

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

BICARBONATO DE POTASIO Y DE SODIO EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum
gloesporioides*) EN PAPAYA
TESIS DE GRADO

HÉCTOR JOEL LÓPEZ OCHOA
CARNET 24433-11

COATEPEQUE, JULIO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

BICARBONATO DE POTASIO Y DE SODIO EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloesporioides*) EN PAPAYA
TESIS DE GRADO

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

POR
HÉCTOR JOEL LÓPEZ OCHOA

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

COATEPEQUE, JULIO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. HAIRO AMILCAR CIFUENTES GUZMAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ALVIN ROLANDO OVALLE LYNCH

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

Guatemala, 05 de junio de 2,017

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 HECTOR JOEL LOPEZ OCHOA, carné: 24433-11 titulada: BICARBONATO DE POTASIO Y SODIO EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloesporioides*) EN PAPAYA.

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

Atentamente:


Hairo Amilcar Cifuentes Guzmán
INGENIERO AGRONOMO
COLEGIADO NO. 4814
Hairo Amilcar Cifuentes Guzmán
Colegiado No. 4814
Cod. URL 23237



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06760-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HÉCTOR JOEL LÓPEZ OCHOA, Carnet 24433-11 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06103-2017 de fecha 3 de julio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

BICARBONATO DE POTASIO Y DE SODIO EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS
(Colletotrichum gloesporioides) EN PAPAYA

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 7 días del mes de julio del año 2017.



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, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Hairo Amilcar Cifuentes Guzmán, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Mgtr. Julio Roberto García Morán, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por darme el regalo de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme sabiduría y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por guiar y bendecir mi vida.

Mis Padres: Por creer siempre en mí, por ser mi apoyo incondicional, impulsarme a triunfar en todos los aspectos de mi vida por ser mi motor, por sus sacrificios y enseñanzas de cada día.

Mis Hermanos: Por el apoyo incondicional, por la amistad, la admiración, y compañía en todas las etapas y facetas de mi vida.

Mi Esposa: Por su amor incondicional, por su apoyo y motivación constante de superación.

Mis Primos: Por el apoyo, amor, atención y dedicación brindada en toda mi vida

Mis abuelitos: Por su amor, paciencia y cariño tan especial, por celebrar junto a mí cada uno de mis logros por más pequeños que sean y consolarme en mis derrotas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1 La Papaya (Carica papaya L.)	3
2.1.1 Generalidades de la Papaya variedad Maradol.....	3
2.1.2 Taxonomía de la Papaya.....	4
2.1.3 Morfología	4
2.1.4 Fruto	7
2.1.5 Riego por Aspersión	8
2.2. Requerimientos climáticos y edáficos	8
2.2.1 Temperatura.....	8
2.2.2 Suelo	8
2.2.3 Drenaje.....	9
2.2.4 Viento	9
2.3 Enfermedades de la Papaya	9
2.3.1 La Antracnosis.....	10
2.3.2 Importancia económica:	10
2.3.3 Identificación y reconocimiento de la Antracnosis	10
2.3.4 Etiología	11
2.3.5 Sintomatología	11
2.3.6 Condiciones favorables	13
2.3.7 Estrategias para reducir la infección.....	14
2.4 Bicarbonatos en la agricultura	17
2.4.1 Bicarbonato de Sodio	18
2.4.2 Bicarbonato de Potasio	19
2.4.3 Uso de Bicarbonatos en el control de enfermedades	20
2.4.4 Ventajas	20
2.4.5 Impacto económico esperado	21

2.4.6 Impacto social	21
2.4.7 Impacto ambiental	21
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo	22
IV. OBJETIVOS	24
4.1 Objetivo general	24
4.2 Objetivos específicos	24
V. HIPÓTESIS	25
5.1 Hipótesis alterna.....	25
VI. METODOLOGÍA	26
6.1 Localización del trabajo	26
6.2 Material experimental.....	27
6.3 Factores a estudiar	27
6.4 Descripción de los tratamientos	27
6.5 Diseño experimental	28
6.6 Modelo estadístico	28
6.7 Unidad experimental	28
6.8 Croquis de campo	29
6.9 Manejo del experimento.....	29
6.9.1 Ubicación.....	29
6.9.2 Material experimental	29
6.9.3 Preparación del terreno	30
6.9.4 Establecimiento de barreras vivas.....	30
6.9.5 Marco de Siembra	30
6.9.6 Labores culturales	30
6.9.7 Marcado de parcelas	32
6.9.8 Determinación de la calidad de agua para la aspersión	32
6.9.9 Preparación de los tratamientos	32
6.9.10 Calibración del equipo y aplicación del producto.....	32
6.9.11 Aplicación de tratamientos	33
6.9.12 Lectura o toma de datos.....	33

6.10 Variables de respuesta	33
6.10.1 Daño de <i>Colletotrichum gloesporioides</i>	33
6.10.2 Calidad de frutos de Papaya	35
6.10.3 Producción de papaya	36
6.11 Análisis de la información	36
6.11.1 Análisis estadístico	36
6.11.2 Análisis económico	37
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	38
7.1. Eficacia en el control de <i>Colletotrichum gloesporioides</i>.	38
7.1.1 Porcentaje de Incidencia de <i>C. gloesporioides</i>	38
7.1.2 Porcentaje de severidad de <i>C. gloesporioides</i>	40
7.1. 3 Eficacia de los tratamientos	42
7.2. Calidad de frutos de Papaya	44
7.2.1. Categoría Extra	44
7.2.2. Categoría I	46
7.2.3. Categoría II	47
7.3. Rendimiento kg/ha por categoría	50
7.3.1. Rendimiento en Categoría Extra	50
7.3.2, Rendimiento en Categoría I	51
7.3.3. Rendimiento en Categoría “II”	52
7.3.4. Rendimiento total en kg/ha	54
7.4 Análisis económico	55
VIII. CONCLUSIONES	56
IX. RECOMENDACIONES	57
X. BIBLIOGRAFIAS	58
XI. ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos	27
Cuadro 2. Escala para determinar grado de severidad de antracnosis en frutos de papaya.	34
Cuadro 3. Análisis de varianza para e porcentaje de incidencia de <i>Colletotrichum gloesporioides</i> , en frutos de papaya variedad maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.....	38
Cuadro 4. Prueba de Tunkey para porcentaje de incidencia de <i>Colletotrichum gloesporioides</i> en frutos de papaya, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	39
Cuadro 5. Analisis de varianza para el porcentaje de severidad de <i>Colletotrichum gloesporioides</i> , en frutos de papaya variedad maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.....	40
Cuadro 6. Prueba de Tukey para porcentaje de severidad de <i>Colletotrichum gloesporioides</i> en frutos de papaya, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.	41
Cuadro 7. Porcentaje de incidencia y eficacia de <i>Colletotrichum gloesporioides</i> , en frutos de papaya variedad maradol en la producción comercial, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.	43
Cuadro 8. Análisis de varianza para frutos categoría extra de Papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.	44
Cuadro 9. Prueba de Tukey para frutos Categoría Extra de papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	45
Cuadro 10. Análisis de varianza para frutos de papaya variedad maradol categoría I, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	46

Cuadro 11. Análisis de varianza para frutos de papaya variedad maradol, categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	48
Cuadro 12. Prueba de Tukey para frutos de papaya variedad maradol, Categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	48
Cuadro 13. Clasificación de los frutos de papaya var. Maradol, en porcentaje para cada tratamiento, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	49
Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría extra, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	50
Cuadro 15. Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos de papaya var. maradol Categoría Extra, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos	51
Cuadro 16. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría I, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.	51
Cuadro 17. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.	52
Cuadro 18. Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol Categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.....	53
Cuadro 19. Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol de acuerdo a su clasificación para cada uno de los tratamientos. En 2 cortes	53
Cuadro 20. Analisis de varianza para el rendimiento total de frutos de papaya var. Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca San Marcos.	54
Cuadro 21. Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol de acuerdo a su clasificación para cada uno de los tratamientos, cosecha completa.	54
Cuadro 22: Análisis económico por cada tratamiento en frutos de papaya var. Maradol, cosecha completa..	55

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Escala pictográfica para determinar grados de severidad de antracnosis en frutos de papaya (tomada de Nutter et al., 1993).	34
Figura 2. Porcentaje de incidencia de <i>C. gloesporioides</i> en frutos de papaya en la producción en cada uno de los tratamientos.	40
Figura 3. Porcentaje de severidad de <i>C. gloesporioides</i> en frutos de papaya var. Maradol en cada uno de los tratamientos.	42
Figura 4. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para el control de <i>C. gloesporioides</i> en frutos de papaya var. Maradol	43
Figura 5. Porcentaje de frutos Categoría Extra en cada tratamiento.	45
Figura 6. Porcentaje de frutos Categoría I en cada tratamiento.	47
Figura 7. Porcentaje de frutos Categoría II en cada tratamiento	49

**BICARBONATO DE POTASIO Y SODIO EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS
(*Colletotrichum gloesporioides*) EN PAPAYA VARIEDAD MARADOL, LA BLANCA,
SAN MARCOS**

RESUMEN

La investigación se hizo en La colonia el Paraíso, municipio de La Blanca, departamento, San Marcos. El objetivo fue determinar el efecto del Bicarbonato de Potasio y Sodio en el control de antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) en papaya variedad maradol. Se utilizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos: Testigo absoluto agua sin H_2CO_3 , Bicarbonato de Potasio 1%, Bicarbonato de Potasio 2%, Bicarbonato de Potasio 3%, Bicarbonato de Sodio 1%, Bicarbonato de Sodio 2% y Bicarbonato de Sodio 3%, con tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo un área de 80 m², sembrando 20 plantas por parcela. Según los resultados en la variable daño ocasionado por *C. gloesporioides* en frutos de papaya indican que existe diferencia significativa entre los siete tratamientos evaluados, siendo el Bicarbonato de potasio 3% el que posee menor daño, por ende una mayor eficacia. Respecto a la variable calidad de frutos el mismo tratamiento fue el que mejor frutos categoría extra mostró. Así también se analizó la variable rendimiento kh/ha, no mostró diferencia estadística, aunque el tratamiento de Bicarbonato de potasio 3% obtuvo mayor rendimiento con 49,715.86 kg/ha. Los datos obtenidos en el análisis económico indican que el Bicarbonato de potasio 3% por el alto rendimiento en frutos categoría extra superó a los demás tratamientos, con una relación B/C de Q 1.81.

**POTASSIUM AND SODIUM BICARBONATE IN THE ANTHRACNOSIS
(*Colletotrichum gloesporioides*) CONTROL IN MARADOL PAPAYA VARIETY; LA
BLANCA, SAN MARCOS**

SUMMARY

The research was done in El Paraíso colony, La Blanca township, San Marcos. The objective was to determine the effect of Potassium and Sodium Bicarbonate in the anthracnose (*Colletotrichum gloesporioides*) control in maradol papaya variety. A randomized block design with seven treatments was used: Absolute control water without H₂CO₃, 1% Potassium Bicarbonate, 2% Potassium Bicarbonate, 3% Potassium Bicarbonate, 1% Sodium Bicarbonate, 2% Sodium Bicarbonate and 3%, Sodium Bicarbonate with three replicates. Each experimental unit had an area of 80 m², planting 20 plants per plot. According to the results in the damage caused variable by *C. gloesporioides* in papaya fruits there is a significant difference between the seven treatments evaluated, with 3% potassium bicarbonate having the least damage, thus a greater efficiency. Regarding the fruit quality variable, the same treatment was the best fruit extra category showed. The yield variable kg/ha was also analyzed, showing no statistical difference, although the 3% potassium bicarbonate treatment obtained a higher yield with 49,715.86 kg/ha. The data obtained in the economic analysis indicate that the 3% potassium bicarbonate for the high yield in extra category fruits exceeded the other treatments, with a B/C ratio of 1.81.

I. INTRODUCCION

En Guatemala, la producción de frutas como medio de subsistencia del sector campesino contribuye en forma importante en la seguridad alimentaria y la mejora de la situación nutricional de la población de las zonas rurales (Piñero, 2004).

En el 2004 la producción de papaya alcanzaba 3,000 toneladas métricas. A pesar de que la mayor parte de la producción se consume localmente, existe un porcentaje cada vez mayor que se somete a estrictos controles y normas de calidad para garantizar su inocuidad y así poder exportarlo a países desarrollados como Estados Unidos, además de cuidar la salud de los consumidores locales (Piñero, 2004).

El cultivo de la papaya (*Carica papaya* L) ha experimentado un crecimiento en todo el mundo en los últimos años debido a la demanda de los consumidores por sus propiedades nutritivas, medicinales y sabor, además a nivel de agricultores es un cultivo que ofrece ingresos a partir de los 6 meses de trasplantado, lo que lo vuelve uno de los frutales más precoces, a esto hay que agregarle que los proyectos de inversión social ven en esta planta una buena alternativa de alimento, opciones de diversificación de fincas, fuente de empleo y alta rentabilidad (Zepeda, 2006).

La mayor limitante del cultivo de papaya lo constituye la enfermedad Virus de la mancha anular (Papaya ringspot potyvirus, PRSV); sin embargo, la Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) constituye la mayor limitante para el mercadeo de la fruta, debido a que el patógeno demerita la calidad de la misma haciéndole perder todo valor comercial. El manejo de la antracnosis ha sido con productos químicos aplicados durante la floración y desarrollo de frutos, lo que no ha sido suficiente para evitar altos daños en pos cosecha (MAGA, 1999).

Actualmente el manejo de la enfermedad en Papaya se fundamenta en la aspersión programada de fungicidas durante la fase productiva, iniciando en floración cuando las

flores tienen varios centímetros de largo, pero antes de la apertura floral, hasta que los frutos estén pintones; de esta forma se hacen entre 8 y 12 aspersiones (Zepeda, 2006).

Esta ha sido la tecnología que han adoptado la mayoría de productores, inversionistas y medianos; se emplean productos tales como oxiclورو de cobre, Captan, Benomyl, Orthocide, Carbendazin, Prochloraz y Clorotalonil. El caldo bordelés también ha sido utilizado para el control de Antracnosis, preparado en proporción de cuatro kilogramos de sulfato de cobre, cuatro de cal. viva y 100 galones de agua (Zepeda, 2006).

El manejo de la antracnosis requiere que se integren una serie de medidas preventivas y terapéuticas, con miras a reducir el potencial de inóculo o reprimir la infección cuando ésta se ha iniciado. Teniendo en cuenta el alto costo generado por el manejo químico de Antracnosis, a través de investigaciones se han generado alternativas de manejo o medidas complementarias que contribuyen a minimizar el problema y reducir los costos por concepto de controles químicos. Dentro de estas alternativas se plantea el uso de sales inorgánicas como el Bicarbonato de Sodio y Bicarbonato de Potasio que tiene acción contra algunas enfermedades de los vegetales ya que estas influyen directamente en la nutrición de las plantas, estos compuestos debido a ser "biocompatibles" y tener una baja toxicidad en mamíferos y al ambiente, pueden ser una alternativa ecológica para reducir o suprimir la acción de *Colletotrichum gloesporioides* en cultivo de Papaya.

II. MARCO TEORICO

2.1 La Papaya (*Carica papaya* L.)

2.1.1 Generalidades de la Papaya variedad Maradol

La Papaya (*Carica papaya* L.), su origen se ubica en las tierras bajas de la América tropical, específicamente en Mesoamérica o la región que incluye el sureste de México hasta Costa Rica; fue descrita por primera vez en el año 1,526 por el historiador Fernández de Oviedo y en su descripción mencionó que los colonizadores españoles le llamaban “higos de mastuerzo” y “papaya de los pájaros”. A través del intercambio natural entre los primeros pobladores de América y el Caribe, la fruta logró diseminarse por muchas regiones de esas áreas. También se ha observado una gran concentración de especies de *Carica* en la región oriental de los andes, comprendida entre Brasil, Bolivia, Colombia y Venezuela (Jiménez, 2002).

Según el Manual del Cultivo de Papaya (MAGA, 1999) la Papaya (*Carica papaya* L.) es una planta arbustiva cuyo tallo es hueco, alcanza alturas de 6 a 8 metros, rara vez ramifica, es una especie polígama y presenta flores hembras, machos y hermafroditas. Pertenece a la familia Caricácea y al género *Carica*, el cual agrupa 21 especies destacando *Carica papaya* como el de mayor importancia económica. Es una especie Angiosperma perteneciente a las dicotiledóneas.

Crece en condiciones cálidas con abundante lluvia o riego, en un rango de altitud desde el nivel del mar hasta 1600 m. Los frutos de la papaya tienen gran aceptación en los mercados nacionales e internacionales (Reyes, 2003).

Esta fruta es una especie polígama que presenta tres tipos sexuales: plantas estaminadas o masculinas, pistiladas o femeninas y bisexuales o hermafroditas (Malo y Campbell, 1994).

Las variedades de *Carica papaya* L. poseen 18 cromosomas ($n = 9$); pero existen unas con 36, lo que indica que hay variedades tetraploides ($4n = 36$) (Olmos, 1995).

2.1.2 Taxonomía de la Papaya

Reino : Plantae
División: Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden: Brassicales
Familia: Caricaceae
Género: *Carica*
Especie: *Carica papaya* L.
Variedad: Maradol.
(Jiménez 2002).

Es un árbol de porte mediano, cuya altura promedio es de 2.15 m, pudiendo llegar hasta 2.30 m, en función de la agro técnica y su edad. Su diámetro alcanza 12.5 cm a los 13 meses de edad, de igual forma puede aumentar por los mismos factores antes mencionados.

Es una planta precoz, que puede iniciar la producción a los 7 meses de edad y estabilizar la cosecha a los 8 meses de plantada en el campo (Nodals, 1967).

La variedad Maradol se obtuvo en Cuba tras largos años de mejoramiento por el fitomejorador autodidacta, Adolfo Rodríguez Rivera y su esposa María Luisa Nodals Ochoa, durante el período 1938 – 1956. El nombre de la variedad surge al unir parte de los nombres de sus creadores, Mar, de María y adul, de Adolfo.

2.1.3 Morfología

Es un árbol de porte mediano, cuya altura promedio es de 2.15 m, pudiendo llegar hasta 2.30 m, en función de la agro técnica y su edad. Su diámetro alcanza 12.5 cm a los 13 meses de edad, de igual forma puede aumentar por los mismos factores antes mencionados.

Es una planta precoz, que puede iniciar la producción a los 7 meses de edad y estabilizar la cosecha a los 8 meses de plantada en el campo (Nodals, 1967).

a. Raíz

Presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse hasta un metro de profundidad. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cms y la mayor concentración de raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 cm (Jiménez, 2002).

b. Tallo

El papayo es considerado como una planta arbustiva cuyo tallo es hueco, con excepción de los nudos, puede llegar a tener una altura de 8 a 10 metros en 3 ciclos agrícolas y desarrollar un diámetro de 10 a 30 cm. El desarrollo del tallo es de un solo eje, sin embargo en cada nudo existe una yema que se puede convertir en rama (Jiménez, 2002).

b. Hoja

Las hojas del papayo crecen en forma simple, alternas y son palmeadas. El limbo mide entre 25 a 75 cms y puede tener de 7 a 10 lóbulos, el pecíolo es largo alcanzando hasta 125 centímetros de longitud y su color puede variar entre verde y morado según la variedad. La planta de papayo produce un promedio semanal de 2 hojas, desarrollándose en el año unas 100. Una planta adulta, normal en su desarrollo, posee alrededor de 30 hojas funcionales, y se considera que el mínimo de hojas con las cuales se puede desarrollar bien una planta es de 15 (Jiménez, 2002).

c. Flor

Según Nodals (1967), las flores aparecen en las axilas de las hojas y son cimosas modificadas, su estructura permite la fácil polinización por el viento y los insectos. El

árbol de la papaya puede presentar tres tipos de flores: masculinas, femeninas y hermafroditas.

La sexualidad se encuentra entre los parámetros siguientes: 66% de plantas hermafroditas, 33% de Femeninas y 1% de otras formas florales, si partimos de una semilla de calidad genética. Con el comportamiento floral antes mencionado se logran plantas con frutos alargados el 66% y de frutos redondos el 33%.

d. Flor masculina

Se compone de un tubo largo, el que abre 2/3 partes de su longitud formando cinco pétalos, en cuyo alrededor se encuentran diez estambres. El pistilo es muy delgado, carente de estigma, las flores se forman en ramilletes que crecen en pedúnculos largos que nacen en las axilas de las hojas y muy rara vez se forman frutos.

e. Flor femenina

Es de forma globosa, tiene los pétalos libres y el estigma es en forma de abanico. Hay ausencia de estambres, por lo tanto necesita de las flores masculinas o hermafroditas para fecundarse. Los frutos aquí formados son redondos o globosos.

f. Flor hermafrodita

Según Nodals (1967), comprende tres tipos principales:

g. Flor pentadria

El ovario es globoso y con cinco lóbulos o surcos; tiene cinco estambres que descansan sobre los surcos del ovario. Los frutos que se forman son redondeados.

h. Flor elongada

En este tipo de flor los pétalos van unidos hasta más de una tercera parte de su longitud, formando una corola gamopétala con cinco lóbulos libres del pistilo, excepto en la base.

En la garganta del tubo de la corola están los estambres en número de diez. De este tipo de flor se obtienen frutos alargados

i. Flor Intermedia o Irregular

Es un tipo intermedio entre la pentandria y la elongada. Sus pétalos están unidos en una tercera parte de su longitud, a veces la sobrepasa, lo que hace que el tubo de la corola varíe de tamaño.

El número de estambres varía de cinco a diez, colocados irregularmente en el tubo de la corola. Los filamentos de los estambres se funden con la pared del ovario y causan deformaciones del fruto al crecer al tiempo con él, produce frutos alargados y deformes.

2.1.4 Fruto

Es esférico, periforme, ovalado y/o alargado. Está compuesto por cinco carpelos, los cuales se unen para formar su cavidad. La fruta con menos de cinco carpelos, en la hembra, tiende a ser alargada. Su peso varía de 1500 a 2500 g, su color rojo salmón intenso y es muy palatable. De maduración lenta, pulpa suave y gran consistencia. Piel lisa, gruesa y resistente, presentando larga vida de anaquel.

La Maradol, produce frutos cilíndricos (alargados) y redondos, de color rojo salmón en su interior al madurar y de color naranja brillante en su exterior cuando alcanza la madurez fisiológica. El largo oscila entre los 22 cm y 27 cm y su diámetro está entre los 9 cm y 13 cm. La cavidad (diámetro) mide entre los 3 cm y 4.5 cm. El Brix promedio es de 12 (Nodals, 1967).

2.1.5 Riego por Aspersión

Este es un sistema de riego que distribuye el agua en forma de lluvia sobre el terreno. El agua es conducida por medio de tuberías gracias a la presión que genera un equipo de bombeo, que hace que el agua se aplicado por medio del aspersor forma de lluvia artificial. Este aspersor puede ser colocado sobre el follaje o cerca de la base del tallo de la planta.

Este sistema se puede utilizar en suelos con textura gruesa, por su elevado grado de filtración, en donde se requieren surcos cortos. También se puede utilizar en suelos profundos, en donde es difícil nivelar el terreno. Este sistema de riego queda restringido a suelos de textura muy fina, en los cuales la filtración es muy baja y que, junto con los vientos frecuentes de alta velocidad, hacen que el costo de equipo sea mayor y las pérdidas por evaporación sean mayores. En caso de suelos salinos debe hacerse un estudio exhaustivo previo con el fin de detectar la presencia de capas salinas que restringen el movimiento vertical del agua haciendo difícil o imposible el lavado de sales. (VIFINEX, OIRSA 2002)

2.2. Requerimientos climáticos y edáficos

2.2.1 Temperatura

En términos generales, y para propósitos comerciales, la papaya crece bien en climas tropicales y en particular en las isotermas de 25 °C. Las temperaturas bajas inhiben su crecimiento y temperaturas altas, le provocan abscisión floral y bajas en la producción. Los cultivos requieren humedad en precipitaciones de 1,500 mm a 2,500 mm anuales, así como riegos suplementarios, indispensables para una buena producción. La combinación ideal sería de seis a ocho meses de lluvia y el resto con riego suplementario (Jiménez, 2002).

2.2.2 Suelo

Tipo ideal de éste es el que tiene un alto contenido de materia orgánica, del tipo franco limoso, preferiblemente de origen aluvial, profundo y suelto con un pH no inferior a 6. Deben evitarse los suelos ácidos, erosionados y con alto contenido de hierro y aluminio,

aunque pueden ser aprovechados con buenas prácticas de corrección de pH y programas de nutrición (Jiménez, 2002).

2.2.3 Drenaje

Otro factor fundamental que tiene una enorme incidencia en la salud del sistema radical de la plantación y en los buenos resultados, es la evacuación eficiente del exceso de humedad o la reducción del nivel freático por medio de un excelente sistema de drenaje, especialmente si la precipitación anual está por encima de los 2,000 mm. La práctica de usar lomillos para realizar la siembra ayuda enormemente a evitar el estancamiento de agua. La producción y la calidad disminuyen en elevaciones altas; o sea, por encima de los 1,000 m.s.n.m., pues la fruta se vuelve insípida y deforme (Jiménez, 2002).

2.2.4 Viento

Si la planta tiene desarrollado un buen sistema radicular y bien profundo, puede soportar vientos de 80 kilómetros por hora, pero en general se recomienda sembrar donde predominan los vientos bajos y suaves (Jiménez, 2002).

2.3 Enfermedades de la Papaya

Las enfermedades constituyen la principal limitante en la producción de papaya (*C. papaya*). Por ejemplo, un ataque de virus puede lograr que el ciclo de una plantación se reduzca a un año cuando potencialmente puede llegar hasta tres, además de inhabilitar el área para cultivarla nuevamente con papaya (Pernezny y Linz s.f).

La planta puede ser atacada tanto por bacterias, hongos, virus, viroides, fitoplasmas como por plagas de artrópodos (insectos y ácaros), moluscos, nemátodos e inclusive algas. También son de importancia ciertas deficiencias y problemas fisiológicos (Nishijima 1999).

Se reportan 148 especies de hongos y oomicetos que ocasionan alrededor de 50 síntomas de enfermedades diferentes, 8 enfermedades por bacterias, 3 por fitoplasmas, 8 por virus (Farr, 1989, Nishijima 1999, Crop Knowledge Master 2005, CABI 2006) .En cuanto a plagas se tienen reportados 80 géneros de artrópodos, 6 géneros de nemátodos, 1 género de moluscos y 1 género de algas (Nishijima 1999, CABI 2006).

2.3.1 La Antracnosis

Es una enfermedad producida por hongos que causa la desintegración de los tejidos. Se observan manchas negras y hundidas en forma de úlcera que aparecen sobre hojas, tallos, flores y frutos. Pueden aparecer rayas de color marrón oscuro en la punta de las hojas. Prosperan en ambientes cálidos y húmedos. Al dificultar la fotosíntesis las hojas se tornan amarillas y rugosas hasta su destrucción total (OIRSA 2003).

Es la enfermedad más importante en el cultivo de la papaya y de las plantas de zonas calurosas y húmedas. Ataca flores, frutos y ramas. Es causada por el hongo *Colletotrichum* o *Gloeosporium* (OIRSA 2003).

2.3.2 Importancia económica:

La antracnosis es la enfermedad de la papaya de mayor importancia económica a nivel mundial. Se puede decir que este es el problema de hongos patógenos más crítico que afecta la producción. En algunos países la antracnosis es endémica en las zonas productoras de papaya ubicadas en clima caluroso y templado, donde ocasiona pérdidas en rendimientos que oscilan entre 38 y 95% (OIRSA 2003).

2.3.3 Identificación y reconocimiento de la Antracnosis

La Antracnosis es la enfermedad fungosa principal y más común en las regiones donde se cultivan Papaya. Su efecto es limitante en la producción, debido a que ocasiona gran pérdida de frutos en campo, al momento de la cosecha y en poscosecha (almacenamiento y transporte) (CORPOICA, 2014).

Estudios adelantados por CORPOICA (2014), indican que esta enfermedad causa 25% y entre 40 y 50% de pérdidas en cosecha en papaya.

2.3.4 Etiología

La Antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., que en su forma sexual corresponde a *Glomerella cingulata* (Ston) Spauld & Scherenk. El hongo *C. gloeosporioides* pertenece a la superdivisión *Deuteromycotera*, clase-forma *Coelomycete*, orden *Melanconiales* y familia *Melanconiaceae* (Albornett y Sanabria, 1994).

Se caracteriza porque presenta las conidias hialinas, unicelulares, ovoides u oblongas, ubicadas en una estructura llamada acérvulo. Estos cuerpos son en forma de disco. Cerosos, subepidermales y típicamente oscuros. Además de los conidióforos y conidias, presentan setas en el borde del acérvulo y entre los conidióforos.

2.3.5 Sintomatología

En Papaya, el hongo afecta cualquier órgano de la planta; no obstante el daño es mayor cuando infecta flores y frutos. Sobre las flores causa lesiones oscuras irregulares y caída de las mismas (Albornett y Sanabria, 1994).

En frutos inmaduros generalmente el hongo permanece latente, y sólo cuando el fruto inicia o llega a la madurez de cosecha evidencia síntomas de la enfermedad. La enfermedad afecta el fruto tanto en el campo como en poscosecha, produciendo manchas acuosas, hundidas y de color marrón oscuro en la superficie, afectando la calidad externa e interna del producto y con ello su valor comercial. Cuando la afección es severa se puede observar daño en el mesocarpio como una continuación del daño inicial en el epicarpio (Albornett y Sanabria, 1994).

También en papaya pueden presentarse lesiones en hojas y pecíolos, en especial maduros, en forma de manchas necróticas. Sobre las manchas hundidas y lesiones en

los pecíolos se observan pequeñas estructuras de coloración oscura que corresponden a los acérvulos. En mango, el patógeno afecta hojas, ramitas, inflorescencias y frutos, ocasionando sobre este último severos daños que demeritan su calidad, lo que repercute en la pérdida de valor comercial y disminución de los rendimientos por unidad de superficie. En las hojas viejas se presentan manchas pardo oscuras o marrón con halo amarillo; las hojas jóvenes muestran manchas pequeñas de coloración oscura y de forma irregular que aparecen del ápice y los bordes hacia el centro de la lámina foliar y que pueden unirse para formar áreas necróticas más extensas que provocan su caída o impiden el desarrollo de la fotosíntesis, también es notoria la presencia de puntos necróticos en las nervaduras y encurvamiento y necrosis de los ápices (Albornett y Sanabria, 1994).

Los síntomas se manifiestan en las hojas nuevas bajo la forma de manchas necróticas ya medida que la enfermedad avanza las plantas infectadas se desfolian, se van secando desde la punta hacia la base y adquieren un color oscuro.

Sobre las flores aparecen manchas o lesiones alargadas de coloración oscura (marrón oscuro), que ocasionan la caída de las flores y frutos recién cuajados. Los frutos cuajados (estado de "alfiler") al ser infectados toman una coloración oscura y se momifican con la posterior caída; en frutos inmaduros la enfermedad se expresa por medio de manchas de color pardo claro y de aspecto aceitoso, presentándose el mayor número de ellas en la zona cercana al punto de unión con el pedúnculo; generalmente estas manchas no se agrandan debido a que el patógeno se encuentra en estado latente (Albornett y Sanabria, 1994).

En frutos maduros los síntomas son fácilmente distinguibles, apreciándose manchas de color marrón oscuro, ligeramente hundidas en la superficie y acompañadas de cierta emisión de goma; en ocasiones aparece sobre la epidermis del fruto un chorreado oscuro debido a la acción de las esporas del hongo al ser arrastradas por el agua. Por efectos de las toxinas del hongo, la pulpa se deteriora (pudrición) presentando áreas negruzcas que en sus inicios son blandas, pero que después se endurecen; finalmente

los frutos se pudren totalmente y se desprenden de la planta con facilidad (Albornett y Sanabria, 1994).

2.3.6 Condiciones favorables

El hongo *Colletotrichum gloeosporioides* se disemina a través de la película de agua originada por el rocío y lluvias poco intensas pero frecuentes; cuando las conidias atacan las flores impiden la formación de los frutos. La infección durante los períodos húmedos está relacionada con la temperatura y duración del período húmedo (Daborío, Sáez y Arauz, s. f).

Estudios de laboratorio permitieron conocer que la germinación de las esporas es mayor con temperatura de 15°C y humedad relativa por debajo de 95%; el apresorio o estructura de penetración del hongo se forma 18 horas después bajo estas condiciones. La penetración del apresorio en el tejido vegetal es más eficiente con temperaturas de 25°C, observándose lesiones a los 5 días. El patógeno penetra directamente o a través de heridas causadas principalmente por insectos. El hongo es favorecido por elevada humedad relativa (más de 82%), alta precipitación y temperaturas oscilantes entre 22 y 32 °C. (Daborío *et al.* s. f).

En el campo está establecido que la temperatura óptima para la germinación de las esporas del hongo oscila entre 22 y 32°C con óptima de 25°C; las esporas presentes en las ramillas o en el suelo son viables después de dos años, en las ramas superiores después de 19 meses y en las hojas caídas en el suelo después de 14 meses. Las condiciones de alta humedad (más de 82%), lluvias frecuentes y la prevalencia del rocío y nubosidad durante los períodos críticos favorecen el desarrollo de la enfermedad e intensidad de los ataques (Daborío *et al.* s. f).

En condiciones, donde la temperatura es alta casi todo el año, la humedad relativa y las precipitaciones son los factores más influyentes sobre el proceso infectivo por *C. gloeosporioides* (Daborío *et al.* s. f).

El pH óptimo de crecimiento del hongo es de 5.5 a 7 (Drori et al., 2003; Prusky et al., 2001; Villanueva–Arce et al., 2004).

2.3.7 Estrategias para reducir la infección

a. Deshoje sanitario

El uso de prácticas culturales es el método más práctico para el manejo de enfermedades; además, en la mayoría de los casos es económico y sostenible. En papaya, la poca aplicabilidad de otras medidas de control de enfermedades, como resistencia genética, uso de productos químicos, y los pocos resultados satisfactorios con biotecnología e ingeniería genética, abren un espacio para que las prácticas culturales se conviertan en herramientas de primera mano para el control fitosanitario. Como el nombre lo indica, el deshoje consiste en quitar las hojas de la planta. Pero no se trata de eliminar cualquier hoja, sino excluir aquellas que pueden estar jugando un papel dentro del proceso infectivo por antracnosis. Está comprobado que las hojas amarillas atraen algunas especies de insectos, como áfidos, moscas blancas y chinches. Los chinches en sus extremidades transportan esporas de hongos, entre ellos el causante de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), además causan laceraciones y heridas flores y frutos, facilitando la entrada del patógeno (Zepeda 2006).

Por otro lado, los pecíolos de las hojas maduras y secas se constituyen en un reservorio importante de estructuras infectivas del hongo en mención (micelio, conidias y cuerpos fructíferos). Desde los pecíolos, el hongo llega fácilmente a las flores y frutos en cualquier estado de desarrollo, generándose infecciones que tumban las flores y frutos recién formados o que permanecen latentes en los frutos en desarrollo.

En trabajos hechos por CORPOICA (2014), se encontró que el deshoje sanitario junto con el raleo de frutos, en papaya tipo solo, controló el problema de Antracnosis de manera similar que cuando se hacen aplicaciones mensuales de fungicidas desde la etapa de floración. Con esta práctica, complementada con el lavado de frutos en poscosecha y almacenamiento a 17°C, los niveles de antracnosis fueron de 10% de

severidad del daño, comparados con una severidad mayor de 50% en condiciones normales de manejo del producto (Zepeda 2006).

Recientemente, se ha comprobado en fincas de productores que con la labor de deshoje se reducen los daños de frutos en poscosecha, al pasar de 50% a 15% de pérdidas de frutos por Antracnosis.

En conclusión, se debe semanalmente hacer un recorrido en los huertos para desprender las hojas completas amarillas y secas, especialmente en tipos de papaya como la Zapote donde las hojas no se desprenden naturalmente con facilidad. Otro aspecto a considerar es que al sacar del lote las hojas eliminadas (remoción de residuos vegetales) el daño por Antracnosis en frutos en poscosecha se reduce en 50% en comparación con aquellos cultivos donde no se deshoja y en 20% donde sólo se deshoja. Esto indica que necesariamente hay que retirar la fuente de inóculo de la enfermedad del área de cultivo (Zepeda 2006).

b. Raleo de frutos

En ocasiones en un mismo sitio (axila de las hojas en papaya tipo solo o panículas en mango) coinciden varios frutos generando condiciones in-situ de alta humedad o permanencia larga de película de agua en los órganos, lo cual favorece la germinación y penetración de las conidias de *C. gloeosporioides*. El raleo de frutos es una práctica consistente en entresacar frutos para favorecer el normal desarrollo y asegurar la sanidad y calidad de los que quedan en la planta, de tal forma que lo que se busca es evitar la acumulación de humedad entre los frutos y así reducir las condiciones favorables para el desarrollo de la antracnosis (Zepeda 2006).

Adicionalmente, con esta práctica se logra mayor eficiencia en el uso de la radiación solar con lo cual, además de disminuir el ambiente húmedo, se favorece la maduración uniforme y el mejoramiento de la coloración externa y las propiedades organolépticas de los frutos. Con el raleo de frutos se reduce el manchado de los frutos por el permanente contacto entre unos y otros (Zepeda 2006).

c. Aplicación de fungicidas

El manejo actual, tradicional y tecnificado, se basa en la aplicación de fungicidas, principalmente en floración y durante el desarrollo de los frutos hasta inicios de cosecha. En papaya el número de aplicaciones es proporcional a la intensidad del período lluvioso, pudiendo hacer de 14 a 16 aspersiones por ciclo (Zepeda 2006).

A pesar de lo anterior, los niveles de control no son satisfactorios, evidenciándose daños significativos en cosecha y durante la etapa de poscosecha.

El manejo químico resulta costoso, por el valor de los productos, de las aplicaciones y de los equipos o implementos necesarios para su aspersión. Por otro lado, las aplicaciones repetitivas generan un impacto negativo al agroecosistema y son causas de acumulación de trazas de ingredientes químicos en los frutos, poniendo en riesgo la salud del consumidor; este aspecto es en la actualidad un elemento que obstaculiza la comercialización de productos de consumo directo, como las frutas, hacia mercados internacionales y nacionales (Zepeda 2006).

Producto	Costo del producto/Ha.	Rentabilidad del producto/ Ha
Oxicloruro de Cobre	Q 5,125.00	114%
Manzocozeb	Q 7,225.00	159%
Prochloraz	Q 12,122.00	198%
Carbendazim	Q 15,550.00	225%
Clorotalonil	Q 18,675.00	315%
Benomil	Q 18,850.00	322%

No obstante, el manejo químico constituye una herramienta importante del manejo integrado de la Antracnosis. Para ello es importante considerar que existen épocas o estados fenológicos en los cuales el patógeno no es controlado por otros métodos y en ese caso los fungicidas son oportunos, y se requiere implementar la rotación de fungicidas para evitar el desarrollo de resistencia por parte del patógeno (Zepeda 2006).

En papaya, la etapa inicial de floración coincidente con época lluviosa es la más susceptible al hongo; un ataque severo provoca la caída de las estructuras reproductivas y frutos cuajados, afectándose la cosecha inicial y principal. En ese momento la labor de deshoje se complementaría con la aplicación de un fungicida sistémico eficaz para este tipo de patógeno y aspersiones después de dos semanas con productos protectantes cada 7 a 10 días si persisten las lluvias. Una vez los primeros frutos alcanzan las seis semanas de desarrollo se deben suspender las aplicaciones de cualquier fungicida (Zepeda 2006).

Actualmente para manejo de Antracnosis se recomienda dentro de los fungicidas protectantes Mancozeb u oxiclورو de cobre, y dentro de los sistémicos Prochloraz, Carbendazim, Clorotalonil o Benomil; hay que considerar que en algunos países el Benomil está siendo cuestionado porque el hongo ha desarrollado resistencia hacia él. Definir claramente las épocas en las cuales la aplicación de fungicidas es una medida eficaz, dentro del manejo integrado de la enfermedad, permite disminuir el número de aspersiones con el consecuente beneficio desde el punto de vista económico, ecológico y salud pública (Zepeda 2006).

2.4 Bicarbonatos en la agricultura

Los bicarbonatos son una sal derivada del ácido carbónico (H_2CO_3), que contienen el anión HCO_3 , una de sus funciones principales del bicarbonato es transportar el CO_2 (Salazar, 2015).

Se señalan que las propiedades anti fúngicas de los bicarbonatos se obtienen cuando se aplican al follaje de plantas a dosis que fluctúan entre 5 y 10 g L⁻¹. Asimismo, estudios de (Ilhan *et al.*, 2006; Karabulut *et al.*, 2006; Hasan *et al.*, 2012), demuestran que los bicarbonatos actúan contra los hongos, al inhibir la germinación de esporas y la formación del tubo germinativo, aspecto que concuerda con (Yildirim *et al.*, 2002; Hasan *et al.*, 2012), al indicar que disminuyen su capacidad en la formación de esporas (Ilhan *et al.* 2006) y Deliopoulos *et al.* (2010),

Además, varios autores (Depasquale y Montville, 1990; Ziv y Zitter, 1992, Olivier *et al.*, 1999; Davide *et al.*, 2004; Avis, 2007; Hasan *et al.*, 2012) también han descubierto otros mecanismos implicados en la propiedad anti fúngica de los bicarbonatos, los cuales incluyen incremento del pH en la superficie de la hoja, colapso de las células del hongo debido al desequilibrio del ion potasio, y la deshidratación de la pared celular de las esporas del hongo, condiciones que demuestran la efectividad de la fitomineraloterapia.

Se reportan que con la fitomineraloterapia, además de obtener eficacia en el control de agentes fitopatógenos, se disminuye el uso de fungicidas químicos, se reduce la generación de poblaciones de organismos con resistencia y el riesgo asociado al uso de fungicidas para las personas, los animales y al ambiente (Deliopoulos *et al.* (2010).

2.4.1 Bicarbonato de Sodio

El más importante es el denominado bicarbonato de sodio (NaHCO_3) por su baja solubilidad y sus interesantes propiedades siendo por ejemplo parte esencial de muchas formulaciones de antiácidos estomacales. El mismo compuesto también se utiliza en los extintores de polvo. Además, por el hecho que los bicarbonatos en contacto con ácidos liberan dióxido de carbono se utilizan en levaduras químicas y en las formulaciones de tabletas o polvos efervescentes. Comúnmente usado con propósitos de horneado y limpieza, se ha demostrado que tiene propiedades anti fúngicas (Salazar, 2015).

Se determinaron los efectos de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en la patogenicidad de *Colletotrichum musae* y su potencial para el control de enfermedades de pos cosecha de bananos. La adición de NaHCO_3 redujo el crecimiento micelial, la producción de esporas, germinación de esporas y apresorios producción de *C. musae*, in vitro mediante el aumento de pH (de 6.9 a 8.7) del medio de cultivo (caldo PD). El pH de 8.5 a 9, creado por NaHCO_3 100 inhibió completamente la producción de esporas (De Costa 2012).

Con respecto al Bicarbonato, algunos investigadores señalan que su acción se debe a la inhibición de la expresión y secreción de las poligalacturonasas que provocan la maceración de los tejidos del fruto. Se han realizado ensayos utilizando soluciones al 3% de bicarbonato de sodio para prevenir la aparición de alteraciones en naranjas Washington navel que previamente fueron inoculadas con *P. digitatum* y *P. italicum* (De Costa 2012).

2.4.2 Bicarbonato de Potasio

El Bicarbonato de Potasio (KHCO_3), un aditivo común que se encuentra en los alimentos y bebidas, sigue siendo un sólido a temperatura ambiente. Esta sustancia se asemeja a cristales pequeños, similares a las de la sal de mesa o azúcar. Fabricantes de antiácido y bebidas emplean bicarbonato de potasio para su pH ligeramente básico y las características de sedimentación del estómago. Los químicos desarrollan moléculas de KHCO_3 por reacción de agua, dióxido de carbono y carbonato de potasio (Salazar, 2015).

El Instituto de Investigación Orgánica EE.UU., afirma que la sustancia ha sido aprobada para su uso por los agricultores orgánicos para la prevención de enfermedades de las plantas. Es especialmente eficaz contra el *Oídium*, un problema común que afecta a una amplia gama de plantas. Diferentes plantas tienen variadas respuestas a la enfermedad, pero las begonias y las violetas africanas parecen ser más susceptibles. Las infecciones en estas plantas a menudo resultan en la muerte (Salazar, 2015).

Fungicida orgánico de contacto y amplio espectro para el control de cenicienta y otras enfermedades fungosas de plantas en general en invernaderos, cobertizos, jardines interiores, viveros, producción en contenedores y aplicaciones de campo. Bajo condiciones de invernadero controla las manchas, marchites y otros daños foliares tales como antracnosis (*Colletotrichum* sp.), cenicienta (*Erysiphe* sp.), fusariosis o pudrición radical (*Fusarium* sp.), mancha o tizón de la hoja (*Alternaria* sp.), manchas y pecas de las hojas y frutos (*Phoma* sp.), moho gris (*Botryotinia fuckeliana*) y pudriciones de cuello, tallo y fruto (*Phytophthora* sp.), etc. Inhibe principalmente el crecimiento de

hongos patógenos del follaje alterando procesos de regulación de la presión osmótica, ocasionando la destrucción de las paredes celulares del patógeno. Para aplicación foliar utilizando un volumen suficiente de agua para asegurar una cobertura completa de todos los tallos y el follaje. Se recomienda aplicar semanalmente durante periodos en que se presentan brotes de enfermedad altos, o cuando las condiciones para su desarrollo sean mayores. Después de tres aplicaciones, la concentración o frecuencia de aplicación puede ser reducida para prevenir la enfermedad (Salazar, 2015).

2.4.3 Uso de Bicarbonatos en el control de enfermedades

La eficacia de estas y otras sales ha sido probada contra hongos fitopatógenos como: *Alternaria* spp., *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporoides*, *Colletotrichum musae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium cepivorum*, *Venturia inaequalis*, asimismo, contra otros agentes que originan cenicillas como: *Leveillula taurica*, *Oidium lycopersicum*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Sphaerotheca fusca* y *Sphaerotheca pannosa* (Salazar, 2015).

En los experimentos se utilizaron suspensiones de Bicarbonato de Sodio, preparadas con agua, en concentraciones de entre 1 y 3 % (p/v). Dichas concentraciones fueron las reportadas en diferentes investigaciones con este producto, previa aplicación del tratamiento se midió el pH, que estuvo alrededor de 8,1 y 8,3 (Salazar, 2015).

2.4.4 Ventajas

- Disminuye los costos de producción
- Aplicación sin riesgo de intoxicación
- No contamina el medio ambiente
- Puede ser usado en sistemas de producción orgánica.

2.4.5 Impacto económico esperado

Al ser efectivo para el control de Antracnosis, representa una alternativa para el manejo de esta enfermedad con una considerable disminución en los costos de producción (Salazar, 2015).

2.4.6 Impacto social

Esta tecnología se adapta a las condiciones agrosocioeconómicas de las familias campesinas con dificultades para acceder a créditos y para adquirir productos caros para el control de enfermedades en sus cultivos. El bicarbonato de sodio puede ser aplicado por cualquier miembro de la familia productora sin riesgos para su salud. Asimismo el producto puede ser comercializado inmediatamente después de la aplicación de BS sin ningún riesgo para el consumidor (Salazar, 2015).

2.4.7 Impacto ambiental

En diciembre de 1996 la E.P.A reglamentó que el Bicarbonato de Sodio está exento de residuos tolerantes. Este producto es ampliamente inocuo desde una perspectiva de la seguridad en los alimentos (Salazar, 2015).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema y justificación del trabajo

La Antracnosis es la enfermedad fungosa principal y más común en las regiones donde se cultivan Papaya. Su efecto es limitante en la producción, debido a que ocasiona gran pérdida de frutos en campo, al momento de la cosecha y en poscosecha (almacenamiento y transporte), estudios adelantados por (CORPOICA, 2014), indican que esta enfermedad causa 25% y entre 40 y 50% de pérdidas en cosecha en Papaya, en el área de La Blanca, San Marcos, por lo tanto es necesario combatir la enfermedad desde el inicio de la plantación en el campo.

El principal método de control de las enfermedades de la Papaya ha sido de forma química; las cuales aparte de ser causantes de contaminación ambiental, impactan negativamente en la biodiversidad y en la trazabilidad de sustancias tóxicas poniendo en peligro la salud pública, obligando al productor a destinar recursos para su control, por lo que la prevención es la alternativa más viable, para evitar el uso de fungicidas sistémicos.

La preocupación de los últimos años para la inocuidad de los alimentos ha conducido a la búsqueda y desarrollo de alternativas ecológicas. En donde estudios indican que es posible controlar, y a veces desaparecer la enfermedad provocada por hongos, utilizando sales inorgánicas, tales como Bicarbonatos de Sodio y Potasio. El empleo de sales inorgánicas tiene acción contra algunas enfermedades de los vegetales ya que estas influyen directamente en la nutrición de las plantas. Horst (1992) denominaron a estas sales "compuestos biocompatibles" por tener baja toxicidad en mamíferos y al ambiente. La protección debido al uso de estos compuestos se explica por efectos tóxicos sobre las estructuras del patógeno, reducción de la susceptibilidad del hospedante y modificación del pH en la superficie de la hoja.

Asimismo, estudios de (Ilhan et al., 2006; Karabulut et al., 2006; Hasan et al., 2012), demuestran que los bicarbonatos actúan contra los hongos, al inhibir la germinación de

esporas y la formación del tubo germinativo, aspecto que concuerda con (Yildirim et al., 2002; Hasan et al., 2012), al indicar que disminuyen su capacidad en la formación de esporas (Ilhan et al. 2006) y Deliopoulos et al. (2010),

Además, varios autores (Depasquale y Montville, 1990; Ziv y Zitter, 1992, Olivier et al., 1999; Davide et al., 2004; Avis, 2007; Hasan et al., 2012) también han descubierto otros mecanismos implicados en la propiedad anti fúngica de los bicarbonatos, los cuales incluyen incremento del pH en la superficie de la hoja, colapso de las células del hongo debido al desequilibrio del ion potasio, y la deshidratación de la pared celular de las esporas del hongo, condiciones que demuestran la efectividad de la fitomineraloterapia.

El Bicarbonato de Sodio y Potasio se pueden utilizar de manera libre en agricultura orgánica, ya que no representan riesgos para la salud. EL control es de contacto, por lo que se recomienda que se use de manera preventiva y de forma calendarizada para prevenir y evitar el desarrollo de la enfermedad.

Esto crea la oportunidad para alternativas como el control ecológico para reducir la incidencia o severidad de la enfermedad, aun cuando no haya aparentemente un efecto significativo en la reducción de la enfermedad o inóculo, y su impacto nocivo en el ambiente sea mínimo o nulo. Por lo que el objetivo de esta propuesta de investigación es determinar la eficacia de Bicarbonato de Potasio y Bicarbonato de Sodio en el control de la antracnosis en plantas de Papaya.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Evaluación del efecto de Bicarbonato de Potasio y Bicarbonato de Sodio en el control de Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) en frutos de Papaya variedad Maradol.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar del daño que causa *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol, para cada tratamiento.
- Determinar de la calidad comercial de frutos de papaya que se obtiene en cada uno de los tratamientos evaluados.
- Determinar del rendimiento en kg/ha para cada uno de los tratamientos evaluados.
- Evaluar de la relación costo/beneficio que se tiene en cada uno de los tratamientos a evaluados.

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alterna

- ♦ Al menos un tratamiento tendrá efecto sobre el daño causado por *Colletotrichum gloesporioides* en frutos de Papaya variedad Maradol
- ♦ Al menos un tratamiento permitirá obtener una mayor calidad de frutos comerciables
- ♦ Al menos uno de los tratamientos manifestará un mayor rendimiento en kg/ha de frutos de papaya.
- ♦ Al menos uno de los tratamientos permitirá obtener una mejor relación costo/beneficio

VI. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

El presente estudio se llevó a cabo en La Colonia el Paraíso, del Municipio de La Blanca, se ubica sobre las coordenadas geográficamente 14°36'28" Latitud Norte, Longitud Oeste 92°08'18" Longitud Oeste, respecto al Meridiano de Greenwich, a una altura de 15 metros sobre el nivel del mar, dista a 80 km de la cabecera departamental y 250 km de la ciudad capital (Argueta, 1990).

El clima del municipio es cálido. La temperatura promedio anual es de 28°C, con máximas promedio de 36°C y mínimas promedio de 20°C. La precipitación media anual es de 1,303.5 mm, con dos estaciones bien definidas, la época de lluvia va de mayo a octubre y la época seca de noviembre a abril, con una humedad relativa media anual de 74% (Argueta, 1990).

De la Cruz (1982), basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, ubica al municipio de La Blanca dentro de la zona de vida correspondiente a un bosque húmedo subtropical cálido bh-S(c) (1990).

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959). Los suelos del municipio de La Blanca están desarrollados sobre aluviones cuaternarios, pertenecen a la división fisiográfica de suelos del litoral del pacífico y en su mayor parte a la serie Tiquisate. Ocupan relieves casi planos, con un declive de 1 %. Son suelos profundos con textura mediana (francos, franco limoso y franco arenosos), la estructura más generalizada es la de bloques sub angulares medianos de débil a moderadamente desarrollados, con una consistencia de suave a friable. El color de estos suelos es gris a pardo y en condiciones húmedas pardo grisáceo a pardo oscuro

La erosión va de ligera a moderada (pendiente 1%). Los suelos tienen un alto contenido de materia orgánica, la reacción varía de ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH 6.4 a 7.4) (1990).

6.2 Material experimental

Como material experimental se utilizaron pilones de Papaya variedad Maradol. Se utilizó bicarbonato de potasio y sodio en concentraciones al 1%, 2% y 3 %. Se compró la materia prima, y luego se calculó el porcentaje de la concentración.

6.3 Factores a estudiar

El factor a estudiado fue el efecto del bicarbonato de potasio y bicarbonato de sodio en diferentes concentraciones para el control de Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*) en frutos de Papaya variedad Maradol.

6.4 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se identifican en el siguiente cuadro, evaluándose contra un testigo absoluto al que únicamente se le aplicó agua.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Producto	Concentración (p/v)
T1	Testigo absoluto	agua (sin H ₂ CO ₃)
T2	Bicarbonato de potasio	1%
T3	Bicarbonato de potasio	2%
T4	Bicarbonato de potasio	3%
T5	Bicarbonato de sódio	1%
T6	Bicarbonato de sódio	2%
T7	Bicarbonato de sódio	3%

Estas concentraciones fueron las reportadas en diferentes investigaciones con este producto (Smilanick et al., 1997; 1999). Previa aplicación del tratamiento se midió el pH, que estuvo alrededor de 8,1 y 8,3.

6.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones.

6.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico a utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij}.$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable de respuesta a la aplicación de concentraciones de Bicarbonato de Sodio y Potasio para el control de Antracnosis en Papaya.

μ = es el efecto de la media general.

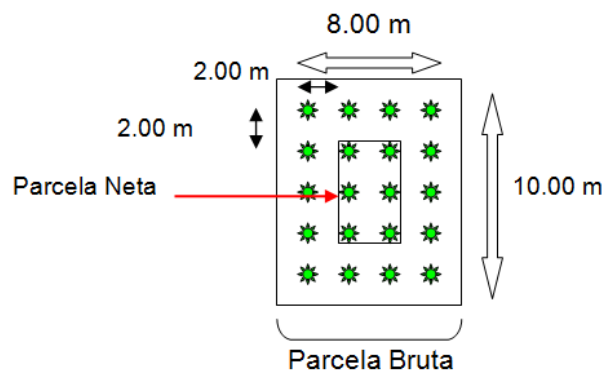
T_i = es el efecto de la i -ésima concentración de Bicarbonato de Potasio y sodio para control de Antracnosis en Papaya.

β_j = es el efecto del j -ésimo bloque

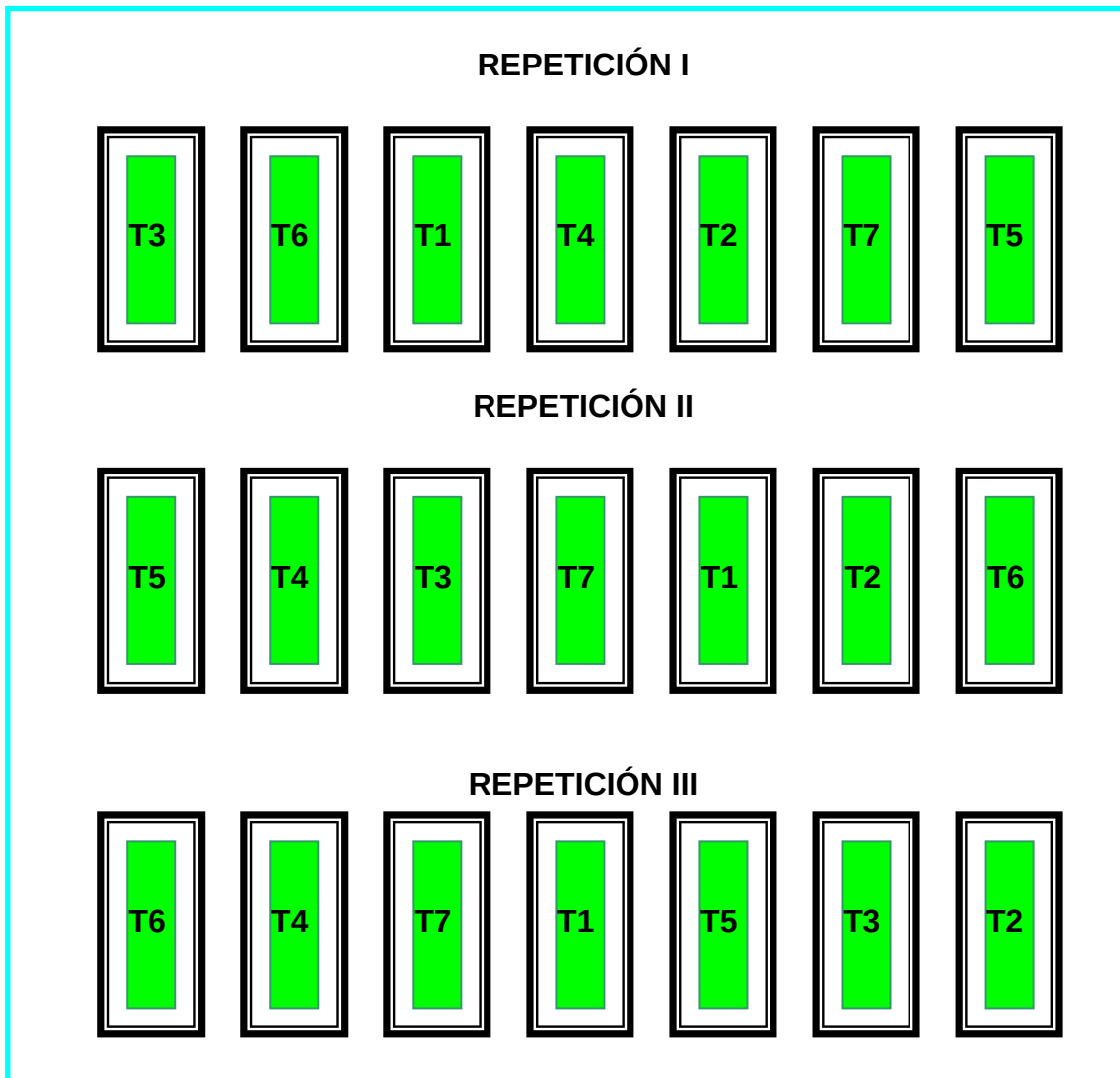
ξ_{ij} = es el error experimental asociado a la i - j -ésima unidad experimental.

6.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental (parcela bruta) estuvo constituida por cuatro surcos de 8 m de largo, y un distanciamiento de siembra de 2 m entre plantas y 2 m entre surcos (10 X 8), conformando un área total de 80 m², con 20 plantas de papaya. El total de unidades experimentales fueron 21, el total de plantas que conformaron la parcela bruta fue de 420 y el número de planta donde se realizó la toma de datos fue de 126, el área total que ocupó el experimento fue de 1680 m²



6.8 Croquis de campo



6.9 Manejo del experimento

6.9.1 Ubicación

El área experimental estuvo ubicada en La colonia el Paraiso, del municipio de La Blanca, San Marcos.

6.9.2 Material experimental

Para las diferentes unidades experimentales se sembraron pilones de Papaya de la variedad "Maradol".

6.9.3 Preparación del terreno

Para un buen desarrollo de la plantación se realizaron las labores necesarias para la preparación del terreno:

- ♦ Limpia manual
- ♦ Destronconado
- ♦ Eliminación de arbustos

6.9.4 Establecimiento de barreras vivas

Una de las funciones que cumplen las barreras vivas es que impiden la entrada de insectos chupadores (áfidos, mosca blanca), estos insectos al encontrarse con estos materiales vegetales allí succionan savia de la lámina foliar y limpian su estilete de los virus que puedan llevar, por lo que esta actividad cumple funciones de control. La siembra se hizo alrededor de la parcela experimental y se utilizó Rosa de Jamaica que por su color también es repelente para algunos insectos.

6.9.5 Marco de Siembra

La plantación se estableció bajo el marco de siembra al cuadro, con distanciamientos de 2.00 X 2.00 m., con una densidad de 2500 plantas/ha. Las unidades experimentales se sembraron de acuerdo al croquis de campo propuesto, producto de la aleatorización de los tratamientos.

6.9.6 Labores culturales

Con la finalidad de lograr un buen desarrollo de las plantas se realizaron todas aquellas labores que permiten un buen desarrollo de las mismas, entre estas tenemos:

- a) Tutorado de plantas
- b) Deshijes si fuera necesario.
- c) Podas o deshojes. Las hojas más viejas de la planta se eliminaron, ya que son hospederas de insectos e inóculo de enfermedades. De la hoja solamente se

quitó la lámina foliar, dejando al peciolo unido al tallo, el cual se desprende por sí solo posteriormente, se realizó de forma manual.

- d) Raleo o entresaque de frutos: Se eliminaron los excesos de frutos, dejando únicamente uno en cada axila, con esto se logró que sean más grandes y sin deformaciones por estar demasiado apretados, además esto permitió una mayor circulación de aire entre los frutos ayudando a disminuir la incidencia de antracnosis.
- e) Apuntalamiento o soportes: Se realizó para evitar el acame de las plantas debido a la carga de los frutos, principalmente en áreas de terreno arenosos o por la humedad del suelo
- f) Control de malezas: la primera limpia se realizó de forma manual, una vez establecida la plantación, el control fue químico utilizando el herbicida selectivo para Papaya (Fluazifop 12.5 CE 1.45 litros/ha)
- g) Sexado: Esta actividad consistió en eliminar plantas del sexo que no deseamos, Para esta práctica fue necesario sembrar dos plantas por postura y hasta el momento de la floración se pudo determinar el sexo de la planta eliminando las masculinas que son improductivas.
- h) Riego: El riego se realizó por microaspersión está muy bien adaptado al cultivo del Papaya, a pesar de no brindar un ahorro de agua como el obtenido a través del sistema de riego por goteo; pero que brinda mayor y mejor control en el manejo. Por sus características se eligió el tipo de riego por Microaspersión, los cuales poseen una descarga homogénea, brindándole completa cobertura al cultivo en todo el proceso de aplicación de riego y la fertilización.
- i) Fertilización: El plan de fertilización se realizó en base a un análisis de suelos.
- j) Control de plagas: para el control se utilizó los siguientes métodos
 - ♦ Control Físico-Mecánico Se Utilizaron trampas amarillas, de 1.0 x 0.5 m, impregnadas con vaselina, de acuerdo a la recomendación técnica realizada por el proyecto PROFRUTA. se colocaron al menos 23 trampas/ha en los alrededores del lote en el rumbo de ingreso del viento.
 - ♦ Control cultural: Consistió en la recolección de frutos caídos o dañados para eliminar las larvas que se encuentran en su interior

- ♦ Control químico: Cuando exista un 2% de frutos dañados se realizaron aplicaciones dirigidas a los frutos pequeños, usando productos como: malathion, thiociclan en dosis que el fabricante indica.

6.9.7 Marcado de parcelas

Dentro de cada unidad experimental se procedió a marcar las parcelas netas. Se dejó un surco de cada lado de la parcela por efecto de borde así como las plantas de los extremos del surco. Todas las parcelas se identificaron a nivel de campo.

6.9.8 Determinación de la calidad de agua para la aspersión

Se realizó un análisis químico de la fuente de agua que se utilizó para realizar la aplicación de los tratamientos, principalmente los parámetros de pH y dureza debido a que estas propiedades químicas, afectan directamente la funcionabilidad de los agroquímicos,

6.9.9 Preparación de los tratamientos

Para la preparación de la mezcla de los diferentes tratamientos se procedió de la siguiente manera:

- Colocar en un recipiente con Agua
- Aplicar la dosis indicada de cada producto
- Aplicar adherente

6.9.10 Calibración del equipo y aplicación del producto

Se realizaron 15 aplicaciones en cada una de las parcelas para cada uno de los tratamientos. Previo a la aspersión se calibró el equipo para asegurar la descarga adecuada y que todas las plantas de la parcela quedaron cubiertas con el producto.

El equipo que se utilizó para la aplicación fue el siguiente:

- ♦ Bomba manual con capacidad de 16 litros.
- ♦ Bomba motorizada con capacidad para 14 litros.
- ♦ Boquilla doble de abanico RX 80-03
- ♦ Equipo de protección para el aplicador.

6.9.11 Aplicación de tratamientos

La aplicación de los tratamientos se efectuó sobre la superficie de las hojas, hasta humedecer a punto de goteo con una bomba de mochila. Se realizaron 15 aplicaciones, las 3 primeras con 10 días de diferencia entre sí, y las otras 12 con intervalos de 15 días. Las aplicaciones se iniciaron a los 10 días de sembradas las plantas.

6.9.12 Lectura o toma de datos

Para poder conocer el comportamiento de la enfermedad ante los tratamientos utilizados se realizó la toma de datos cada 30 días, hasta el final de la primera cosecha que son aproximadamente 210 días desde el momento de la siembra. Por lo que planeó realizarlas a los 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 días después de la primera aplicación.

6.10 Variables de respuesta

6.10.1 Daño de *Colletotrichum gloesporioides*

- **Porcentaje de incidencia**

Se determinó mediante el método objetivo, utilizando la siguiente formula:

$$\% I = \frac{\text{No de frutos enfermos}}{\text{Total de frutos}} \times 100$$

Para el cálculo de esta fórmula se utilizará el Software to calculate probit analyses according to Finney (2011).

- **Porcentaje de Severidad**

Para determinar la severidad del ataque de antracnosis en frutos de Papaya se utilizó la escala pictográfica propuesta por Nutter *et al.*, (1993).

Cuadro 2. Escala para determinar grado de severidad de antracnosis en frutos de Papaya.

Grados de severidad	% de área afectada
0	0
1	1-4
2	4-9
3	9-20
4	20-39
5	39-60
6	60-100

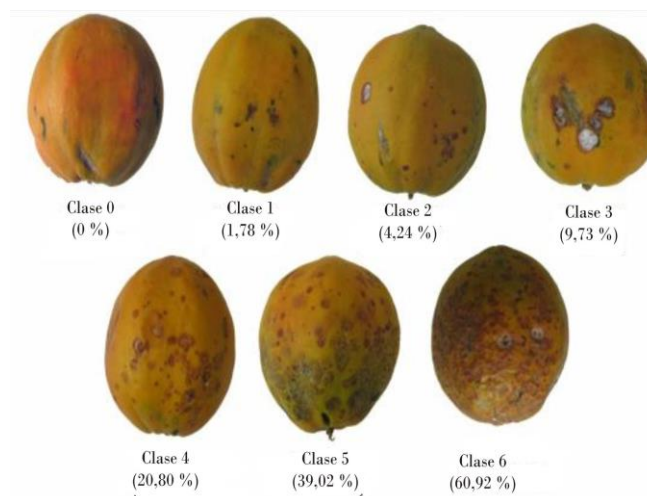


Figura 1. Escala pictográfica, para determinar grados de severidad de antracnosis en frutos de papaya (tomada de Nutter *et al.*, 1993)

6.10.2 Calidad de frutos de Papaya

La calidad se determinó mediante la norma Codex para la Papaya (CODEX STAN 183-1993). Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de Papayas obtenidas de *Carica papaya* L., de la familia *Caricaceae*, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento.

Clasificación

Las papayas se clasificaron en tres categorías, según se definen a continuación:

Categoría “Extra”

Las papayas de esta categoría son de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. Se permitieron defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación, la superficie total afectada no deberá superar el 5%. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

Categoría I

Las papayas de esta categoría son de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Sin embargo, se permitieron los siguientes: defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto: su calidad, estado de conservación: - defectos leves de forma; - defectos leves de la piel (como magulladuras mecánicas, quemaduras de sol y/o manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 10%. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

Categoría II

Esta categoría comprende las papayas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Categoría Extra. Sin embargo, se permitieron los siguientes defectos, siempre y cuando las papayas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación: - defectos de forma; - defectos de coloración; - defectos de la piel (como magulladuras mecánicas, quemaduras de sol y manchas de látex); la

superficie total afectada no deberá superar el 15%; - ligeras marcas causadas por plagas. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

6.10.3 Producción de papaya

- **Rendimiento kg/ha**

Se cuantificó el número de frutos cosechados para su comercialización y se determinó su peso, estos se proyectaron a kg/ha.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico.

Una vez tabulados los datos de campo, se procedió a su análisis estadístico, mediante un análisis de varianza. Estos análisis se realizaron con la ayuda del programa SAS (Statistical Analysis System), todos aquellos resultados que muestren diferencia estadística significativa, se sometieron a una prueba de Tukey $\alpha = 0.05$, para comparación de medias. La medición de variables donde los datos fueron producto de un conteo o su estimación sea producto de un porcentaje se sometió a un test de normalidad (prueba de Shapiro-Wilks) bajo la hipótesis de que los resultados responden a una distribución normal si esta es rechazada fue necesaria la transformación de estos datos

Para determinar el grado de eficacia de cada uno de los tratamientos, se utilizó la fórmula de Abbot's (1925) y corregida por Rosenhein y Hoy (1987).

$$\text{Fórmula de Abbot } P_{\text{correg}} = \frac{P_{\text{exp}} - P_{\text{cont}}}{1 - P_{\text{cont}}} \times 100$$

Donde

P_{exp} = Incidencia de antracnosis en el tratamiento de Bicarbonato de Sodio o Potasio

P_{cont} = Incidencia de antracnosis en testigo absoluto;

Para el cálculo de esta fórmula se utilizará el Software to calculate probit analyses according to Finney (2011).

6.11.2 Análisis económico

Se realizó a partir del registro de la inversión que se tuvo por efecto del experimento, haciendo un análisis de rentabilidad.

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento Kg. / Ha} \times \text{Precio de venta Q/Kg.}$$

$$\text{Ingreso neto (utilidad)} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de Producción}$$

$$\text{Relación B / C} = \frac{\text{Beneficio Bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad o Ganancia}}{\text{Inversión}} \times 100$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar la investigación o fase de campo, se efectuó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks debido a que los datos resultan de un proceso de medición o conteo (variables cuantitativas), es necesario comprobar antes de cualquier análisis estadístico, si la variable aleatoria estudiada sigue el modelo normal de distribución de probabilidades para aplicar los métodos estadísticos denominados paramétrico, con base en la metodología propuesta y efectuado los procesos estadísticos correspondientes, obteniendo los siguientes resultados:

7.1 Eficacia en el control de *Colletotrichum gloesporioides*.

7.1.2 Porcentaje de incidencia

Estos resultados se sometieron a la prueba de Shapiro Wilks, (Ver anexo 7), donde se concluyó que su distribución es normal, posteriormente fueron sometidos al análisis de varianza, los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3: Análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	4786.94	797.82	12.19	0.0004	*
Bloque	2	33.54	16.77	0.26	0.7781	NS
Error	12	785.34	65.45	----	----	
Total	20	5605.83	-----	----	----	

NS = No significativo al 5% de probabilidad de error

C.V. = 15.34%

* Altamente significativo al 5% de probabilidad de error

Según el análisis realizado, se determinó que existió un coeficiente de variación de 15.34%, lo que indica que el experimento a nivel de campo se realizó en forma correcta, por lo que los datos son confiables. De acuerdo al análisis de varianza, se tiene diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, es decir que para el porcentaje de incidencia de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos, hay diferencia entre las concentraciones de Bicarbonato de potasio y Bicarbonato de sodio.

Para definir el mejor tratamiento se realizó una prueba múltiple de medias, haciendo uso del comparador de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para porcentaje de incidencia de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos de papaya, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Media	Tukey a P 0.05			
Bicarbonato de Potasio al 3%	30.20	A			
Bicarbonato de Sodio al 3%	35.35	A	B		
Bicarbonato de Potasio al 2%	48.73	A	B	C	
Bicarbonato de Sodio al 2%	56.66		B	C	D
Bicarbonato de Sodio al 1%	59.44			C	D
Bicarbonato de Potasio al 1%	60.60			C	D
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	78.18				D
Nivel de Significancia = 0.05					
Tukey = 23.11					

El comparador múltiple de medias, nos permite observar diferencias entre los tratamientos, ya que la modalidad de bicarbonato de potasio al 3%, mostró menor porcentaje de incidencia de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos (30.20%), seguido por el bicarbonato de sodio al 3% (35.35%), esto debido a que la concentraciones altas de bicarbonatos aumenta el pH, del agua a 8.4, dando como resultado, una obtención mayor de frutos sanos aumentando la producción. El comportamiento de Incidencia de *C. gloesporioides*, por cada uno de los tratamientos se muestran en la figura 2.

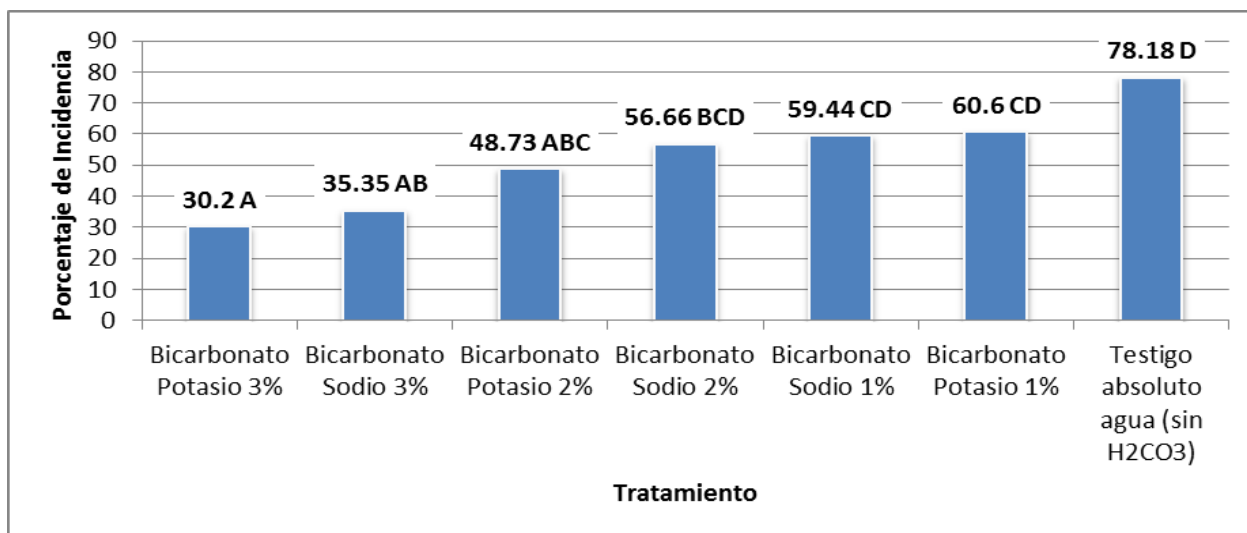


Figura No. 2. Porcentaje de incidencia de *C. gloesporioides* en frutos de papaya en la producción en cada uno de los tratamientos.

Los tratamientos que mayor incidencia de *C. gloesporioides* en frutos de papaya fueron el Testigo absoluto, el bicarbonato de potasio y sodio al 1%, esto debido a que la concentración del producto es muy baja, y por ende no logra contrarrestar la incidencia de la enfermedad.

7.1.2 Porcentaje de Severidad

El porcentaje de severidad del ataque de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos de Papaya se utilizó la escala pictográfica propuesta por Nutter *et al.*, (1993). Debido a que los datos de severidad de *colletotrichum gloesporioides* en frutos, tiene una distribución normal se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de severidad de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	94.07	15.68	41.16	0.0001	*
Bloque	2	1.60	0.80	2.09	0.166	NS

Error	12	4.57	0.38	----	----
Total	20	100.24	-----	----	----

NS = No significativo al 5% de probabilidad de error C.V. = 11.89%

* Altamente significativo al 5% de probabilidad de error

El análisis de varianza muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, es decir que para el control en porcentaje de severidad de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos, si hubo incidencia entre las diferentes concentraciones de Bicarbonato de potasio y bicarbonato de sodio.

Para definir el mejor tratamiento se realizó una prueba múltiple de medias, haciendo uso del comparador de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para porcentaje de severidad de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos de papaya, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Media	Tukey a P 0.05
Bicarbonato de Potasio 3%	2.67	A
Bicarbonato de Sodio 3%	3.67	A
Bicarbonato de Potasio 2%	3.67	A
Bicarbonato de Sodio 2%	4.00	A
Bicarbonato de Potasio 1%	6.50	B
Bicarbonato de Sodio 1%	6.83	B
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	9.00	C
Nivel de Significancia = 0.05		Tukey = 1.76

La media del porcentaje de severidad de *C. gloesporioides* en frutos de papaya, se calculó con la siguiente formula: $\bar{X} = \frac{\sum \% \text{ severidad por fruto}}{\text{No. frutos Total}} \times 100$

De acuerdo a la prueba de Tukey, el tratamiento testigo fue quien reporto el mayor porcentaje de severidad en los frutos de papaya, alcanzando una severidad del 9% y el tratamiento 4 fue el que reporto menos severidad de antracnosis en frutos de papaya, obteniendo el 2.67% lo que representa el daño ocasionado por antracnosis. Esto nos

indica que la aplicación de bicarbonato de potasio 3% reduce el porcentaje de severidad de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos, dándonos como resultado, una obtención mayor de frutos sanos aumentando la producción. El comportamiento del porcentaje de severidad en cada uno de los tratamientos se presenta en la figura 3.

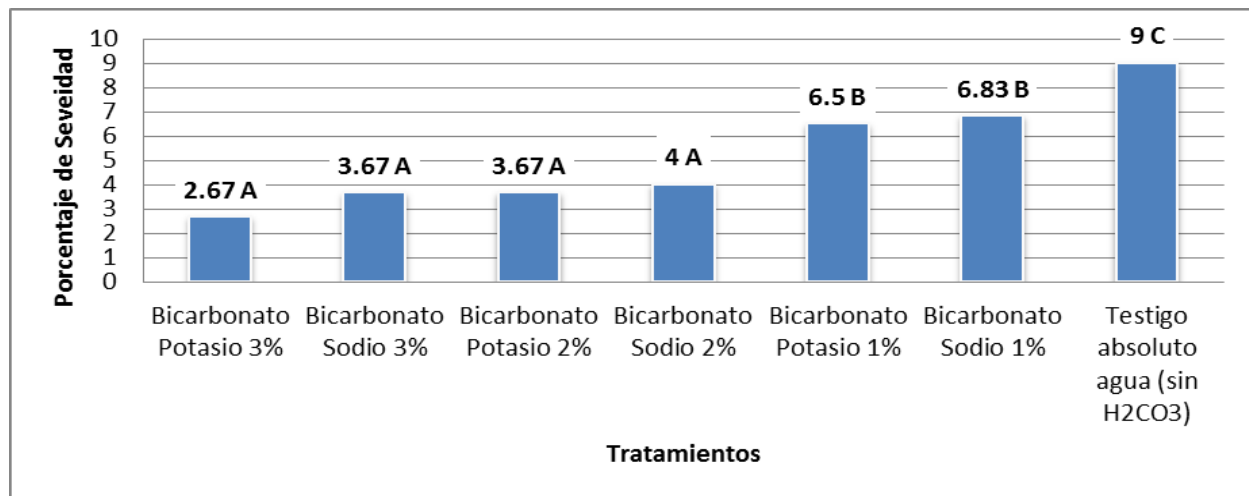


Figura 3. Porcentaje de severidad de *C. gloesporioides* en frutos de papaya var. Maradol en cada uno de los tratamientos.

La figura 3, presenta el comportamiento de severidad en frutos de papaya, teniendo al Bicarbonato de potasio y sodio al 3% como los tratamientos que menor porcentaje de severidad, y al testigo absoluto seguido del bicarbonato de sodio y potasio al 1% con el mayor porcentaje de severidad q mostró.

7.1.3 Eficacia de los tratamientos.

Para determinar el grado de eficacia de cada uno de los tratamientos, se utilizó la fórmula de Abbot's (1925) y corregida por Rosenhein y Hoy (1987), obteniendo los resultados mostrados en el cuadro 7.

Cuadro 7: Porcentaje de incidencia y eficacia de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol en la producción comercial, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Tratamiento	Incidencia	Eficacia
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	78.18	0.00
Bicarbonato de potasio 1%	60.60	22.78
Bicarbonato de potasio 2%	48.73	38.16
Bicarbonato de potasio 3%	30.20	62.17
Bicarbonato de sodio 1%	59.44	24.28
Bicarbonato de sodio 2%	56.66	27.88
Bicarbonato de sodio 3%	35.35	55.49

De acuerdo a los valores, se infiere que el Bicarbonato de potasio 3% con 62.17%, obtuvo el mayor porcentaje de eficacia en el control de *C. gloesporioides* en frutos, seguido por Bicarbonato de sodio 3% con 55.49% y luego le sigue el Bicarbonato de potasio 2% con 38.16%. El porcentaje de eficacia de los tratamientos se puede observar en la figura 4.

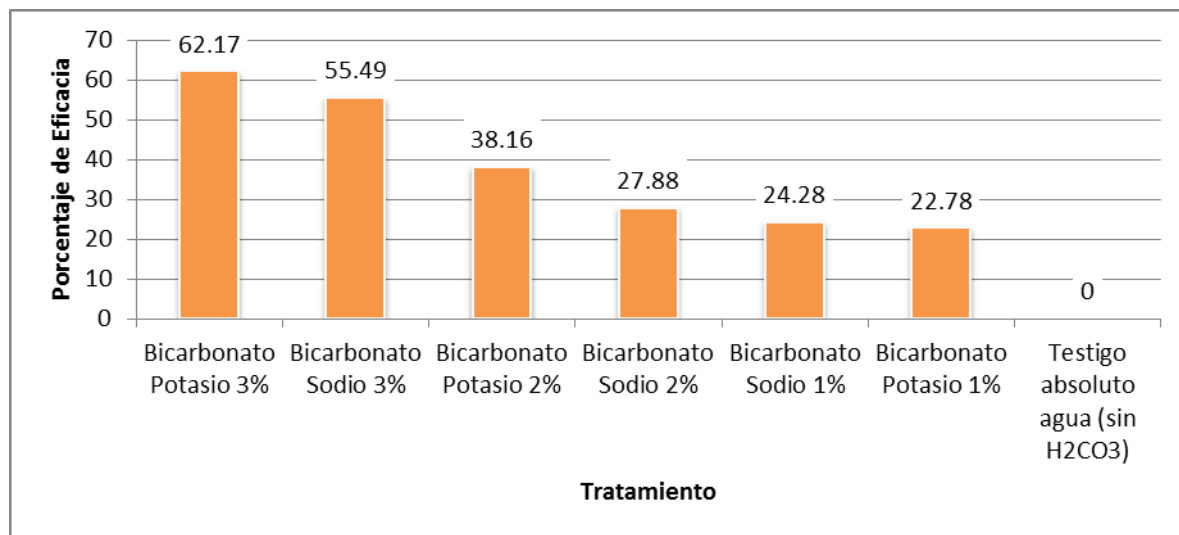


Figura 4. Porcentaje de eficacia de los tratamientos para el control de *C. gloesporioides* en frutos de papaya var. Maradol.

De acuerdo a la gráfica se concluye, que la aplicación de Bicarbonato de potasio 3%, tiene una eficacia del 62.17% en el control de *Colletotrichum gloesporioides* en frutos de papaya var. Maradol, seguido del bicarbonato de sodio 3%, esto debido a que los bicarbonatos al 3% aumentan el pH del agua a 8.3 - 8.4, ocasionando una reducción del crecimiento micelial y por ende la producción de esporas de *C. gloesporioides*.

7.2 Calidad de frutos de Papaya

La calidad se determinó mediante la norma Codex para la Papaya (CODEX STAN 183-1993). La calidad de frutos que se producen en el campo van relacionados con las variables antes evaluadas, por lo que variables como incidencia y severidad en el frutos de papaya var. Maradol son importantes para asegurar una buena cosecha destinada a su venta, la calidad se determinó mediante la norma Codex para la Papaya (CODEX STAN 183-1993). Las papayas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

7.2.1 Categoría “Extra”

Las papayas de esta categoría tienen defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto. Como los datos de frutos Categoría extra, tiene una distribución normal se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Análisis de varianza para frutos categoría extra de Papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	4772.45	795.41	11.70	0.0002	*
Bloque	2	91.77	45.89	0.67	0.527	NS
Error	12	816.03	68.00	----	----	
Total	20	5680.25	-----	----	----	

Nivel de Significancia = 0.05

C.V. = 17.79%

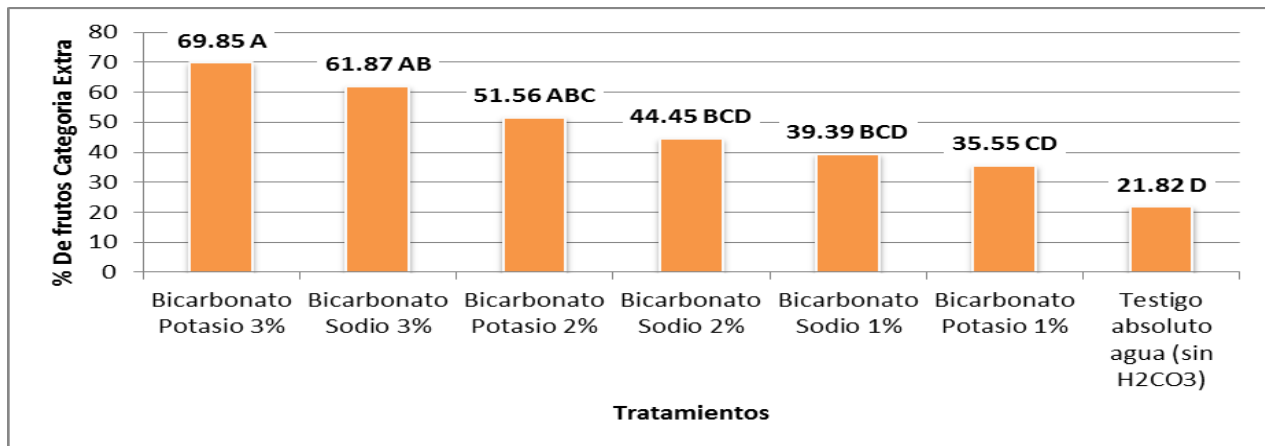
* Altamente significativo al 5%

Como se puede observar en el análisis de varianza se tiene diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, por lo que se realizó, prueba múltiple de medias, a través de la prueba de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Prueba de Tukey para frutos Categoría Extra de papaya variedad Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Medias	Tukey a P 0.05		
Bicarbonato de potasio 3%	69.85	A		
Bicarbonato de sodio 3%	61.87	A	B	
Bicarbonato de potasio 2%	51.56	A	B	C
Bicarbonato de sodio 2%	44.45		B	C D
Bicarbonato de sodio 1%	39.39		B	C D
Bicarbonato de potasio 1%	35.55			C D
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	21.82			D
Nivel de Significancia = 0.05				Tukey = 23.56

El comparador múltiple de medias, nos permite observar diferencias entre los tratamientos, el Bicarbonato de potasio 3% obtuvo el mayor porcentaje de frutos (69.85%), seguido por el Bicarbonato de sodio 3%, siendo (61.87%) y por último el bicarbonato de potasio 2% (tratamiento 3). Debido a este comportamiento nos indica que la aplicación de bicarbonato de potasio 3% influye en el porcentaje de frutos categoría extra, obteniendo mayor frutos sanos aumentando la producción, figura 5. Figura 5. Porcentaje de frutos Categoría Extra en cada tratamiento.



Dentro de los tratamientos evaluados, se tuvo que las concentraciones altas de bicarbonato de potasio y sodio, estadísticamente permiten porcentajes mayores de frutos categoría extra, sin embargo los resultados obtenidos en base al porcentaje se tuvo que potasio permitió 59.85% y sodio 61.87% de frutos cosechados, esto se debe a que las concentraciones altas de bicarbonatos de sodio y potasio ayudan a proteger las

frutas de *C. gloesporioides* y por ende a obtener rendimientos altos de frutos categoría extra.

7.2.2 Categoría I

Las papayas de esta categoría son de buena calidad con las características siguientes: defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto: su calidad, - defectos leves de forma; - defectos leves de la piel (como magulladuras mecánicas, antracnosis <5%, quemaduras de sol y/o manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 10%.

La variable frutos Categoría I se distribuye normalmente, realizó un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10: Análisis de varianza para frutos de papaya variedad maradol categoría I, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	746.79	124.46	1.55	0.24	NS
Bloque	2	21.47.28	10.74	0.13	0.87	NS
Error	12	965.31	80.44	----	----	
Total	20	1733.57	-----	----	----	

C.V. = 32.55%

* Altamente significativo al 5%

Según el análisis de varianza, los datos en cada uno de los tratamientos fue igual, razón por la cual no se encontró diferencia estadística significativa.

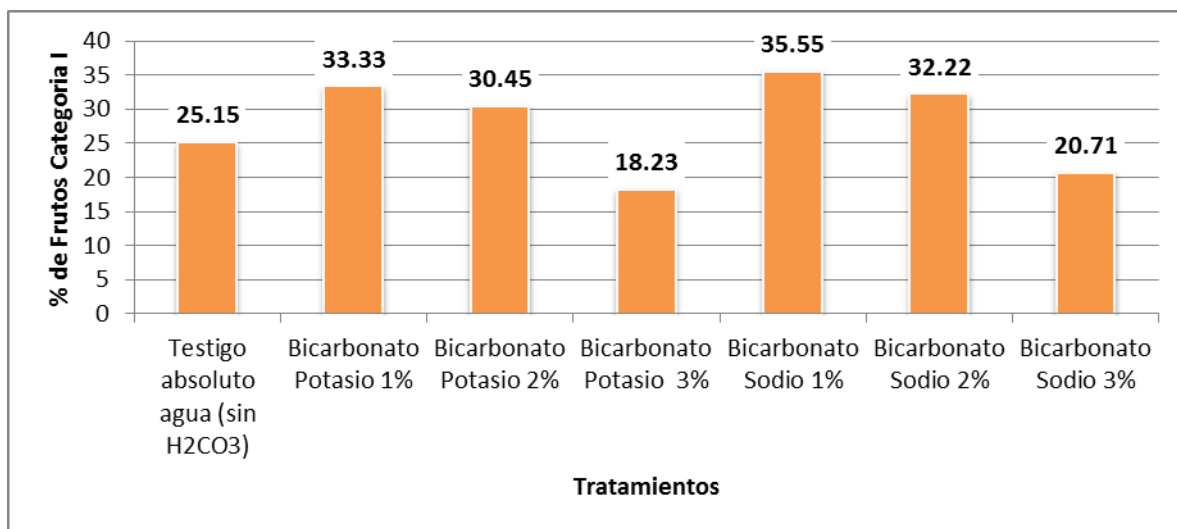


Figura 6. Porcentaje de frutos Categoría I en cada tratamiento.

Como se puede observar en la figura 6, los tratamientos evaluados, estadísticamente son iguales en porcentajes de frutos categoría I, por lo que no incide en el rendimiento de frutos categoría I.

7.2.3 Categoría II

Podrán permitirse papayas con los siguientes defectos, siempre conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación: - defectos de forma; - defectos de coloración; - defectos de la piel (como magulladuras mecánicas, antracnosis >10 quemaduras de sol y manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 15%; - ligeras marcas causadas por plagas.

De acuerdo a los valores, se concluye que se tiene una confianza del 95% que la variable frutos categoría II se distribuye normalmente, se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11: Análisis de varianza para frutos de papaya variedad maradol, categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	Significancia al 5%
Tratamiento	6	3248.87	541.48	8.84	0.0008	*
Bloque	2	57.87	28.94	0.47	0.634	NS
Error	12	734.89	61.24	----	----	
Total	20	4041.63	-----	----	----	

C.V. = 30.46%

* Altamente significativo al 5%

El análisis de varianza muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados para frutos categoría "II", para definir el mejor tratamiento se realizó una prueba múltiple de medias, haciendo uso del comparador de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para frutos de papaya variedad maradol, Categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Medias	Tukey a P 0.05	
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	53.03	A	
Bicarbonato de sodio 1%	28.89		B
Bicarbonato de potasio 1%	27.27		B
Bicarbonato de sodio 2%	23.33		B
Bicarbonato de potasio 2%	17.98		B
Bicarbonato de sodio 3%	17.42		B
Bicarbonato de potasio 3%	11.92		B

Nivel de Significancia = 0.05

Tukey = 22.36

La separación de medias mostró que entre tratamientos existe diferencia estadística, teniéndose al testigo absoluto como el que mayor porcentaje de frutos categoría II con 53.03%, debido a que son frutos que poseen daño del 15% de *C. gloesporoides*, al contrario del Bicarbonato de potasio 3%, como el tratamiento que menor porcentaje de frutos categoría II tienen.

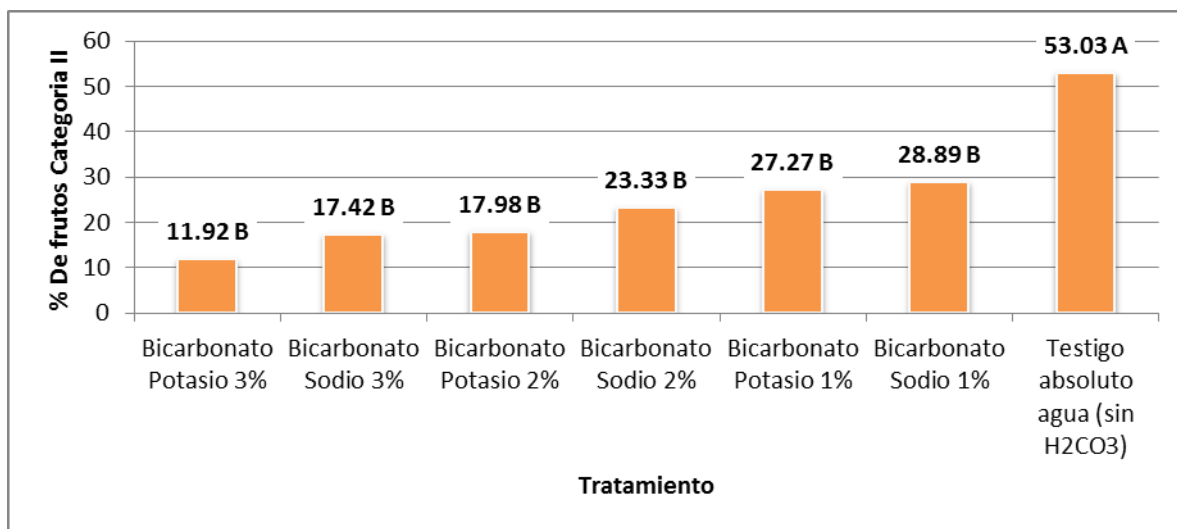


Figura 7. Porcentaje de frutos Categoría II en cada tratamiento.

En la figura 7, se concluye que el bicarbonato de sodio y potasio al 3% tienen un menor porcentaje de frutos categoría II, lo que nos indica que la enfermedad *C. gloesporioides* tuvo un menor daño en estos tratamientos, al contrario de los tratamientos con bicarbonato de sodio y potasio al 1%, junto con el testigo absoluto son los que mayor porcentaje de frutos categoría II tiene, esto quiere decir que no se tuvo mayor control de la enfermedad *C. gloesporioides*.

Cuadro 13: Clasificación de los frutos de papaya var. Maradol, en porcentaje para cada tratamiento, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Frutos Categoría Extra	Frutos Categoría I	Frutos Categoría II	Total de la Producción
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	21.82	25.15	53.03	100
Bicarbonato de potasio 1%	39.39	33.34	27.27	100
Bicarbonato de potasio 2%	51.56	30.46	17.98	100
Bicarbonato de potasio 3%	69.85	18.23	11.92	100
Bicarbonato de sodio 1%	35.55	35.56	28.89	100
Bicarbonato de sodio 2%	44.45	32.22	23.33	100
Bicarbonato de sodio 3%	61.87	20.71	17.42	100

En el cuadro 13, se puede observar los diferentes porcentajes por cada categoría de papaya, sumados hacen el 100% de la producción, dándonos cuenta que el porcentaje que más nos interesa es el de frutos categoría extra, debido a que son los frutos sanos

y de más valor comercial, siendo el Bicarbonato de potasio y sodio al 3% los de mayor porcentaje, por ende los tratamientos que mejor respuesta dieron al contrarrestar la enfermedad *C. gloesporioides*.

7.3 Rendimiento kg/ha por categoría

Se cuantificó el número de frutos cosechados para su comercialización y se determinó su peso, estos se proyectaron a kg/ha.

7.3.1 Rendimiento en Categoría “Extra”

Son papayas que tienen defectos leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto. Debido a que la Categoría extra, tiene una distribución normal se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14: Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría extra, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	41112792.69	6852132.11	21.61	0.0001	*
Bloque	2	917717.74	458858.87	1.45	0.273	NS
Error	12	3804658.69	317054.89	----	----	
Total	20	45835169.12	-----	----	----	

C.V. = 15.21%

* Altamente significativo al 5%

De acuerdo al análisis de varianza, se tiene diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados. Para definir el mejor tratamiento se realizó una prueba múltiple de medias, haciendo uso del comparador de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos de papaya var. maradol Categoría Extra, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Medias	Tukey a P 0.05	
Bicarbonato de potasio 3%	5787.75	A	
Bicarbonato de sodio 3%	5183.65	A	
Bicarbonato de potasio 2%	4254.49	A	B
Bicarbonato de sodio 2%	3545.49		B
Bicarbonato de potasio 1%	2937.69		B C
Bicarbonato de sodio 1%	2855.56		B C
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	1350.77		C
Nivel de Significancia = 0.05		Tukey = 1609.07	

La prueba de medias, nos permite observar diferencias entre los tratamientos, obteniendo al bicarbonato de potasio y sodio al 3%, como los que mejor rendimiento tienen, potasio con (5,787.75 kg/ha) y sodio con (5183.65), teniendo una diferencia de (604.1 kg/ha), y el que menos rendimiento obtuvo fue el testigo con (1,350.77 kg/ha).

7.3.2 Rendimiento en Categoría “I”

Las papayas son de buena calidad con: defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, - defectos leves de la piel (como magulladuras mecánicas, antracnosis <5%, quemaduras de sol y/o manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 10%. La variable frutos Categoría I se distribuye normalmente, realizó un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 16: Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría I, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P-valor	Significancia al 5%
Tratamiento	6	5742735.38	957122.56	2.17	0.052	NS
Bloque	2	101626.69	50813.35	0.64	0.84	NS
Error	12	3627535.40	302294.62	----	----	
Total	20	9471897.47	-----	----	----	
C.V. = 25.38%				* Altamente significativo al 5%		

Como se puede observar en el análisis realizado, no existió diferencia estadística significativa para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría I (kg/ha), lo que se concluye que los rendimientos fueron similares.

7.3.3 Rendimiento en Categoría “II”

Podrán permitirse papayas con los siguientes defectos, siempre conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación: - defectos de forma; - defectos de coloración; - defectos de la piel (como magulladuras mecánicas, antracnosis >10 quemaduras de sol y manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 15%; - ligeras marcas causadas por plagas. De acuerdo a los valores, categoría II se distribuye normalmente, se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística, los resultados se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17: Análisis de varianza para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	Significancia al 5%
Tratamiento	6	10055522.95	1675920.49	29.84	0.0001	*
Bloque	2	455571.87	227785.94	4.06	0.455	*
Error	12	673885.19	56157.10	----	----	
Total	20	11184980.01	-----	----	----	

C.V. = 12.40%

* Altamente significativo al 5%

En el análisis de varianza, se puede observar que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para encontrar el mejor tratamiento se realizó una prueba múltiple de medias, haciendo uso del comparador de Tukey a un nivel $\alpha = 0.05$, los resultados se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol Categoría II, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	Medias	Tukey a P 0.05		
Testigo absoluto agua (sin H ₂ CO ₃)	3282.82	A		
Bicarbonato de sodio 1%	2320.59	B		
Bicarbonato de potasio 1%	2033.42	B	C	
Bicarbonato de sodio 2%	1860.95	B	C	
Bicarbonato de potasio 2%	1483.51		C	D
Bicarbonato de sodio 3% ⁷	1411.57		C	D
Bicarbonato de potasio 3%	987.68			D

Nivel de Significancia = 0.05
Tukey= 677.19

El comparador múltiple de medias, nos indica que el testigo absoluto el mayor rendimiento con (3,282.82 kg/ha), esto se debe a que son frutos con mayor daño de *C. gloesporioides* y el bicarbonato de potasio al 3% obtuvo el menor rendimiento de frutos categoría II con (987.68 kg/ha).

Cuadro 19. Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol de acuerdo a su clasificación para cada uno de los tratamientos. En 2 cortes.

Tratamiento	Categoría Extra Kg/Ha	Categoría I Kg/Ha	Categoría II Kg/Ha	Total Kg/Ha.
1	1350.77	1556.91	3282.82	6190.51
2	2937.67	2486.47	2033.77	7457.92
3	4254.16	2513.22	1483.51	8250.90
4	5787.75	1510.53	987.68	8285.97
5	2855.56	2856.36	2320.59	8032.52
6	3545.61	2570.07	1860.95	7976.64
7	5183.65	1679.35	1412.57	8275.59

Con los rendimientos observados en el cuadro 19, el tratamiento que mayor rendimiento total obtuvo fue el Bicarbonato de potasio 3% con (8,285.97 kg/ha), seguido del bicarbonato de sodio 3% con (8,275.59 kg/Ha) le sigue el bicarbonato de potasio 2% (8,250.90 kg/Ha).

7.3.4 Rendimiento total en kg/ha

Se obtuvo de la suma de todos los rendimientos por categoría, y se procedió a hacer un análisis de varianza como lo muestra el cuadro 20.

Cuadro 20: Análisis de varianza para el rendimiento total de frutos de papaya var. Maradol, Pueblo Nuevo, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	Significancia al 5% $F_c < F_t$
Tratamiento	6	375751451.96	62625241.99	1.9	2.99	NS
Bloque	2	36812685.26	18406342.63	.56	3.88	NS
Error	12	395342473.55	32945206.13	----	----	
Total	20	807906610.77	-----	----	----	

C.V. = 12.40%

* Altamente significativo al 5%

De acuerdo al análisis realizado, no existió diferencia estadística significativa para el rendimiento de frutos de papaya var. Maradol (kg/ha), lo que se concluye que los rendimientos fueron similares.

Cuadro 21. Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol de acuerdo a su clasificación para cada uno de los tratamientos, cosecha completa

Tratamiento	Categoría Extra Kg/Ha	Categoría I Kg/Ha	Categoría II Kg/ha	Total kg/ha
1	8104.62	9341.48	19696.96	37143.06
2	17626.05	14918.83	12202.65	44747.53
3	25525.00	15079.36	8901.08	49505.44
4	34726.53	9063.20	5926.13	49715.86
5	17133.38	17138.20	13923.58	48195.16
6	21273.70	15420.44	11165.70	47859.84
7	31101.95	10076.15	8475.45	49653.55

Como lo indica el cuadro 20, estadísticamente los rendimientos son similares, pero en el cuadro 21, podemos observar que el bicarbonato de potasio y sodio al 3% tienen mejor rendimiento en la categoría extra, esto nos indica que el daño de *C. gloesporioides*, se redujo con la aplicación de bicarbonato de sodio y potasio al 3%.

7.4 Análisis económico

Se realizó a partir del registro de la inversión que se tuvo por efecto del experimento, un análisis de rentabilidad.

Cuadro 22. Análisis económico por cada tratamiento en frutos de papaya var. Maradol, cosecha completa.

Tratamiento	Producción por Categoría Kg/ha	Producción Total Kg/ha	Ingreso Bruto	Costo Producción Total	Relación B/C	Rentabilidad	Eficacia Tratamiento
Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)	Extra= 8,104.62 I=9,341.48 II=19,696.96	37,143.06	Q 41,355.30	Q 41,477.00	Q 0.00	0.00%	0.00%
Bicarbonato de potasio 1%	Extra= 17,626.05 I=14,918.83 II=12,202.65	44,747.53	Q 61,371.67	Q 42,563.44	Q 1.44	44.18%	22.78%
Bicarbonato de potasio 2%	Extra= 25,525.00 I=15,079.36 II=8,901.08	49,505.44	Q 74,122.50	Q 43,649.89	Q 1.69	69.81%	38.16%
Bicarbonato de potasio 3%	Extra= 34,726.53 I=9,063.20 II=5,926.13	49,715.87	Q 81,397.58	Q 44,736.34	Q 1.81	81.94%	62.17%
Bicarbonato de sodio 1%	Extra= 17,133.38 I=17,138.20 II=13,923.58	48,195.16	Q 64,579.67	Q 42,020.22	Q 1.53	53.68%	24.28%
Bicarbonato de sodio 2%	Extra= 21,273.70 I=15,420.44 II=11,165.70	47,859.84	Q 68,165.52	Q 42,563.44	Q 1.60	60.15%	27.88%
Bicarbonato de sodio 3%	Extra= 31,101.95 I=10,076.15 II=8,475.45	49,653.55	Q 77,704.98	Q 43,106.67	Q 1.80	80.26%	55.49%

De acuerdo al análisis económico, el bicarbonato de potasio 3% obtuvo el mejor rendimiento con 49,505.44 kg/ha, obteniendo un ingreso bruto de Q 81,397.58, quedando con una relación B/C de Q 1.81, esto debido a que el tratamiento tuvo una eficacia del 62.17% en el control de *C. gloesporioides*, en comparación con los demás tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

Se determinó que el Bicarbonato de potasio 3% (T4) fue el mejor tratamiento mostrando el menor daño con 30.20% de daño en frutos ocasionado por *Colletotrichum gloesporioides*, comparado con el Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃) (T1) que mostró el 78.18% de daño en frutos ocasionado por *Colletotrichum gloesporioides*.

Se determinó que el Bicarbonato de potasio 3% (T4) obtuvo el mayor rendimiento en frutos con el 69.85% de frutos categoría extra, 18.23% categoría I, 11.92% categoría II, seguido por el Bicarbonato de Sodio 3% (T7) obtuvo 61.87% de frutos categoría extra, 20.71% categoría I, 17.42% categoría II.

Se determinó que el tratamiento que mayor rendimiento obtuvo fue el Bicarbonato de Potasio 3% (T4) con 49,715.86 kg/ha, seguido por el Bicarbonato de Sodio 3% (T4) con 49,653.55 kg/ha, y el que menor rendimiento obtuvo fue el Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃) (T1) con 37,143.06 kg/ha

Se determinó que el Bicarbonato de Potasio 3% (T4) con Q 1.81 obtuvo la mayor relación costo/beneficio.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda para el control de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de papaya variedad Maradol, bajo las condiciones del municipio de la Blanca, San Marcos; incorporar a un plan fitosanitario el Bicarbonato de potasio al 3% a una dosis de 2 kg/ha, debido a que presentó dentro de la investigación una mayor eficacia del 62.17% en el control de *C. gloesporioides*, para reducir costos en el control de la enfermedad.

Se recomienda hacer investigaciones de aplicación de bicarbonato de Potasio y Sodio en diferentes variedades de papaya cultivadas en la zona.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta N, León G. (2003). El cultivo de papaya en el piedemonte llanero: guía de manejo para pequeños productores. Corpoica, Colombia, Boletín Divulgativo No. 10.
- Albornett N, YJ; Sanabria de Albarracín, NH. (1994). Diagnóstico de las enfermedades fúngicas en frutos de lechosa (*Carica papaya*) y melón (*Cucumis melo*) para exportación. Maracay, Venezuela.. Revista de la Facultad de Agronomía
- CENTA (1995). Cultivo de la Papaya. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), El Salvador, C. A:
- CODEX STAN (1993). Norma del CODEX para Papaya. Revisión 2001. Enmienda 2005, 2011.
- Daborío A, D; Sáez M, M V; Arauz C, I, F. (s.f). Efecto del calcio en aplicaciones precosecha según la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Sacc.) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya* L.). Costa Rica, MercaNet.
- De la Cruz, S, J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- Horst, A. J. (1992), Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24:109–112.
- Jiménez, J. A. D. (2002). El Cultivo de la Papaya Maradol. Editorial EARTH. Costa Rica. 108p.
- Malo S, Campbell C. 1994. La Papaya. Universidad de Florida (Estados Unidos), 3 p.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (1999). Manual del Cultivo de Papaya (*Carica Papaya*). Guatemala 43 p.
- Nishijima, WT. (1999). Common names of plant diseases: diseases of papaya (*Carica papaya*) (en línea). US, APS. Consultado 20 mayo 2015). Disponible en: <http://www.apsnet.org/online/common/names/papaya.asp>
- Nodals, R. (1967). El Papayo "Maradol". Dirección Nacional de Frutales.

- Olmos, O. R. y Taboada, L. (1975). Selección de semillas y composición de plantas de papaya en dos zonas de vida diferente. Tesis. Universidad Nacional, Medellín. pp. 518.
- Reyes C. (2003). Los recursos genéticos de la familia *Caricaceae* en el mejoramiento de *Carica papaya* L. en Colombia. Memorias Taller Internacional sobre *Caricaceae*. Colombia, 1: 28-32.
- Rodríguez P, M^a.C. (1989). Estudio sobre la fenología, comportamiento floral, productividad y características del fruto de papaya (*Carica papaya* L.) en varios cultivares del grupo "Solo", con especial referencia a la carpeloidía, en las condiciones canarias. Universidad de La Laguna. Tesis Doctoral. 280 p.
- Rosenhein, J. A.; Hoy, M. (1987). Confidence intervals for Abbott's Formula correction of bioassay data for control response. J. Econ. Entomol. 82(2):331-335.
- Salazar T, A. D. (2015). Evaluación de la actividad fungicida de dos Bicarbonatos y un carbonato en condiciones In Vitro e In Vivo. Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca,
- Sherwood, R. T.; C. C. Berg; M. R. Hoover; K. E. Zeiders (1993). Illusions in Visual Assessment of Stagonospora Leaf Spot of Orchardgrass, Phytopathology 73: 173-177, EE. UU., 1983.
- Simmons, C. H.; Tárano, J. M., Pinto, J.A. (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona, Guatemala. José de Pineda Ibarra. p. 175-293.
- Software to calculate probit analyses according to Finney (2011), Which is used to illustrate the relation between stimulus and response in toxicological and biological studies.
- Vásquez, F. J. (1999). Aspectos biológicos relacionados con la floración, polinización, fecundación y formación de frutos y semillas. Facultad de Agronomía, FAUSAC, Guatemala, USAC. p. 11-12.
- Zepeda, F. (2006). Cultivo de de papaya: recopilación bibliográfica de producción y manejo de papaya. Guatemala, MAGA, Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP). 65 p.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Cronograma de actividades

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
Preparación del terreno	X																											
Marcado de unidades experimentales	X																											
Adquisición de pilones	X																											
Siembra de barreras vivas	X																											
Siembra	X																											
Labores culturales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Preparación de tratamientos			X				X				X			X			X			X			X					
Calibración de equipo			X				X				X			X			X			X			X					
Aplicación de tratamientos			X				X				X			X			X			X			X					
Toma de datos				X				X				X			X				X				X					
Tabulación de datos																								X	X			
Análisis y discusión de resultados																									X	X		
Elaboración de informe																									X	X		
Presentación de informe final																											X	

Anexo 2. Ubicación del municipio de la Blanca, San Marcos



ANEXO 3. Análisis químico del suelo.

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: HECTOR LOPEZ	DOC. ACIL-1058-15
FINCA: LA BLANCA	PROF.
CULTIVO: PAPAYA - SIEMBRA NUEVA	FECHA: 15-12-2015
MUNICIPIO: LA BLANCA	DEPTO: SAN MARCOS

NUTRIENTES		RANGOS ADECUADOS
N-total (g/kg)	2,24	D 3.0-6.0
P Mehlich (mg/dm3)	48,77	E 15-20
K (mg/dm3)	211,00	A 160-230
Ca (mg/dm3)	1770,00	A 800-2200
Mg (mg/dm3)	311,25	E 85-180
S (mg/dm3)	15,43	D 35-40
B (mg/dm3)	0,73	A 0.5-1.5
Fe (mg/dm3)	16,50	D 30-50
Cu (mg/dm3)	2,15	A 2 A 10
Mn (mg/dm3)	20,00	E 5 A 10
Zn (mg/dm3)	5,20	A 3 A 10
OTRAS CARACTERISTICAS		
pH (agua - 1:2.5)	7,16	E 5.8-6.3
pH CaCl2	6,12	E 5.5-6.0
C.e. (dS/m)	0,14	A MENOR DE 2
M.O. (g/kg)	63,35	A 40 A 100
C.I.C. Efectiva (mmolc/dm3)	119,84	A 75 A 150
Acidez (mmolc/dm3)	1,00	D 10 A 25
Al (mmolc/dm3)	0,50	D 3 A 5
Arcilla (g/kg)	11,61	
Limo (g/kg)	19,28	
Arena (g/kg)	69,12	
Clase Textural	Franco Arenoso	
RELACIONES CATIONICAS		
Ca/Mg	3,45	D 4.00-5.00/1
Ca/K	16,37	A 5.00-20.00/1
Mg/K	4,75	A 3.00-10.00/1
Ca+Mg/K	21,11	A 3.00-25.00/1
100K/Ca+Mg+K	10,86	A 4.00-25.00/1
COMPLEJO ADSORBENTE		
Ca (%)	73,40	A 65.00-80.00
Mg (%)	21,29	E 15.00-20.00
K (%)	4,48	A 3.00-7.00
Al (%)	0,42	D 5.00-10.00
H (%)	0,42	D 10.00-15.00

SIMBOLOGIA: D = Deficiente; A = Adecuado; E = Exceso

Ref. 15-2863

ANEXO 4. Programa de fertilización de acuerdo al análisis de suelo.

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:

Suelos de textura franco arenosa, levemente alcalinos (pH CaCl_2 mayor de 8.0), deficientes contenidos de nitrógeno, azufre, hierro, acidez y aluminio; exceso de fósforo, magnesio y manganeso.

Las relaciones cationicas presentan desbalance en la relación Ca/Mg. Las relaciones cationicas evidencian alto porcentaje de saturación de magnesio y bajo de aluminio e hidrógeno.

PARA PAPAYA – Primer año

Un mes después de la siembra aplicar 2.0 onzas/planta de 19-4-19; dos meses después aplicar 1.0 onzas/planta de sulfato de amonio y al final de las lluvias aplicar 1.0 onzas/planta de 20-0-20.

Realizar aplicaciones foliares con productos que contengan todos los nutrientes, en dosis comercial sugerida por el fabricante.

Ing. Agr. Margarita Hurtarte de Colocho
Especialista en Análisis de Suelos, Plantas y
Fisiología Vegetal.

ANEXO 5. Costo de producción sin agregar costo del tratamiento.

Descripción	Cantidad	Unidad media	Costo Unitario (Q)	Costo total (Q)
Arrendamiento con microaspersores	1	Hectárea	Q 6,900.00	Q 6,900.00
Arado	1	Hectárea	Q 345.00	Q 345.00
Rastra	2	Hectárea	Q 250.00	Q 500.00
Ahoyado	2500	Hoyo	Q 0.30	Q 750.00
INSUMOS				
Plántulas	2500	Plántulas	Q 3.50	Q 8,750.00
Insecticidas	13	Litros	Q 90.00	Q 1,170.00
Material Herramienta				Q 2,500.00
Fungicidas	2	Litros	Q 175.00	Q 350.00
Acaricida	4	Litros	Q 120.00	Q 480.00
Herbicidas	18	Litros	Q 40.00	Q 720.00
Adherente	8	Litros	Q 25.00	Q 200.00
Combustible	72	Galones	Q 21.00	Q 1,512.00
Foliares	9	Litros	Q 60.00	Q 540.00
Fertilizantes	8	Quintales	Q 228.00	Q 2,060.00
MANO DE OBRA				
Fertilizantes	33	Jornales	Q 75.00	Q 2,475.00
Control mecánico malezas	12	Jornales	Q 75.00	Q 900.00
Deshoje y piteado	25	Jornales	Q 75.00	Q 1,875.00
Trasplante	6	Jornales	Q 75.00	Q 450.00
Insecticidas y fungicidas	30	Jornales	Q 75.00	Q 2,250.00
Cosecha	90	Jornales	Q 75.00	Q 6,750.00
Total				Q 41,477.00

ANEXO 6. Costo de aplicación por tratamiento.

Tratamiento	Kg/ha	Precio unitario		Costo total
		Kg		
Testigo absoluto agua (sin H2CO3) (T1)	0	Q	-	Q -
Bicarbonato de Potasio 1% (T2)	30.83	Q	35.24	Q 1,086.44
Bicarbonato de Potasio 2% (T3)	61.66	Q	35.24	Q 2,172.89
Bicarbonato de Potasio 3% (T4)	92.49	Q	35.24	Q 3,259.34
Bicarbonato de sodio 1% (T5)	30.83	Q	17.62	Q 543.22
Bicarbonato de sodio 2% (T6)	61.66	Q	17.62	Q 1,086.44
Bicarbonato de sodio 3% (T7)	92.49	Q	17.62	Q 1,629.67

ANEXO: 7 Prueba de Shapiro Wilks para las diferentes variables.

Prueba de Shapiro-Wilk

a. Hipótesis.

Ho: La variable tiene una distribución normal.

Ha: La variable no tiene una distribución normal.

$$W_c = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para los datos de cada una de las variable para el control de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol.

Variable	No.	Media	W* Calculada	W* Tabulada	Distribución
INCIDENCIA	21	52.74%	0.92	0.803	Normal
SEVERIDAD	21	5.19%	0.90	0.803	Normal
% CATEGORIA EXTRA	21	46.36%	0.95	0.803	Normal
% CATEGORIA I	21	27.55%	0.95	0.803	Normal
% CATEGORIA II	21	25.69%	0.89	0.803	Normal
RENDIMIENTO CATEGORIA EXTRA	21	3,702.22 kg/ha	0.91	0.803	Normal
RENDIMIENTO CATEGORIA I	21	2,166.08 kg/ha	0.95	0.803	Normal
RENDIMIENTO CATEGORIA II	21	1,911.51 kg/ha	0.92	0.803	Normal

Valor al 95%

Regla: $W_c \leq W_t$ Rechazamos la Ho.

$W_c \geq W_t$ Aceptamos la Ho.

ANEXO 8: Cuadros de incidencia, severidad, categorías de frutos y rendimientos en frutos para cada tratamiento.

Porcentaje de incidencia de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol, para cada tratamiento.

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	81.81%	80.00%	72.72%	78.18%
2	54.54%	63.63%	63.63%	60.60%
3	50.00%	41.66%	54.54%	48.73%
4	27.27%	30.00%	33.33%	30.20%
5	50.00%	58.33%	70.00%	59.44%
6	58.33%	70.00%	41.66%	56.66%
7	36.36%	36.36%	33.33%	35.35%

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Porcentaje de severidad de *Colletotrichum gloesporioides*, en frutos de Papaya variedad Maradol, para cada tratamiento.

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	9.00	10.00	9.00	9.00
2	6.00	6.50	7.00	6.50
3	4.00	3.00	4.00	3.67
4	3.00	2.00	3.00	2.67
5	7.00	6.00	7.50	6.83
6	3.50	4.00	4.50	4.00
7	3.00	4.00	4.00	3.67

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Porcentaje de frutos categoría “Extra” en el rendimiento para cada tratamiento

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	27.27	20.00	18.18	21.82
2	45.45	36.36	36.36	39.39
3	60.00	58.33	36.36	51.56
4	54.55	80.00	75.00	69.85
5	33.33	33.33	40.00	35.55
6	41.67	50.00	41.67	44.45
7	63.64	63.64	58.33	61.87

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Porcentaje de frutos categoría “I”, para cada tratamiento

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	27.27	30.00	18.18	25.15
2	27.27	27.27	45.45	33.33
3	30.00	25.00	36.36	30.45
4	36.36	10.00	8.33	18.23
5	33.33	33.33	40.00	35.55
6	33.33	30.00	33.33	32.22
7	18.18	27.27	16.67	20.71

Referencia:

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Porcentaje de frutos categoría “II”, para cada tratamiento

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	45.45	50.00	45.45	53.03
2	27.27	36.36	18.18	27.27
3	10.00	16.67	27.27	17.98
4	9.09	10.00	16.67	11.92
5	33.33	33.33	20.00	28.89

6	25	20.00	25.00	23.33
7	18.18	9.09	25.00	17.42

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol categoría “Extra” para cada tratamiento (en dos cortes).

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	1405.76	1293.60	1352.95	1550.77
2	2788.08	3119.99	2904.99	2937.68
3	4431.82	5339.25	2992.41	4254.49
4	4772.73	6375.35	6215.17	5787.75
5	2651.52	2933.38	2981.78	2855.56
6	3287.88	3493.17	3855.78	3545.61
7	5170.57	5378.49	5001.89	5183.65

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Rendimiento de frutos de papaya var. maradol categoría “I” para cada tratamiento, (en dos cortes).

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	1545.45	1780.55	1344.73	1556.91
2	2502.27	2588.62	2368.52	2486.47
3	2012.16	2013.86	3513.64	2513.22
4	2621.51	919.20	959.88	1510.53
5	2900.00	2975.56	2693.52	2856.36
6	2575.10	2425.00	2710.11	2570.07
7	1662.06	1950.23	1425.76	1679.05

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de potasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

Rendimiento en kg/Ha de frutos de papaya var. Maradol categoría II, para cada tratamiento, (en dos cortes).

Tratamiento	R-I	R-II	R-II	MEDIA
1	2929.90	2941.31	3977.25	3282.82
2	1855.00	2114.23	2131.02	2033.75
3	1450.88	1236.88	1762.77	1483.51
4	946.06	962.38	1054.6	987.687
5	2124.27	2514.74	2322.76	2320.59
6	1784.95	1936.56	1861.34	1860.95
7	1136.36	1478.18	1620.17	1412.57

Referencia:

T1 Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃)

T2 Bicarbonato de potasio 1%

T3 Bicarbonato de potasio 2%

T4 Bicarbonato de patasio 3%

T3 Bicarbonato de sódio 1%

T5 Bicarbonato de sódio 2%

T7 Bicarbonato de sódio 3%

ANEXO 9. Identificación de parcelas y siembra de pilones de papaya.



ANEXO 10. Plantación de papaya variedad maradol de 2.5 meses



Selección de la planta hermafrodita.

ANEXO 11. Antes de aplicar Bicarbonato.



Medición del pH después de diluir el bicarbonato de potasio al 3%.

ANEXO 12. Barrera viva con Rosa de Jamaica.



Planta con frutos cuajados.

ANEXO 13. Frutos a cosecha



Peso del Bicarbonato.

ANEXO 14. Cuadro de medición del pH antes de la mezcla y después de la mezcla.

Tratamiento	pH sin producto	pH con producto
Testigo absoluto agua (sin H₂CO₃) (T1)	7.0	7.0
Bicarbonato de Potasio 1% (T2)	7.0	8.2
Bicarbonato de Potasio 2% (T3)	7.0	8.2
Bicarbonato de Potasio 3% (T4)	7.0	8.4
Bicarbonato de sodio 1% (T5)	7.0	8.1
Bicarbonato de sodio 2% (T6)	7.0	8.1
Bicarbonato de sodio 3% (T7)	7.0	8.3