 1988)

	Nombre común	Nombre científico	Control
<b>Fruto</b>	Chinche pata de hoja, chinche filiada.	<i>Leptoglossus</i> <i>Zonatus</i> Heteroptera: <i>Aphidae</i>	<b>Cultural:</b> Eliminación de residuos de cosechas anteriores. <b>Biológico:</b> <i>Gryon Pennsylvanicum</i> . <b>Químico:</b> Productos de contacto, cubriendo toda la planta.
	Gusano perforador	<i>Diaphania nitidalis</i> <i>Diphania hyalinata</i> Lepidoptera <i>Pyralidae</i>	<b>Cultural:</b> Eliminar hospederos alternos, cultivo trampa, evitar siembras escalonadas, preparar suelo, rotar cultivos, quemar rastrojo. <b>Biológico:</b> Parasitoides: Braconidae, Chalcididae. Avispas. <b>Químicos:</b> Insecticidas a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> .
<b>Tallo</b>	Cortador, Tierreto, Nochero roquilla	<i>Agrotis spp.</i> Lepidoptera Noctuidae	<b>Cultural:</b> Preparación de terreno, mantener limpio de malezas. <b>Biológico:</b> Parasitoides larvales: Familia Tachinidae, adultos, orden Hymenoptera. <b>Químico:</b> Insecticidas sistémicos de contacto e ingestión.
<b>Raíces</b>	Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i> Coleoptera Scarabaeidae	<b>Cultural:</b> Preparación de suelo, destrucción de malezas, rotación de cultivos. <b>Biológico:</b> <i>Metarrhizium</i> ; nematodos: Tiphidae, soclidae. <b>Químico:</b> Insecticida-nematicida.

Nematodos	<i>Meloidogyne spp.</i>	<b>Cultural:</b> Arado profundo, rotación de cultivos, destrucción de mala hiervas. Injertar en variedades resistentes. <b>Químico:</b> Insecticida-nematicida.
-----------	-------------------------	--

---

(VADEAGRO EDIFARM 2ª. Edición ) ( Petoseed 1988).

## Anexo 2. Principales enfermedades que atacan el cultivo de la Sandía.

	Nombre común	Nombre Científico	Control
<b>Follaje</b> <b>Y</b> <b>Tallos</b>	Gomosis	<i>Didymella bryoniae</i>	<b>Cultural:</b> Semilla libre de patógeno, Incorporación de rastrojos después de la cosecha y rotación de cultivos por dos años. <b>Químico:</b> Clorotanil. Mancozeb y Benomyl.
	Mildiu velloso	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	<b>Cultural:</b> Rotación de cultivos, destruir residuos anteriores. <b>Químico:</b> Fungicidas protectores, cubriendo hasta en envés. (Clorotalonil, Carbamatos) o sistémicos (Metalaxil, Azoxistrobin).
	Mildiu polvoriento	<i>Sphaerotheca fuligineae</i>	<b>Cultural:</b> Utilizar variedades resistentes a oídio, distribuir parcelas de acuerdo al viento. <b>Químico:</b> Fungicidas de contacto a base de azufre o productos o fungicidas a base de cobre.
	Manchas foliares	<i>Alternaria sp.</i>	<b>Cultural:</b> Utilizar variedades tolerantes y rotación de cultivos. <b>Químico:</b> Mancozeb, clorotalonil.
<b>Raíces</b>	Pudrición radicular	<i>Monosporascus cannonvallus</i>	<b>Cultural:</b> Utilización de injertos con patrón de ayote. <b>Químico:</b> Telone, Metam sodio.
	<b>Pudrición radicular</b>	<i>Fusarium sp.</i>	<b>Cultural:</b> Utilizar semillas libres de patógeno. Rotaciones de cultivo. <b>Químico:</b> Metam sodio, Telone.

---

(VADEAGRO EDIFARM 2ª. Edición ) ( Petoseed 1988).

**Anexo 3.** Rendimiento (Kg) del cultivo de sandía por tratamiento y repetición.

	TRATAMIENTOS						
BLOQUES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL
Bloque I	29100	29800	35100	33500	36300	32800	196600
Bloque II	29400	31200	32800	31700	34200	31500	190800
Bloque III	29100	30500	33800	33400	37200	32800	196800
Bloque IV	26900	29600	33000	30700	35600	32800	188600
TOTAL	114500	121100	134700	129300	143300	129900	772800

**Anexo 4.** Distancia (cm) entre nudos por tratamiento y repetición.

	TRATAMIENTOS						
BLOQUES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL
Bloque I	10.8	11	13.1	12.4	13.5	12.2	73.0
Bloque II	10.9	11.5	12.2	11.8	12.7	11.7	70.8
Bloque III	10.8	11.3	12.6	12.4	13.7	12.2	73.0
Bloque IV	10.0	10.9	12.3	11.4	13.3	12	70.1
TOTAL	42.5	44.7	50.2	48.0	53.2	48.3	287

**Anexo 5.** Diámetros (cm) de los tallos por tratamiento y repetición.

	TRATAMIENTOS						
BLOQUES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TOTAL
Bloque I	1.17	1.13	1.42	1.35	1.70	1.32	8.09
Bloque II	1.18	1.19	1.32	1.28	1.42	1.27	7.66
Bloque III	1.17	1.16	1.36	1.35	1.53	1.32	7.89
Bloque IV	0.89	1.12	1.33	1.24	1.48	1.32	7.38
TOTAL	4.41	4.60	5.43	5.22	6.13	5.23	31.0

**Anexo 6.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) por tratamiento y repetición.

BLOQUES	TRATAMIENTOS						TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Bloque I	224	229	270	257	279	252	1511
Bloque II	226	240	252	244	263	242	1467
Bloque III	224	235	260	257	284	252	1512
Bloque IV	207	227	254	236	274	252	1450
TOTAL	881	931	1036	994	1100	998	5940



**Anexo 7.** Revisión de tallos y entre nudos en la planta de sandía con diferentes dosis de Paclobutrazol.



**Anexo 8.** Revisión de frutos de sandía con diferentes dosis de Paclobutrazol.



**Anexo 9.** Medición del área foliar en plantas de sandía con diferentes dosis de Paclobutrazol.

**Anexo 10.** Resumen de costos de producción por hectárea de sandía tipo personal en Zacapa con diferentes dosis de Paclobutrazol.

<b>CONCEPTO</b>	<b>0 mg</b>	<b>24 mg</b>	<b>32 mg</b>	<b>40 mg</b>	<b>48 mg</b>	<b>52 mg</b>
<b>MANO DE OBRA (Q.)</b>						
Profesional	15700	15700	15700	15700	15700	15700
Preparación del terreno	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Marcado y perforado de plástico	350	350	350	350	350	350
Siembra	300	300	300	300	300	300
Fertilización	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Control de plagas	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Control de enfermedades	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Control de malezas	900	900	900	900	900	900
Riegos	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Cosecha	1500	1500	1500	1500	1500	1500
<b>TOTAL (Q.)</b>	<b>26950</b>	<b>26950</b>	<b>26950</b>	<b>26950</b>	<b>26950</b>	<b>26950</b>
<b>INSUMOS (Q.)</b>						
Polietileno y manguera	5200	5200	5200	5200	5200	5200
Cubierta de polipropileno	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Pilones	450	450	450	450	450	450
Fertilizantes	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Fungicidas/bactericidas	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Insecticidas	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Colmenas	500	500	500	500	500	500
Paclobutrazol	0	322.55	323.4	324.25	325.1	325.95
Foliares	800	800	800	800	800	800
<b>TOTAL (Q.)</b>	<b>19050</b>	<b>19372.55</b>	<b>19373.4</b>	<b>19374.25</b>	<b>19375.1</b>	<b>19375.95</b>
<b>COSTOS TOTALES (Q.)</b>	<b>46000</b>	<b>46322.55</b>	<b>46323.4</b>	<b>46324.25</b>	<b>463255.1</b>	<b>463255.95</b>