

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN PRECOSECHA DE ETEFÓN EN LA MADURACIÓN DE JOCOTE;  
JACALTENANGO, HUEHUETENANGO.**

TESIS DE GRADO

**EMANUEL OVIDIO CARMELO ROS**

CARNET 15848-13

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN PRECOSECHA DE ETEFÓN EN LA MADURACIÓN DE JOCOTE;  
JACALTENANGO, HUEHUETENANGO.**

TESIS DE GRADO

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

POR  
**EMANUEL OVIDIO CARMELO ROS**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**



DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 29 octubre de 2019

Honorable Consejo de  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final del Trabajo de Tesis del estudiante Emanuel Ovidio Carmelo Ros 1584813, titulado: **EVALUACIÓN DE ETEFÓN EN LA MADURACIÓN DE JOCOTE; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**. El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



---

**Ing. Otoniel García Cifuentes**  
**Colegiado No. 1,618**



## Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EMANUEL OVIDIO CARMELO ROS, Carnet 15848-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06176-2020 de fecha 21 de septiembre de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN PRECOSECHA DE ETEFÓN EN LA MADURACIÓN DE JOCOTE;  
JACALTENANGO, HUEHUETENANGO.**

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 22 días del mes de septiembre del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	2
2.1. Cultivo del Jocote .....	2
2.1.1. Origen.....	2
2.1.2. Clasificación taxonómica .....	2
2.1.3. Contenido nutricional.....	2
2.1.4. Establecimiento del cultivo .....	3
2.1.5. Mantenimiento de la plantación .....	4
2.1.6. Características morfológicas .....	7
2.1.7. Usos.....	8
2.1.8. Requerimiento climático.....	8
2.1.9. Requerimiento edáfico.....	9
2.1.10. Principales plagas y enfermedades.....	10
2.1.11. Comercialización.....	11
2.1.12. Importancia económica.....	12
2.2. Fisiología general en maduración.....	13
2.3. Etefón .....	13
2.3.1. Metabolismo del etefón en las plantas.....	14
2.3.2. Modo de acción.....	14
2.4. Etileno.....	14
2.4.1. Efectos fisiológicos del etileno.....	15
2.5. Antecedentes.....	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	22

4. OBJETIVOS.....	23
4.1. GENERAL .....	23
4.2. Específicos.....	23
5. HIPÓTESIS .....	24
5.1. Hipótesis alternativa .....	24
6. METODOLOGÍA .....	25
6.1. Localización .....	25
6.2. Material experimental.....	25
6.2.1. Jocote ( <i>Spondias purpurea</i> L.).....	25
6.2.2. Etefón. ....	25
6.3. Factor a estudiar .....	25
6.4. Descripción de los tratamientos.....	25
6.5. Diseño experimental.....	26
6.6. Modelo estadístico.....	26
6.7. Unidad experimental .....	27
6.8. Croquis de campo.....	27
6.9. Manejo del experimento .....	28
6.9.1. Identificación de la plantación. ....	28
6.9.2. Muestreo de maduración. ....	28
6.9.3. Aplicación de etefón. ....	29
6.9.4. Cosecha. ....	29
6.9.5. Recolección de datos.....	29
6.10. Variables de respuesta .....	30
6.10.1. Porcentaje de maduración. ....	30



6.10.2. Rendimiento (rejas/ha).....	30
6.10.3. Vida de anaquel.....	30
6.10.4. Maduración precoz.....	31
6.10.5 Firmeza del fruto.....	31
6.10.6. Concentración de sólidos solubles totales (°Brix). ....	31
6.11. Análisis de la información.....	32
6.11.1. Análisis estadístico.....	32
6.11.2. Análisis económico.....	32
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
7.1. Porcentaje de maduración.....	33
7.2. Rendimiento (rejas/ha) .....	34
7.3. Vida de Anaquel .....	36
7.4. Maduración precoz .....	39
7.5. Firmeza del fruto .....	41
7.5.1. Primera medición (0 horas).....	42
7.5.2. Segunda medición (48 horas).....	44
7.5.3. Tercera medición (96 horas). ....	45
7.6. Concentración de Sólidos Solubles Totales (°Brix). ....	47
7.6.1. Primera medición (0 horas).....	48
7.6.2. Segunda medición (48 horas).....	49
7.6.3. Tercera medición (96 horas). ....	51
7.7. Análisis económico .....	52
8. CONCLUSIONES .....	56
9. RECOMENDACIONES .....	58

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
11. ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Plan de fertilización de la producción del cultivo del Jocote.....	6
Tabla 2. Dosis de etefón en partes por millón (ppm) para la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango, 2018.....	26
Tabla 3. Porcentaje de maduración de frutos por cada corte realizado durante la cosecha en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	33
Tabla 4. Rendimiento total de la cosecha de Jocote en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	35
Tabla 5. Análisis de varianza del rendimiento total de Jocote en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	36
Tabla 6. Vida en anaquel de los frutos (número de días), en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	37
Tabla 7. Análisis de varianza de los días de vida en anaquel de los frutos, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	38
Tabla 8. Comparación de medias (Tukey) de los días de vida en anaquel de los frutos, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	38
Tabla 9. Frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	39
Tabla 10. Análisis de varianza de frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	40
Tabla 11. Comparación de medias (Tukey) de frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	41
Tabla 12. Firmeza media de cada tratamiento en los tres momentos de medición, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	42

Tabla 13. Firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	43
Tabla 14. Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	43
Tabla 15. Firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	44
Tabla 16. Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	45
Tabla 17. Firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	46
Tabla 18. Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> ) en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	46
Tabla 19. Concentración de SST promedio de cada tratamiento en los tres momentos de medición en °Brix, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	47
Tabla 20. Concentración de SST en °Brix en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	48
Tabla 21. Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	49

Tabla 22. Concentración de SST en °Brix en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	50
Tabla 23. Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	50
Tabla 24. Concentración de SST en °Brix en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	51
Tabla 25. Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	52
Tabla 26. Rentabilidad económica por hectárea de cada uno de los tratamientos en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	53
Tabla 27. Resumen de variables respuesta en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Unidad experimental en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango, 2018.....	27
<i>Figura 2.</i> Área experimental en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango. 2018.....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Grafica 1.</i> Porcentajes de maduración de cada tratamiento y por cada corte realizado durante la cosecha en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	34
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Precio de venta por reja de Jocote en cada fecha donde se hizo el corte de la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	67
Anexo 2. Rendimiento en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	68
Anexo 3. Condiciones ambientales de almacenamiento de los frutos cosechados en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.....	69
Anexo 4. Costo de producción por hectárea de tratamiento uno en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	71
Anexo 5. Costo de producción por hectárea de tratamiento dos en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	73
Anexo 6. Costo de producción por hectárea de tratamiento tres en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	75

Anexo 7. Costo de producción por hectárea de tratamiento cuatro en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	77
Anexo 8. Costo de producción por hectárea de tratamiento cinco en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018. ....	79
Anexo 9. <i>Planta de Jocote en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.</i> .....	80

# **EVALUACIÓN PRECOSECHA DE ETEFÓN EN LA MADURACIÓN DE JOCOTE; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO**

## **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes dosis de etefón para la maduración de Jocote, en el municipio de Jacaltenango, Huehuetenango; para ello se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando las siguientes dosis de etefón: T1 (300 ppm), T2 (600 ppm), T3 (900 ppm), T4 (1200 ppm) y T5 (testigo absoluto). Las variables de respuesta fueron: porcentaje de maduración, rendimiento en rejas por hectárea, vida en anaquel, maduración precoz, firmeza de la fruta en  $\text{kg/cm}^2$  y concentración de Sólidos Solubles Totales en  $^{\circ}\text{Brix}$ , y finalmente se realizó un análisis económico de rentabilidad de todos los tratamientos evaluados. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se pudo determinar que en la variable de porcentaje de maduración, todos los tratamientos con etefón son mejores en relación al tiempo de cosecha, alcanzando los mejores precios con los tratamientos de etefón; en la variable de rendimiento en rejas por hectárea, todos los tratamientos con etefón son estadísticamente iguales; en vida en anaquel los tratamientos cinco, uno y dos, son estadísticamente iguales, siendo entonces los mejores tratamientos al no disminuir demasiado los días de vida en anaquel; en cuanto a firmeza y concentración de SST no existe diferencia significativa, únicamente en la maduración precoz, donde los tratamientos, cinco, uno, dos y tres son estadísticamente iguales, siendo los mejores tratamientos. Por lo tanto, se llega a la conclusión que los productores de Jocote pueden incrementar sus utilidades sin reducir la vida en anaquel y la calidad de la fruta, utilizando dosis que no excedan las 600 ppm de etefón y con ello lograr una mejor rentabilidad.



## 1. INTRODUCCIÓN

El Jocote (*Spondias purpurea* L.) es una especie originaria de Centroamérica y México, en Guatemala cuenta con una producción de 1597.71 ha en las que se encuentran distintas variedades (INE, 2013).

El Jocote de verano dentro de su fenología, la cosecha se realiza en los meses de marzo a mayo y esto favorece la comercialización, debido a que son épocas en que la presencia de frutas en el mercado es escasa. La mayoría de los productores no le han dado mucha importancia al cultivo y por ello lo han venido produciendo de forma empírica. Sin embargo, es un cultivo potencial para aumentar la generación de ingresos por lo que han empezado a realizar algunas prácticas agrícolas (Cruz, 2007).

Uno de los aspectos que desmotiva al agricultor en seguir mejorando su producción es la baja rentabilidad que se tiene y esto se debe a que se comercializa cuando el precio se encuentra bajo, por lo que se ve la necesidad de tener la producción en el momento que el precio se encuentra alto (al inicio de la cosecha) para aumentar los ingresos (Morales, 2010).

La maduración de las frutas está programada genéticamente y se debe a varios procesos bioquímicos y fisiológicos que definen su color, textura, aroma y sabor. Sin embargo, algunos procesos que determinan la maduración se pueden alterar mediante la aplicación precosecha y postcosecha de sustancias químicas, donde destacan los reguladores del crecimiento como el etileno (Singh, Pathak, Singh y Dwivedi, 2007 citado por Osuna, Sañudo, Muy, Basilio, Valdez, Hernández y Villareal, 2012).

Por tal razón se utilizaron diferentes dosis de etefón como fuentes de etileno, para la maduración del Jocote y con ello evaluar el porcentaje de maduración, rendimiento, vida de anaquel, maduración precoz, firmeza y concentración de SST para cada una de las dosis.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo del Jocote

**2.1.1. Origen.** Según Vanegas (2005), el Jocote es nativo del Sur de México, Centro América y de las Antillas. En la actualidad se encuentra diseminado por el Caribe y América Tropical. Además, exploradores españoles llevaron esta especie a Filipinas, donde se adaptó ampliamente. Se introdujo en el Sur de la Florida, principalmente como curiosidad. Su nombre proviene del náhuatl “Xocotl”, término genérico para los frutos agrios.

**2.1.2. Clasificación taxonómica.** A continuación, podemos observar la clasificación de la especie de Jocote:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Diplostemona

Orden: Terebintales

Familia: Anacardiaceae

Género: *Spondias*

Especie: *purpurea* L.

Nombres comunes: Jocote, cirgüelo, ciruela colorada, ciruela común, ciruela jobo, ciruelo de hueso (Arias, 1988 citado por Morataya, 2004).

**2.1.3. Contenido nutricional.** De acuerdo con Vanegas (2005), la pulpa de Jocote posee un buen sabor y aroma. También es una fuente de minerales como calcio, hierro y vitaminas como A y C, que forman parte importante en la dieta alimentaria de la población.

#### **2.1.4. Establecimiento del cultivo**

**a. Época de establecimiento.** Esta actividad se realiza en abril debido a que el tipo de reproducción de la especie es por estacas de 0.5 a 1.2 metros de longitud y 0.05 a 0.10 metros de diámetro. Estos esquejes provienen de las podas que se realizan en el cultivo y si el establecimiento se realiza en época lluviosa, los esquejes tienden a podrirse antes de tener nuevos brotes (Vanegas, 2005).

**b. Preparación del terreno.** Debido a que las áreas donde se producen en Guatemala son muy pedregosas, la preparación del terreno consiste en una limpieza del lugar, realización del ahoyado con barra tratando de eliminar piedras que obstaculicen el desarrollo inicial de raíces. Esta actividad se realiza a finales de marzo y las dimensiones de los agujeros son de 0.35 a 0.75 metros de profundidad con un diámetro de 0.2 a 0.4 metros (ANACAFE, 2011).

**c. Distanciamiento de siembra.** La fruticultura moderna en relación a huertos orienta a tener distanciamientos reducidos para que el rendimiento por árbol sea compensado por el rendimiento por unidad de área y tal recomiendan distanciamientos reducidos, pero el distanciamiento más utilizado es el de 5 metros cuadrados (ANACAFE, 2011).

**d. Selección de material de siembra.** Para la selección del material a utilizar en una nueva plantación, debe provenir de plantaciones productivas y sanas. Estos no deben tener daños mecánicos para prevenir la penetración de enfermedades a la nueva plantación (Vanegas, 2005).

**e. Ahoyado.** Esta práctica se realiza preferiblemente un mes antes de la siembra de esquejes para promover la solarización del suelo y que esto contribuya a un control de plagas y enfermedades en el suelo que puedan afectar el cultivo. Los meses ideales para ejecutar esta actividad en el establecimiento es marzo y así la siembra de esquejes se realiza a mediados de abril (Vanegas, 2005).

*f. Siembra de esquejes.* Las estacas se plantan en posición casi vertical a ligeramente inclinada de modo de que queden por lo menos dos yemas enterradas, aunque en terrenos con pendientes arriba del 15% la inclinación se deja con un ángulo del tronco con respecto al suelo de 30° lo que facilitará las labores de cosecha posteriormente. La fecha idónea para la siembra es en el mes de abril a partir del día 15 en adelante cuando ya han caído una o dos lluvias. Se ha realizado siembras en otros meses posteriores pero el riesgo de pérdida de los vástagos es mayor por lo que se considera conveniente no pasar del 15 de mayo (ANACAFE, 2011).

*g. Resiembra.* Transcurridos 30 días, se debe inspeccionar la siembra para verificar la existencia de esquejes perdidos, estimando un 5% de pérdida como normal, si existe un mayor porcentaje se deben identificar los factores que pudieron influir y evitarlos. Realizada la inspección, se deben retirar los esquejes perdidos y reiniciar la resiembra (Vanegas, 2005).

### **2.1.5. Mantenimiento de la plantación**

*a. Poda.* Según Vanegas (2005), en la fruticultura moderna, las podas son una práctica indispensable para el manejo de una plantación de cualquier tipo de frutales. En el caso del Jocote se pueden realizar cuatro tipos de podas, las cuales tienen diferentes objetivos, pero la finalidad es el manejo adecuado de la plantación. A continuación, se describen estas podas:

**Poda de formación:** consiste en el despunte de la planta para estimular las yemas laterales y así evitar el crecimiento vertical de la misma. Se eligen ramas cercanas al suelo y centrales, evitando con ello el gasto innecesario de energía de la planta. Se recomienda realizarla al segundo año, en el mes de mayo, utilizando las herramientas adecuadas. El material de las podas se puede utilizar para ampliar el área de siembra (Vanegas, 2005).

**Poda de mantenimiento:** el objetivo de estas podas es mantener la copa de las plantas compacta y uniforme. Las ramas con demasiado crecimiento vertical se eliminan para evitar la formación de falsas copas y mantener el equilibrio de la planta. Además, permite tener igualdad de la longitud de las ramas primarias y secundarias (Vanegas, 2005).

**Poda fitosanitaria:** consiste en eliminar materiales con daños mecánicos como rajaduras o quebraduras. Estos daños facilitan la entrada de plagas o enfermedades. También se deben eliminar ramas con daños de plagas o enfermedades. Para evitar la propagación de plagas o enfermedades, se recomienda iniciar las podas en plantas sanas, que no presenten ningún síntoma y finalizar con

las plantas infectadas. Posteriormente todas las ramas eliminadas se deben sacar de la plantación y quemarlas para evitar fuentes de inóculo (Vanegas, 2005).

**Poda productiva:** consiste en incrementar el área o ramas productoras de las plantas. En este sentido, se deben podar las ramas terminales o verticales muy vigorosas para estimular el crecimiento de ramillas laterales de crecimiento horizontal, de menor vigor y más productoras. El corte se debe realizar con una inclinación de 35 a 45°, en dirección contrario a la yema. Cuando los árboles no reciben podas, crecen verticalmente dificultando la cosecha, y el centro de la planta se vuelve improductivo. Esta poda se debe realizar por bloques o de forma parcial, porque las ramas productoras de Jocote son las que tienen al menos un año de edad y las ramas en que se realicen las podas, producirán hasta el siguiente año (Vanegas, 2005).

**b. Anillado.** Esta es una práctica que se utiliza en otros países para estimular el crecimiento lateral de ramas y cuando se realiza en los meses de mayo a junio, los resultados son mejores. La actividad consiste en realizar un anillo de un centímetro de ancho en el lugar donde se desea estimular el crecimiento de ramillas, creciendo estas debajo del corte. Aproximadamente después de dos a cuatro semanas se empiezan a observar los nuevos brotes y a ellos se les realiza un raleo para dejando únicamente las que nos interesan (Vanegas, 2005).

**c. Nutrición.** El Jocote como todo cultivo demanda cierta cantidad de nutrientes que van en relación directa con el desarrollo del cultivo, rendimiento y calidad de la cosecha. La dosis de fertilizante dependerá de la edad y desarrollo de la planta, sin embargo, se recomienda antes de fertilizar, realizar el análisis de suelo, el cual determina que cantidad y clase de nutrientes que necesita el suelo (Cruz, 2007).

De acuerdo con Vanegas (2005), el cultivo del Jocote es considerado como un árbol rústico que requiere de poca atención, mientras que para tener buena producción es necesario proveer de una adecuada nutrición de acuerdo a la edad y fenología. El enraizamiento del Jocote empieza a los diez a quince días de haber plantado y por ello la primera fertilización se realiza a los 20 a 26 días de la siembra. A continuación, se presenta un cuadro para realizar la fertilización.

Tabla 1.  
Plan de fertilización de la producción del cultivo del Jocote.

Edad	Cantidad de nutrientes (Kg)			Opción 1			Opción 2		
	N	P2O5	K2O	18-46-0	0-0-60	46% N	15-15-15	0-0-60	46% N
1er año	60	80	40	174	67	62	533	0	0
2do año	90	100	60	217	100	111	667	0	0
3er año	120	120	80	261	133	159	800	0	0
4to año	150	150	100	326	167	198	1000	0	0
5to año	250	180	150	391	250	390	1200	0	152
6to año	350	250	300	543	500	548	1667	83	217
7mo año	550	350	500	761	833	898	2333	250	435
8vo año	550	350	500	761	833	898	2333	250	435
9no año	550	350	500	761	833	898	2333	250	435
10mo año	550	350	500	761	833	898	2333	250	435

Vanegas (2005).

**d. Control de malezas.** Según Vanegas (2005), esta actividad se realiza para evitar la competencia de espacio, luz, nutrientes y agua, que incida en el desarrollo adecuado de la planta. Para esto existen alternativas de control como la utilización de insumos químicos, maquinaria agrícola, abonos verdes y personas para limpiezas manuales. Este control debe realizarse en tres momentos: al inicio, mitad y finalización de la época lluviosa; época en que las malezas ocasionan mayores problemas. Se debe hacer una limpieza general del terreno y placeos (eliminación de maleza alrededor de la planta) antes de cada fertilización.

El control de malezas disminuye la humedad relativa, permite mejor circulación del aire y la visualización de problemas en el tronco de los árboles, además las malezas son hospederos de diversas plagas. Si se utilizan abonos verdes para el control de las malezas, es necesario tener cuidado con aquellos abonos verdes que tienen hábito de enredadera, ya que pueden trepar sobre los troncos de los árboles y al no tener cuidado, causar heridas o asfixia en las plantas (Vanegas, 2005).

### **2.1.6. Características morfológicas**

**a. Raíz.** Por ser un cultivo propagado vegetativamente por vástagos, las raíces son adventicias no presentando raíz pivotante, por lo cual una de ellas realiza la función de raíz principal, profundizando hasta tres metros con una alta capacidad de exploración de volúmenes de suelo aún en terrenos pedregosos (Pappa, 2004 citado por Juárez, López, & Barahona, 2009).

**b. Corteza.** Su color es grisáceo, su textura es rugosa y rica en gomas (Pappa, 2004 citado por Juárez, et al. 2009).

**c. Árbol.** Es una planta perenne y con muchas ramificaciones, su tronco puede llegar a tener un diámetro de 0.5 metros. Las ramas forman una copa que se extiende y logran una forma abierta, lo cual favorece al momento de la cosecha (Vanegas, 2005).

**d. Hojas.** Miden de 7 a 22 centímetros de largo y de 4 a 12 centímetros de ancho, compuestas de cinco a doce partes de hojuelas de color púrpura cuando jóvenes y verdes cuando maduran, alternos y ovada oblonga de 3 a 6 centímetros de largo y de 1.5 a 3 centímetros de ancho. El árbol de Jocote, pierde sus hojas antes de iniciar las cosechas, y al pasar esta se cubre nuevamente (Pappa, 2004 citado por Juárez, et al. 2009).

**e. Flor.** Según Vanegas (2005), la flor crece en las panículas (fascículos) y nacen en las cicatrices que dejaron las hojas que defoliaron antes de la producción (por lo general, en la época seca).

Las panículas pueden tener de seis a veintiuna flores, las que crecen principalmente, en ramitas cortas, horizontales y jóvenes (de uno a dos años de edad), aunque pueden crecer en ramas secundarias de mayor edad. Algunos investigadores mencionan que las flores son polígamas, o sea masculinas, femeninas y hermafroditas (Vanegas, 2005).

La flor es pequeña, mide de 3 a 3.5 milímetros de largo, posee de cuatro a cinco pétalos de color rosado claro a oscuro, que alternan con los sépalos. Los estilos son de tres a cinco, cortos y gruesos, que sobresalen ligeramente sobre el ovario. En cada carpelo hay un óvulo; aun cuando este es fértil no se produce polinización, porque no maduran los granos de polen. Existe diferencia

de color en las flores de Jocote, siendo las de Jocote de corona de color claro, mientras que las de barón rojo de color rosado profundo (Vanegas, 2005).

**f. Fruto.** La fruta del Jocote es una drupa relativamente pequeña de 2.5 a 5 centímetros de largo, color púrpura, rojizo o amarillo. El epicarpio es firme y liso, el mesocarpio es carnosos, amarillo, jugoso y de sabor dulce acidulado. El endocarpio es duro, constituido por fibras y en su interior se encuentran unas escamas, que son los remanentes de los óvulos desarrollados. Estos óvulos no pueden ser fecundados por ausencia de granos de polen y porque las células madres de los micro poros no maduran. Por tanto, el fruto de Jocote se produce por partenocarpia (Vanegas, 2005).

Los árboles nacidos de semillas tienen crecimiento débil y baja productividad. Otras desventajas son que no se obtiene la variedad que se desea y que posee muy bajo nivel de germinación (Vanegas, 2005).

**2.1.7. Usos.** Según Vanegas (2005), actualmente los usos del Jocote son artesanales, pero posee gran potencial de agroindustria. A continuación, se detallan diferentes usos entre los actuales y los potenciales:

Hojas: se utilizan para la elaboración de jarabes, los cuales se recomiendan para personas con síntomas de anemia por su alto contenido de hierro.

Madera: el material proveniente de las podas se utiliza para su propagación.

Fruta: se consume como fruta fresca. Es utilizada para la elaboración de concentrados, para su posterior utilización en elaboración de jugos o refrescos, paletas y sorbetes. La fruta fresca se congela para su posterior consumo. Puede ser utilizado para productos envasados en salmuera o en almíbar, obteniéndose excelentes productos.

**2.1.8. Requerimiento climático.** De acuerdo con Guerrero & Teshé (2012), el cultivo de Jocote para su producción se requiere ciertas condiciones, tomando en cuenta que la cosecha se realiza en verano y se mencionan algunas importantes:

Temperatura: de 24 a 37 °C

Precipitación anual: los rangos de precipitación para el desarrollo de este cultivo oscilan entre los 800 a 1,500 milímetros anuales.



Altitud: se recomienda un rango de altitud de 0 a 800 metros sobre el nivel del mar.

Luminosidad: los cultivares deben de establecerse en lugares donde tengan una adecuada luminosidad, para evitar que la sombra de otros árboles afecte en una mala formación de la copa por competencia de luz. También esto favorece a tener una buena floración y coloración de los frutos (Vanegas, 2005).

**2.1.9. Requerimiento edáfico.** Según Cruz (2007), el Jocote se le ha considerado como un cultivo en estado silvestre o rústico, se encuentra en suelos poco profundos, con bajo contenido de materia orgánica y de nutrimentos.

**a. Profundidad.** La profundidad del suelo para el establecimiento de cultivos de Jocote debe ser mayor de un metro, para permitir un desarrollo adecuado de la raíz (Guerrero & Teshé, 2012).

**b. pH del suelo.** El rango óptimo del pH del suelo es de 5.5 a 7.0. En suelos con pH menores de 5.5, la presencia de aluminio disminuye la absorción de los nutrientes por la planta (Guerrero & Teshé, 2012).

**c. Textura.** El rango de adaptación a textura de suelo del Jocote de verano es amplio se mencionan los francos, arenosos y arcillosos. Estas texturas se pueden encontrar combinadas, no constituyendo problema para su adaptación (Guerrero & Teshé, 2012).

**d. Topografía.** El cultivo de Jocote se encuentra con un adecuado desarrollo en terrenos con diferentes topografías, desde planas, onduladas a quebradas. Para la cosecha de los frutos es necesario considerar esta condición, ya que, a mayor irregularidad de la topografía, habrá mayor dificultad para la cosecha. Para topografías onduladas y quebradas se recomienda establecer prácticas de conservación suelo y agua, tales como barreras vivas o muertas, acequias de ladera, terrazas individuales, entre otras (Guerrero & Teshé, 2012).

*e. Pedregosidad.* Al visitar diferentes plantaciones en el país, el Jocote de verano se encuentra en terrenos con nula pedregosidad, hasta terrenos con alta pedregosidad, presentando buen desarrollo y producción (Guerrero & Teshé, 2012).

**2.1.10. Principales plagas y enfermedades.** El control de plagas en este cultivo casi es nulo debido a que no se han reflejado muchas pérdidas por el efecto de las plagas y algunas plagas su costo de control es menor a las pérdidas causadas (Morataya, 2004).

*a. Plagas.* Según Vanegas (2005), se mencionan existen algunas plagas o insectos que afectan el cultivo del Jocote y se detallan a continuación:

Taladrador del Jocote (*Lagocheirus sp.*): los adultos de este insecto realizan raspaduras en la base de los troncos, donde colocan sus huevos, también los colocan en las grietas de la corteza. Las larvas se alimentan de la corteza del tallo y llegan hasta el centro del mismo. En esta actividad, hacen galerías que disminuyen o detienen en su totalidad el paso de nutrientes, causando una muerte lenta al árbol (Vanegas, 2005).

Complejo de moscas de la fruta: las moscas reportadas son la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata*, *Anastrepha obliqua* y *A. ludens*. El daño de estas moscas, inicia ovipositando los frutos en desarrollo, posteriormente las larvas consumen la pulpa, ocasionando un daño total en la fruta (Vanegas, 2005).

Ácaros: *Brevivalpus nodiflorae*, *B. phoenicis* y *B. salasi*. Los dos primeros atacan las hojas produciendo un tono amarillento, el último de éstos ataca los frutos y las hojas y se manifiesta por un amarillamiento irregular. Otro ácaro identificado es el *Tenuipalpus uvae*, el cual produce un resquebrajamiento regular en la piel del fruto, a veces se necrosa oscureciéndose (Vanegas, 2005).

Avispas (*Trigona sp.*): no son tan comunes, pero cuando se presentan producen un raspado en la piel de los frutos tiernos, restándoles calidad y valor en su comercialización (Vanegas, 2005).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, a través del Acuerdo Ministerial Número 01-2011, acordó declarar a partir del seis de enero del año 2011, como área libre de mosca del Mediterráneo a la región Los Huistas en Huehuetenango, que comprenden los municipios de Nentón, San Antonio Huista, Santa Ana Huista, Jacaltenango, San Sebastián Coatán, San Miguel Acatán, San Rafael La Independencia, Concepción Huista, Todos Santos Cuchumatán y San Mateo Ixtatán. Contando con el reconocimiento oficial (MOSCAMED, 2011).

**b. Enfermedades.** De acuerdo con Vanegas (2005), el árbol del Jocote a pesar de ser rústico es atacado por algunas enfermedades y a continuación, se detallan las registradas para Centroamérica:

Muerte Regresiva o Ajobamiento del Jocote: conocido localmente como argeño, es producida por un fitoplasma, del cual se conoce poco. Actualmente no está asociada a un vector específico, pero está claro que se dispersa por medio del material vegetativo. Los síntomas observados en campo son: un año antes de comenzar a morir la planta, la producción es sumamente abundante, pero con Jocote de baja calidad o ajobados decayendo su producción hasta llegar a morir. La muerte puede ser repentina o tardar de dos a tres años. Por lo general los productores al observar el ajobamiento, eliminan la planta posterior a la cosecha (Vanegas, 2005).

Hongo provocado por *Rosellinia* sp.: los síntomas de esta enfermedad se observan en las raíces primarias y secundarias. Al dañarse las raíces es frecuente observar amarillamiento del follaje, defoliación prematura, en ocasiones floraciones fuera de época, antes que la planta muera (Vanegas, 2005).

Lesiones por *Cercospora* sp. y *Septoria* sp.: estos afectan principalmente los folíolos de la planta. La *Cercospora* sp., produce lesiones circulares cuando se identifican en la lámina del folíolo o de forma irregular si están cerca del ápice. En la parte central la lesión es color marrón, con un halo amarillo difuso alrededor, las manchas se encuentran con mayor frecuencia en los brotes nuevos. La *Septoria* sp. produce lesiones circulares, con bordes claramente definidos y centro gris blanquecino. Los daños se ubican principalmente en las hojas maduras, cercanas al momento de la abscisión (Vanegas, 2005).

Otros de menor importancia: se han observado en precosecha *Botryodiplodia* sp., y otros de menor importancia como *Aspergillus* spp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp. y *Monilia* sp. En precosecha se han observado hongos ligados a frutos en madurez temprana como *Monilia* sp., *Phytophthora* sp., *Geotrichum* sp., *Diplodia* sp., *Sphaceloma* sp. y *Colletotrichum* sp. (Vanegas, 2005).

### **2.1.11. Comercialización**

**a. Estado de madurez para comercialización.** Para la comercialización el fruto no debe estar ni maduro ni verde, si el fruto ha madurado completamente la fruta se torna suave y sin consistencia, lo cual, no favorece su transporte (Morataya, 2004).

**b. Presentación del producto.** El producto se presenta al mercado de la misma forma en que se cosecha, luego de la selección de rigor, es colocado en canastos y ofrecido al menudeo dentro de los mercados. Aún no ha habido proyectos exitosos en darle un valor agregado y comercializar en otras presentaciones (Morataya, 2004).

**c. Forma de venta.** El producto se vende tal y como se cosecha, sin empaque individualizado. Algunas formas comunes localmente son: unidades, manos, docenas, y cientos (Morataya, 2004).

**d. Canales de comercialización.** Dentro de los canales utilizados se pueden hacer mención de dos, que son los más utilizados y dependen o varían de acuerdo al volumen de producción que tiene cada agricultor. El primero es cuando el productor le entrega al intermediario, para que éste le entregue posteriormente al consumidor final y es el más utilizado cuando el volumen de producto aumenta. La segunda es cuando el productor tiene que poner la fruta a disposición directa del consumidor final y en este canal se obtienen mayores ingresos, pero cuando está el punto más alto de la cosecha, es complicado realizarlo de esta manera y por lo tanto se opta por la primera opción (Morataya, 2004).

**2.1.12. Importancia económica.** Según la Encuesta Nacional Agropecuaria, se reporta una cantidad de 1597.71 hectáreas de producción de Jocote mientras que en el año 2003 se reporta una producción de 1328.69 hectáreas (INE, 2013).

De acuerdo con Segeplan (2010), en el Plan de Desarrollo Municipal –PDM- señala que en el municipio de Jacaltenango se tienen como productos emergentes la miel, rosa de Jamaica y el Jocote. A excepción de la miel, el resto se producen en la parte baja del municipio, entre 500 a 1000 msnm, precipitación de 800 a 1000 milímetros y temperatura de 24 a 30 °C; incluye áreas desde B'uxup y Yinch'ewex hasta La Laguna, Limonar y Catarina. Económicamente estos productos son los más importantes de esta zona, tienen capacidad actual de producción y existen iniciativas de industrialización y comercialización por parte de organizaciones locales con el apoyo de organizaciones de segundo nivel y pequeños fondos externos.

Los precios en el mercado se establecen por oferta y demanda, éstos no son fijos en la plaza y pueden variar de un día a otro. Si la producción aumenta y la demanda disminuye, el precio baja;

si la producción disminuye y la demanda aumenta; el precio sube. Otro fenómeno que se observa en el mercado es que cuando inicia la producción el precio es mayor, ya que la producción es menor, y a medida que ésta se incrementa los precios inician a estabilizarse, obteniéndose el precio real del producto (Morales, 2010).

Al momento de sufrir una caída en los precios por incremento en la oferta del producto, el proyecto se verá afectado en la generación de los flujos netos de efectivo provocando que los mismos sean menores (Morales, 2010).

Actualmente no existe ningún incentivo para el cultivo de Jocote, sin embargo, considerando que es un producto con potencial de mercado interno como externo, se sugiere promover capacitaciones técnicas y empresariales enfocadas a la creación de proyectos productivos (Morales, 2010).

## **2.2. Fisiología general en maduración**

Las frutas cuando maduran adquieren o cambian diferentes propiedades y características. Este fenómeno de maduración lleva a cambios en el ablandamiento de la textura, el desarrollo de color y la síntesis de una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles que constituyen el aroma y sabor característico (Rolz, 2011).

En relación al mecanismo metabólico de las frutas pueden dividirse en dos grupos: climatéricos y no climatéricos. La primera en mención muestra producción de etileno y esto provoca un aumento significativo de la respiración, lo cual llega a un máximo y después decae cuando la fruta madura. Mientras que los no climatéricos no muestran este fenómeno (White, 2002 citado por Rolz, 2011).

Tanto en frutas climatéricas como en no climatéricos el etileno puede causar efectos negativos disminuyendo la calidad como la aceleración de la senescencia, desórdenes fisiológicos, susceptibilidad a organismos patógenos y por ende disminuye la vida de anaquel de la fruta (Rolz, 2011).

## **2.3. Etefón**

El etefón (en inglés, ethephon), cuyo nombre sistemático es ácido 2-cloroetilfosfónico, es el regulador de crecimiento vegetal más utilizado a nivel mundial. Si bien la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) lo clasifica como etefón, en realidad es el etileno, uno de

los productos de la hidrólisis del etefón, el compuesto orgánico activo que ejerce las funciones de regulador (Abeles, Morgan y Saltveit, 1992 citado por Cadenas, 2015).

**2.3.1. Metabolismo del etefón en las plantas.** La hidrólisis de este producto químico se produce a pH 5 o superior, liberando iones de cloro, fosfato y etileno, siendo este último un potente regulador del crecimiento y de la maduración de frutos. La hidrólisis del etefón se realiza mayormente en la superficie de las hojas de las plantas en las que se ha aplicado. La translocación se produce desde las hojas basales hacia las apicales y hasta el fruto, pero no se registra movimiento en sentido inverso (Abeles, et al., 1992 citado por Cadenas, 2015).

**2.3.2. Modo de acción.** Según Núñez, Becerril y Martínez (1980) citado por Gonzáles (2004), el mecanismo de acción del etileno en el crecimiento y desarrollo de los vegetales se desconocen, aunque algunos investigadores, sugieren que desempeña una función importante en la transcripción y duplicación del código genético del ADN, incorporándose en el ARN al igual que otras hormonas. De ser así, el etileno contribuiría también a la regulación de otros fenómenos del desarrollo como: la floración, la abscisión y la maduración de los frutos. Para explicar este fenómeno, ellos han formulado dos hipótesis:

Que el etileno regula el crecimiento modificando el transporte de auxinas.

Que estimula sistemas enzimáticos relacionados con las membranas celulares, contribuyendo así a la excreción por parte de la célula de enzimas importantes en el crecimiento.

## **2.4. Etileno**

Es el compuesto insaturado más sencillo, en condiciones fisiológicas de temperatura y presión es un gas incoloro, más liviano que el aire, sumamente inflamable, volátil e hidrosoluble. Se produce en casi todos los órganos de las plantas, aunque la producción de este dependerá del tipo de tejido y de su desarrollo. Las regiones meristemáticas y nodales son las más activas en la biosíntesis; sin embargo, la producción también se incrementa durante la abscisión foliar, senescencia de las flores y maduración de frutos (Soberón, Quiroga, Sampietro, Vattuone, 2012 citado por Cadenas, 2015).

El etileno se transporta de una célula a otra vía simplasto y floema, difundiéndose en el citosol debido a su solubilidad en el agua, esto para ser transportado en soluciones. También es

suficientemente no polar para pasar a través de las membranas con rapidez (Soberón, et al. 2012 citado por Cadenas, 2015).

Según Singh et al. (2007) citado por Osuna et al. (2012), la maduración de los frutos está programada genéticamente y se caracteriza por un gran número de procesos bioquímicos y fisiológicos que definen su color, textura, aroma y sabor. Sin embargo, algunos procesos que determinan la maduración se pueden alterar mediante la aplicación precosecha y postcosecha de sustancias químicas, donde destacan los reguladores del crecimiento como el etileno.

**2.4.1. Efectos fisiológicos del etileno.** Entre los efectos fisiológicos del etileno en las plantas como el Jocote, se encuentran la promoción de la maduración de frutos, favorece la epinastia de hojas, induce la expansión celular lateral, pone fin a la dormancia de los brotes, inhibe el crecimiento, inicia la germinación de semillas, inhibe el crecimiento de la raíz, como también favorece la formación de raíces adventicias, la senescencia de las hojas y la abscisión de hojas y frutos (Soberón, et al. 2012 citado por Cadenas, 2015).

El etileno tiene, entre otras, la característica de aumentar la actividad metabólica de los frutos, acelerando su maduración y senescencia. El etileno aun en bajas concentraciones tiene efectos marcados sobre los frutos, especialmente en los climatéricos, de forma tal que aumenta su tasa respiratoria y ayuda a la degradación de la clorofila. En algunos casos, es necesario el uso suplementario de este compuesto para uniformizar el color, la maduración de un producto o mejorar su presentación (Hernández, Barrera, & Melgarejo, 2012).

## 2.5. Antecedentes

Zamora, García, Mata, & Tovar (2004), en su estudio de la aceleración de la maduración en mango 'Kent' refrigerado, realizado en Nayarit, México. Teniendo como objetivo principal mejorar la uniformidad en la maduración para evitar inconvenientes en el mercado. Se evaluó la aplicación de etileno exógeno en mango 'Kent' después del almacenamiento por cuatro días a  $13\pm 1^{\circ}\text{C}$  y su posterior traslado a temperatura de  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ , los tratamientos son los siguientes: mango madurado sin refrigeración ni aplicación de etileno, mango refrigerado por cuatro días sin tratamiento con etileno y posteriormente almacenado a  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ , y refrigerado por cuatro días más tratamiento con etileno exógeno a 100, 500 y 1000 ppm por 18 horas a  $20^{\circ}\text{C}$ , con posterior maduración a  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Evaluando las siguientes variables: firmeza de la pulpa, sólidos solubles totales (SST), azúcares, acidez titulable, pH del jugo, color de la fruta y carotenos totales. Encontró que la aplicación de etileno exógeno al mango refrigerado por cuatro días estimuló la maduración de los mismos y favoreció el desarrollo del color de la cáscara, lo que mejoró la apariencia externa de los frutos. Debido a la refrigeración se mantuvieron valores altos de firmeza de la pulpa durante los primeros días de almacenamiento. Concluyendo que los tratamientos con dosis de 100 y 500 ppm de etileno produjeron mejores respuestas para la maduración; el sabor de los frutos así tratados fue ligeramente menos dulce y no se detectaron sabores u olores anormales debidos al tratamiento con etileno exógeno.

Osuna, et al. (2012), evaluando la aplicación precosecha de etefón para mejorar la calidad de mango Tommy atkins para procesado industrial realizado en Culiacán, Sinaloa. Teniendo como objetivo principal mejorar la calidad del mango variedad Tommy atkins para el procesamiento a nivel industrial. A través del diseño completamente al azar de dos factores, siendo cuatro tratamientos con diferentes dosis de etefón (0, 200, 400 y 600 ppm) y los frutos fueron cosechados seis días después de aplicar los tratamientos. Evaluando las siguientes variables: sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), relación SST/AT (RSA) y firmeza. Encontró que los SST fueron aumentando en relación que aumente la dosis de etefón y alcanzaron  $7.2^{\circ}\text{Brix}$  en los frutos Testigo y  $7.8$ ,  $9.8$  y  $10.4^{\circ}\text{Brix}$ , respectivamente. La acidez titulable (AT) y la relación SST/ acidez (RSA) fueron diferentes cuando se aplicó Etefón a 600 ppm ( $0.5\%$  y  $38.8\%$ , respectivamente) al resto de los tratamientos, donde los valores de AT fueron entre  $0.8$  y  $0.9\%$ , y los de RSA entre  $10.4$  y  $20.7$ . La firmeza fue diferente entre tratamientos siendo un resultado decreciente mientras aumenta la dosis de etefón y los resultados fueron de  $189.9$ ,  $156.9$ ,  $126.0$  y  $62.5$  N, respectivamente.



Concluyendo que el etefón indujo en el incrementó los sólidos solubles totales, redujo la acidez, elevó la relación SST/acidez, dio pulpa de color naranja y redujo la firmeza; estos indicadores favorecen la disponibilidad de frutos con calidad para procesamiento industrial.

Gerrero, Mercado, Vásquez, Súmano, Escamilla & Reyes (2009), evaluando el efecto del etefón sobre la maduración de frutos de mango variedad Keitt y Kent, realizado en Querétaro, México. Teniendo como objetivo principal la uniformización y mejoramiento de la maduración en frutos postcosecha a través de uso de etefón para mantener la calidad en la exportación. El estudio se realizó sumergiendo los frutos de mango durante diez minutos en dosis diferentes de etefón, siendo 500 y 1000 ppm, posteriormente los frutos se almacenaron a 20°C para lograr una maduración más rápida y uniforme. Evaluando las siguientes variables: pérdida de peso, firmeza, color externo y calidad visual. Encontró un efecto significativo sobre la pérdida de peso a causa de la concentración 500 ppm de Ethrel, en la variedad “Kent”; en cambio, para la variedad “Keitt” no hubo efectos significativos a causa de las concentraciones 500 y 1000 ppm de Ethrel sobre la pérdida de peso del mango. En cuanto, a los cambios en la coloración externa del fruto, la reducción del color verde y la aparición de pigmentación roja y amarilla son el indicativo clave de madurez fisiológica, dicha madurez fue observada en los dos cultivares de mango. Concluyendo que el tiempo de almacenamiento y el Etefón causaron cambios en la coloración de los frutos, un decrecimiento significativo en la firmeza, así como un incremento en pérdida de peso.

De la Cruz, Vela, Dorantes, & García (2010), evaluando el efecto del etileno sobre la ACC y ACC oxidasa en la maduración de Papaya ‘Maradol’, realizado en Veracruz, México. Teniendo como objetivo principal homogenizar la maduración y con ello almacenarlos sin pérdida de calidad. A través de diseño estadístico completamente al azar en arreglo factorial 4x3x8; el primer factor corresponde a cuatro concentraciones de etileno (0, 100, 300 y 500 ppm), el segundo a tres tiempos de exposición (8, 16 y 24 horas) a las concentraciones mencionadas, y el tercero a ocho días de muestreo y almacenamiento, realizando dos repeticiones. Evaluando las siguientes variables: firmeza, azúcares reductores, sólidos solubles, acidez titulable, color de cáscara y pulpa (*Hue*), velocidad de producción de etileno (VPE), contenido de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) y actividad de la enzima formadora de etileno (ACC oxidasa). Encontró un cambio notable en el color en la cáscara (amarillo) y en la pulpa (naranja), típicos en un fruto listo para el consumo. Los frutos expuestos a 500 ppm de etileno por 16 y 24 h mostraron un pico climatérico un día después del tratamiento, mientras que los frutos expuestos por solamente ocho horas mostraron su

pico climatérico dos días después de la exposición al etileno. Concluyendo que los frutos testigo alcanzaron valores similares después de ocho días de maduración directa. Los resultados sugieren que es posible acelerar la maduración de papaya ‘Maradol’ de ocho a tres días por exposición a atmósferas con etileno.

Montalvo, García, Mata, & Tovar (2011), en su estudio del efecto de la luz en ciruela mexicana manejada en diferentes condiciones de almacenamiento, realizado en Nayarit, México. Teniendo como objetivo principal aumentar la vida útil de la ciruela mexicana a través del uso de luz a diferentes tiempos. A través de un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3x2, tendiendo un total de seis tratamientos, siendo el recipiente hermético (HR) y al aire (A) un factor, y las doce horas con luz/doce horas sin luz (L/SL), siempre con luz (L) y siempre sin luz (SL) el otro factor, distribuido en dos repeticiones. Evaluando las variables: velocidad de respiración y de producción de etileno en muestras almacenadas en aire, sólidos solubles totales (SST). Encontró que las ciruelas almacenadas en A-SL a 16°C presentaron menor velocidad de respiración y producción de etileno, comparándolas con los frutos almacenados en A-L/SL y A-L. En el almacenamiento en HR de los frutos con ciclos de L/SL y ciclo L a 16°C se ocasionó mayor acumulación de CO<sub>2</sub> y menor contenido de O<sub>2</sub>. Concluyendo que la acumulación de CO<sub>2</sub> en el almacenamiento de los frutos en HR con ciclos de L/SL, y ciclo L inhibió el desarrollo de color amarillo en la ciruela y las condiciones que lograron extender la vida postcosecha de estos frutos por catorce días fueron HR-SL.

Osuna, Pérez, Vásquez, & Gómez (2011), evaluando la aplicación de 1- metilciclopropeno y su efecto en la ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Teniendo como objetivo principal aumentar la vida de anaquel y calidad de frutos de ciruela mexicana aplicando diferentes dosis de 1-mcp. A través de cámaras plásticas experimentales de 0.512 metros cúbicos con cuatro tratamientos, siendo estas las dosis de 1-mcp (0, 100, 200 y 300 ppm) utilizando tres repeticiones para la respiración y seis repeticiones para color externo, firmeza y sólidos solubles totales (SST). Evaluando las variables: velocidad de respiración (detector de CO<sub>2</sub>), pérdida de peso (balanza digital), color externo (colorímetro portátil), firmeza (penetrómetro) y SST (refractómetro digital). Encontró que cualquiera de las dosis de aplicación de 1-mcp suprimió la aparición del pico climatérico de respiración, la mejor dosis para disminuir el peso es de 200 ppm de 1-mcp. En cuanto al color externo la aplicación retrasó el desarrollo de color en comparación del testigo, en cuanto a la firmeza el 1-mcp retrasó el ablandamiento de los

frutos en todas las dosis y los SST no fueron afectados por la aplicación de 1-mcp. Concluyendo que el 1-mcp en cualquiera de sus dosis alarga la vida de anaquel de los frutos de ciruela mexicana hasta por tres días adicionales con respecto al testigo. Esto permite alargar la vida de anaquel a tres días de frutos sazones y a siete días en frutos de tres cuartos.

Álvarez, Rozo, & Reyes (2015), en su estudio del comportamiento post cosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina* Lindl.) en cuatro estados de madurez tratados con etileno realizado en Tunja, Colombia. Teniendo como objetivo principal uniformizar el color y acelerar la maduración, con ello mejorar la apariencia y las características organolépticas del fruto. A través de un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (estados de madurez: dos es 75% verde y 25% rojo; tres es 50% verde y 50% rojo; cuatro es 25% verde y 75% rojo; y cinco es 100% rojo) y cuatro repeticiones. Evaluando las siguientes variables: color, pérdida de peso, tasa respiratoria, firmeza, pH, acidez total titulable (ATT) y sólidos solubles totales (SST). Encontró que en las variables: pérdida de peso, firmeza, SST, ATT y pH no hubo diferencia significativa en la mayoría de los puntos de muestreo. En cuanto al color hubo diferencias estadísticas. La tasa de respiración y la relación de madurez al final de las mediciones presentaron diferencias significativas, obteniendo los mayores valores en el estado de madurez cinco y los menores valores en los estados tres y dos respectivamente. Concluyendo que el uso de etileno en frutos de ciruela es benéfico ya que favorece el cambio de color y aumenta la relación de madurez, por lo que garantiza en almacenamiento uniformidad entre estados de madurez, independientemente el estado en el cual se han cosechado.

Rosa (2018), en su estudio del efecto de muriato de potasio vía foliar y al suelo, sobre el rendimiento y calidad del jocote corona (*Spondias purpurea* L.), realizado en Quesada, Jutiapa. Teniendo como objetivo principal mejorar la productividad y calidad del fruto de Jocote para lograr mayores beneficios. Utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo estos la dosis de Muriato de Potasio al suelo 395 gr/planta, la dosis foliar de Muriato de Potasio 0.35gr/lt, el testigo al suelo 454 gr/planta de 15-15-15, el testigo foliar 6.25 cc/lt de Bayfolan Forte y un testigo absoluto. Evaluando las siguientes variables: el rendimiento en kg/ha, la calidad del fruto en cuanto a tamaño, color y concentración de sólidos solubles totales (grados Brix). Encontró que existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la dosis aplicada al suelo de Muriato de Potasio y en calidad de fruto, este tratamiento también presentó las mejores características de calidad en cuanto al tamaño, color y concentración de sólidos solubles totales. Concluyendo que se puede mejorar el rendimiento de jocote corona

utilizando muriato de potasio al suelo con una dosis de 395 gr/planta, así también se mejora la calidad del fruto y se tiene una rentabilidad de 359%, con un ingreso económico promedio neto de Q.441.49 por planta.

Cox (2018), evaluando periodos de anillado en material vegetativo para la propagación de jocote corona (*Spondias purpurea* L.), realizado en San Pedro La Laguna, Sololá. Teniendo como objetivo principal la estimulación del material vegetativo para mejorar la calidad de los esquejes a través del anillado. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, siendo estos los periodos de anillado, 15 días previo a la siembra, 25 días previo a la siembra, 35 días previo a la siembra y esquejes sin anillado. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento del material vegetativo, número de yemas emergentes, altura de brotes en material vegetativo y rentabilidad entre tratamientos. No se encontró diferencia significativa para las tres variables calculadas. Los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de prendimiento fueron T1 (anillado de 15 días previo siembra) con el 95.75%, y T4 (Sin anillado) con el 95.75%; el T1 mostró mayor número de brotes con un promedio de 8 yemas emergentes y en mayor altura de brote fue el T4 con promedio 70.92 centímetros. Concluyendo que, de los tratamientos evaluados de periodos de anillado en material vegetativo para la propagación de Jocote Corona, no muestra diferencia con el tratamiento testigo (sin anillado), para la estimulación de mayor porcentaje de prendimiento, para número de brotes y altura de brotes.

Torres (2019), evaluó cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) para la inducción floral y cuaje del fruto en el cultivo de Jocote (*Spondias purpurea* L.) realizado en Quesada, Jutiapa. Teniendo como objetivo principal inducir y mejorar el amarre de las flores del jocote para que los agricultores sean más competitivos en la producción. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, siendo 178 ppm, 214 ppm, 250 ppm, 286 ppm de ácido naftalenacético (ANA) y sin aplicación. Las variables evaluadas son los días a floración, cantidad de frutos cuajados por metro cuadrado, rentabilidad de tratamientos y rendimiento de fruto en kilogramo por hectárea. Se determinó que, si existen diferencias en cuanto a días a floración, pero no hubo diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, en la variable de porcentaje de cuaje y rendimiento, se determinó que es la dosis que mayor rentabilidad, debido a que obtuvo un 147.76%. Concluyendo que el tratamiento tres fue el que mejor resultados obtuvo

para el cuaje de frutos y por lo que económicamente es el mejor tratamiento a utilizar en el cultivo de Jocote.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

El cultivo del Jocote en la parte baja del municipio de Jacaltenango se ha venido potencializando, principalmente en las comunidades de Peb'íl Pam, Nueva Catarina, El Limonar y La Laguna, estas últimas tres son más fuertes en la producción, debido a que no cuentan con áreas de riego. En esta región los cultivos agrícolas anuales, generalmente se ven afectados por las canículas prolongadas y el cultivo del Jocote ha sido una oportunidad, debido a que se cosecha en verano.

Uno de los problemas identificados en la producción de Jocote que afectan grandemente en los ingresos es la fluctuación del precio. El precio varía desde Q. 300.00 a Q. 30.00 (precio de venta al intermediario) por cada caja o reja que contiene aproximadamente de 800 a 1000 frutos y este aspecto afecta mucho en la rentabilidad, porque la mayor parte de la comercialización se realiza cuando el precio está por debajo de la media. Cuando el precio se encuentra en lo más alto, son los productores del municipio de Frontera Comalapa, Chiapas, México que entrega ilícitamente por no tener un control aduanal a los intermediarios, debido a la poca o nula cantidad de producción en Guatemala al inicio de la cosecha. Es por ello que se ve la necesidad en buscar solución para que la comercialización se realice cuando el precio se encuentre alto y con ello, aumentar los ingresos de los productores locales.

Por lo anterior mencionado se plantea la evaluación de diferentes dosis de etefón para la maduración del Jocote, como una fuente de etileno para acelerarla y tener una buena parte de la producción cuando la oferta sea baja y por ende el precio se encuentre en lo más alto. Para conocer el efecto del etefón se establecerá un área experimental con diferentes dosis del producto mencionado y para observar los resultados se medirán las siguientes variables: porcentaje de Jocotes aptos para comercializar en relación al total por corte; número de frutos aptos para comercializar por planta y por corte; días transcurridos después de la cosecha hasta el deterioro de todos los frutos; número de frutos maduros sin alcanzar el tamaño comercial por planta y corte, medición de la firmeza de frutos aptos para comercializar ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) y concentración de sólidos solubles totales en frutos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. GENERAL**

Evaluar en precosecha el efecto de cuatro dosis de etefón sobre la maduración, rendimiento y la calidad del fruto de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango.

### **4.2. Específicos**

Determinar el efecto de las dosis de etefón sobre el porcentaje de maduración del Jocote.

Evaluar el efecto de las dosis de etefón sobre el rendimiento por corte del Jocote.

Determinar el efecto de las dosis de etefón sobre la vida en anaquel del Jocote.

Identificar el efecto de las dosis de etefón sobre la maduración precoz del fruto del Jocote.

Demostrar el efecto de las dosis de etefón sobre la firmeza del fruto del Jocote.

Definir el efecto de las dosis de etefón sobre la concentración de sólidos solubles totales (°Brix) del fruto del Jocote.

Determinar la factibilidad económica de la aplicación de etefón para la maduración del Jocote.

## **5. HIPÓTESIS**

### **5.1. Hipótesis alternativa**

Las dosis de etefón utilizadas tendrá un efecto en el porcentaje de maduración del Jocote.

Alguna de las dosis de etefón tendrá efecto sobre el rendimiento por corte (rejas/ha) del Jocote.

Una de las dosis de etefón tendrá efecto sobre la vida en anaquel (días transcurridos después de la cosecha, hasta la pérdida de calidad comercial de los frutos) del Jocote.

Cualquiera de las dosis de etefón tendrán un efecto sobre la maduración precoz del fruto del Jocote.

Una de las dosis de etefón tendrá efecto sobre la firmeza del fruto del Jocote.

Alguna de las dosis de etefón tendrá efecto sobre la concentración de solidos solubles totales (°Brix) del Jocote.



## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Localización

El área experimental se ubicó en la Aldea El Limonar, municipio de Jacaltenango, departamento de Huehuetenango. La comunidad se encuentra a una altitud de 735 msnm y sus coordenadas geográficas son: latitud 15°46'7.09''; longitud 91°49'18.18''.

### 6.2. Material experimental

**6.2.1. Jocote** (*Spondias purpurea* L.). Para la evaluación del etefón en el Jocote se necesitó una plantación establecida debido a que es una planta perenne.

Se identificó una plantación que tiene siete años de establecida, ya que la nueva planta ensaya su producción al año de plantada y a los dos años aumenta progresivamente su producción hasta estabilizarse al tercer año, para durar en producción un promedio de siete años, desde donde ha de ir declinando y por ende deberá sustituirse por una resiembra, aunque se puede dar el caso de plantaciones longevas (más de quince años en producción). Esto es común para todo el género, sin embargo, puede variar de cultivar a cultivar, dependiendo también de las condiciones ambientales y de fertilidad del suelo y de la presión ejercida por plagas y enfermedades (Morataya, 2004).

**6.2.2. Etefón.** Se utilizó el etefón en precosecha para acelerar la maduración del Jocote, como Osuna et al. (2012) lo ha realizado en su investigación con mango Tommy Atkins.

### 6.3. Factor a estudiar

Esta investigación evaluó el efecto del etefón en la maduración del Jocote, determinando la eficacia de cada una de las dosis empleadas, para observar y evaluar las diferencias, además se utilizó un testigo absoluto donde no se aplicó ninguna dosis.

### 6.4. Descripción de los tratamientos

Se evaluó etefón como regulador de crecimiento y en este caso para acelerar la maduración, y por no contar con dosificación para el cultivo del Jocote se evaluaron cuatro dosis y un tratamiento como testigo absoluto.

Tabla 2.

*Dosis de etefón en partes por millón (ppm) para la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango, 2018.*

No.	Tratamiento	Dosis de etefón
1	T1	300 ppm
2	T2	600 ppm
3	T3	900 ppm
4	T4	1200 ppm
5	T5 (Testigo absoluto)	0 ppm

Según Osuna (2012), en su estudio con mango, la firmeza de los frutos fue disminuyendo con dosis de 500, 750 y 1000 ppm y mientras que con dosis de 1000 ppm hubo caída prematura de frutos y por ende una rápida pérdida de la calidad. Es por ello que en Jocote se evaluaron las dosis mencionadas en la tabla anterior, considerando que el tamaño del fruto es diferente y éste por ser más pequeño, pudo soportar dosis más altas.

### 6.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar, debido a que la evaluación se realizó a campo abierto y las condiciones ambientales no se pueden controlar (Sitún M. , 2007).

### 6.6. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado para la investigación, fue el diseño de bloques completos al azar, mediante el cual se muestra de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = es la  $j$  ésima parcela dentro del  $i$  ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la medida general

$T_i$  = efecto debido al  $i$  ésimo tratamiento.

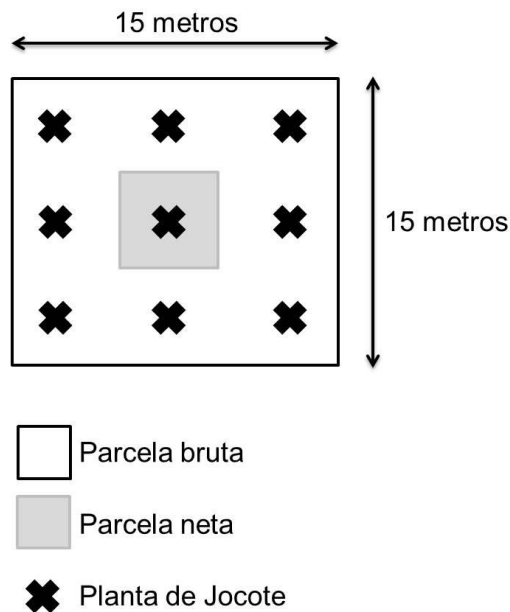
$B_j$  = efecto del  $j$  ésimo bloque.

$E_{ij}$  = error experimental asociado al  $j$  ésimo bloque del  $i$  ésimo tratamiento.

## 6.7. Unidad experimental

El área experimental donde se establecieron los cinco tratamientos con cuatro repeticiones fue de 4500 m<sup>2</sup> (0.45 ha) donde hubo 20 unidades experimentales.

Cada unidad experimental tuvo 225 m<sup>2</sup> (15 m x 15 m) como parcela bruta y como parcela neta tendrá 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m), es importante mencionar que una unidad experimental, fue una planta de Jocote. La distribución en campo de la unidad será como se observa en la figura siguiente:



*Figura 1.* Unidad experimental en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango, 2018.

Al momento del establecimiento de las plantaciones de Jocote, los productores locales lo realizan a un distanciamiento de 5 metros entre surcos y lo mismo entre plantas. Como se observa en la figura, únicamente se utilizaron nueve plantas de Jocote para la parcela bruta y únicamente una planta en la parcela neta donde se realizaron las mediciones del porcentaje de maduración, rendimiento, vida en anaquel y calidad del fruto. Debido a que la planta es de un tamaño grande (altura promedio de dos metros y un diámetro de copa de cuatro metros) y para minimizar costos en la investigación, considerando que la plantación es de una edad uniforme.

## 6.8. Croquis de campo

Para la distribución de las 20 unidades experimentales en campo, se realizó como se observa en la siguiente figura:

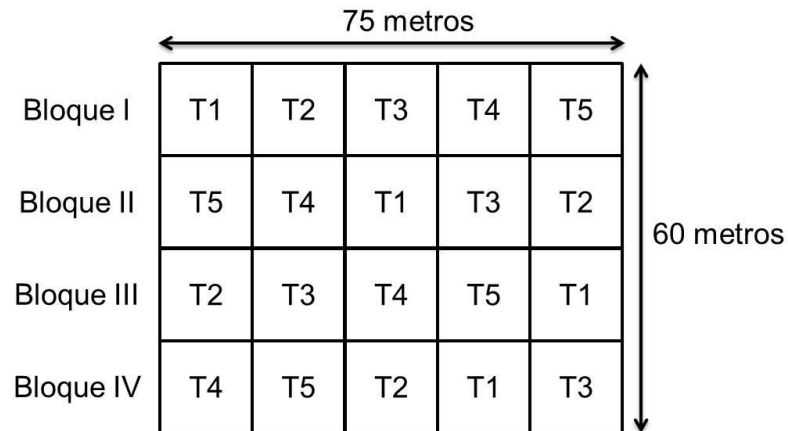


Figura 2. Área experimental en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Aldea El Limonar, Jacaltenango. 2018.

## 6.9. Manejo del experimento

**6.9.1. Identificación de la plantación.** Para llevar a cabo la investigación era necesario contar con una plantación de Jocote establecida y debe ser uniforme en cuanto a la edad para tener plantas homogéneas en tamaño y para ello se realizó en una plantación de siete años de edad, que es cuando se tiene una buena producción (Morataya, 2004).

**6.9.2. Muestreo de maduración.** La aplicación del etefón se realizó cuando el 20% de los frutos estaban iniciando su madurez fisiológica (color verde, pero frutos lisos), porque puede causar caída prematura de frutos y principalmente en dosis arriba de las 1000 ppm (da Silva, Salomão, Cecon, Siqueira y Rocha, 2011 citado por Osuna et al. 2012).

El muestreo se realizó en cada unidad experimental y como cada una de ellas era una planta de Jocote (parcela neta), se realizó por estratos (bajo a 0.5 metros, medio a 1 metros y alto a 1.5 metros), en relación a la altura de la planta en una rama por cada estrato. Los resultados obtenidos se promediaron para cumplir con el 20%.

**6.9.3. Aplicación de etefón.** Se consideró la hora de aplicación del etefón para evitar toxicidad en la planta, debido a que a mayor temperatura la planta puede estar sometida a estrés y eso causa liberación de etileno de forma natural y caída de hojas (Rosa, 2018). La aplicación se realizó directamente en cada una de las plantas de Jocote que se encuentran en la unidad experimental.

Para la aplicación se realizó con una bomba aspersora de mochila diferente para cada dosificación para evitar cualquier contaminación y para realizarlo se consideraron los siguientes aspectos:

Realizar la actividad en horas de la mañana, para evitar vientos fuertes que afecten la aspersión.

Utilizar un surfactante no iónico para mayor aprovechamiento del producto y asegurar su eficiencia en la aplicación.

**6.9.4. Cosecha.** La evaluación de etefón es en precosecha, después de la aplicación del producto se realizó esta actividad. Se inició la cosecha tomando en cuenta el criterio de maduración fisiológica y fue cuando los frutos perdieron el color verde, convirtiéndose así en amarillos y rojos, se utilizó el mismo criterio para todas las unidades. Esta actividad se realizó a cada 72 horas en cada corte y las características que presentaron los frutos son los siguientes:

Una coloración rojiza, por lo menos al 50% del fruto y que es la forma natural de maduración del Jocote. Los frutos de color amarillento son de mala calidad y por tanto esto es importante en la selección.

Se hizo una selección de frutos en relación al tamaño, donde los frutos con más de dos centímetros de diámetros son los de calidad comercial y los que tenían menos de dos centímetros de diámetro, no clasifican y estos no se pueden comercializar.

**6.9.5. Recolección de datos.** Para la recolección de datos en las unidades de muestreo, se realizó hasta que los frutos estaban con la madurez fisiológica. En la variable de rendimiento se recolectaron todos los frutos de la parcela neta y de esta cantidad, se utilizaron 100 frutos para almacenarlos y así determinar la vida en anaquel, como también la calidad del fruto (firmeza con un penetrómetro y sólidos solubles totales con un refractómetro).

## **6.10. Variables de respuesta**

**6.10.1. Porcentaje de maduración.** El porcentaje de maduración es una variable que nos ayuda a diferenciar el resultado de las dosis en relación al tiempo (por la variación de los precios), debido a que se realizó la medición en cada corte. La evaluación se efectuó mediante el conteo de todos los frutos por corte, el total de frutos al final de la cosecha fue el 100% y en cada corte se obtuvo una cantidad de frutos cosechados, esto se convierte a porcentaje para determinar la diferencia entre cada dosis y entre cada corte, hasta el final de la cosecha de los frutos.

**6.10.2. Rendimiento (rejas/ha).** Para la obtención de este indicador se realizó un conteo de todos los frutos por parcela neta de cada unidad experimental y se separaron los frutos aptos para comercialización, de los frutos en condiciones inadecuadas (frutos pequeños). Con estos datos y tomando en cuenta los distanciamientos del cultivo (5 metros entre plantas y surcos), se hizo la proyección en rejas/ha. La reja es la medida comercialmente del Jocote. Para la cosecha de los frutos se tomaron en cuenta los criterios abordados en el apartado de cosecha, respecto al tamaño del fruto mayor a dos centímetros de diámetro.

**6.10.3. Vida de anaquel.** Con la cantidad de frutos que se utilizó en la medición de la variable de porcentaje de maduración, se realizó la medición de la vida de anaquel.

Los frutos se dejaron dentro de cajas (rejas de madera) con periódico en el fondo y a los lados, destapadas en la parte de arriba, bajo sombra, que es la forma de presentación y almacenamiento comercialmente.

Se realizó la revisión y recolección de datos diariamente, hasta la pérdida de calidad comercial o pudrición del 50% de los frutos almacenados y el dato registrado es el número de días desde el corte hasta el deterioro de los frutos. Los frutos almacenados se supervisaron en dos momentos por cada día, siendo estos a las 6:00 y 18:00 horas, para ir observando los cambios. Estos datos solo se realizaron en los primeros cinco cortes de cada unidad experimental, para reducir los costos de la investigación, pero estos datos representan un 44.8% de toda la cosecha.

Durante el tiempo de recolección de datos, también se midió la temperatura diariamente para conocer las condiciones en las que se almacenaron los frutos y se realizó tres veces al día: a las 6:00 am, 12:00 pm y 18:00 pm horas, esto sirvió de referencia para monitoreo de las condiciones ambientales prevalecientes durante el experimento.

**6.10.4. Maduración precoz.** En la producción de frutales, es común encontrarse con frutos que no alcanzan el tamaño adecuado para la comercialización (frutos pequeños). Con esta variable se evaluó la variabilidad que hay en la cantidad de frutos que maduran precozmente como efecto del uso de etefón. De acuerdo a lo mencionado del proceso de aceleración del etileno, es importante considerar los frutos que presentaron una maduración temprana o precoz, o sea, que antes de lograr el tamaño adecuado de dos centímetros de diámetro. Por lo tanto, se hizo una separación de acuerdo al tamaño de frutos comercialmente no aceptables, los cuales se contaron para realizar el cálculo de esta variable.

**6.10.5 Firmeza del fruto.** Según Nair y Singh (2003) citado por Osuna et al. (2012), refiere que el etileno acelera los procesos de maduración de los frutos, pero su efecto fisiológico se manifiesta en la reducción de la firmeza de los frutos. La firmeza es la resistencia que opone la fruta para ser perforada, dicha resistencia será equivalente a la fuerza que debe ejercerse con un penetrómetro.

Para cada unidad experimental, se midieron tres frutos para tener mayor exactitud en la información, estos valores se promediaron para tener al final el dato para cada unidad. También esta variable se estuvo midiendo durante toda la cosecha, es decir, para todos los cortes realizados por cada unidad experimental.

Para obtener mayor exactitud en los datos se realizó la toma en ambos lados del fruto, porque generalmente la maduración del fruto no es uniforme. Los datos obtenidos se promediaron y se anotó el dato por cada fruto.

**6.10.6. Concentración de sólidos solubles totales (°Brix).** Guerrero & Teshé (2012), refiere que los grados Brix, representan el porcentaje de sólidos solubles en el nectar de una fruta, es decir, el porcentaje de azúcares presentes en la fruta.

De acuerdo con Osuna et al. (2012), la aplicación precosecha de etefón a 400 y 600 ppm influye significativamente en la calidad del fruto aumentando los SST y disminuyendo la acidez.

Con los frutos que se utilizaron para medición de la firmeza se obtuvo una muestra de la pulpa para realizar la toma de datos de concentración del fruto, utilizando refractómetro.

## **6.11. Análisis de la información**

**6.11.1. Análisis estadístico.** Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables enunciadas, donde se encontró significancia se procedió a realizar las pruebas de medias (Tukey al 5%), para determinar si los tratamientos son estadísticamente diferentes. El análisis de los datos estadísticos se realizó a través de una hoja electrónica Excel y luego analizadas a través del software estadístico de la Universidad de Nuevo León y/o INFOSTAT.

**6.11.2. Análisis económico.** Para el análisis económico en cuanto a la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos evaluados con el fin de determinar si existe alguno de los tratamientos en donde se obtenga un beneficio/costo mejor que los demás. Tomando los elementos de los costos variables como: mano de obra, costo de los productos comerciales, y equipo de aplicación.



## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Porcentaje de maduración

En la tabla cuatro, se observa el porcentaje de frutos maduros, por cada corte realizado en cada uno de los tratamientos durante la cosecha. Debido a que son cuatro bloques implementados en la evaluación, este porcentaje se obtuvo al sumar los datos de cada uno de los bloques por cada tratamiento y el total obtenido se utilizó para obtener el porcentaje mencionado.

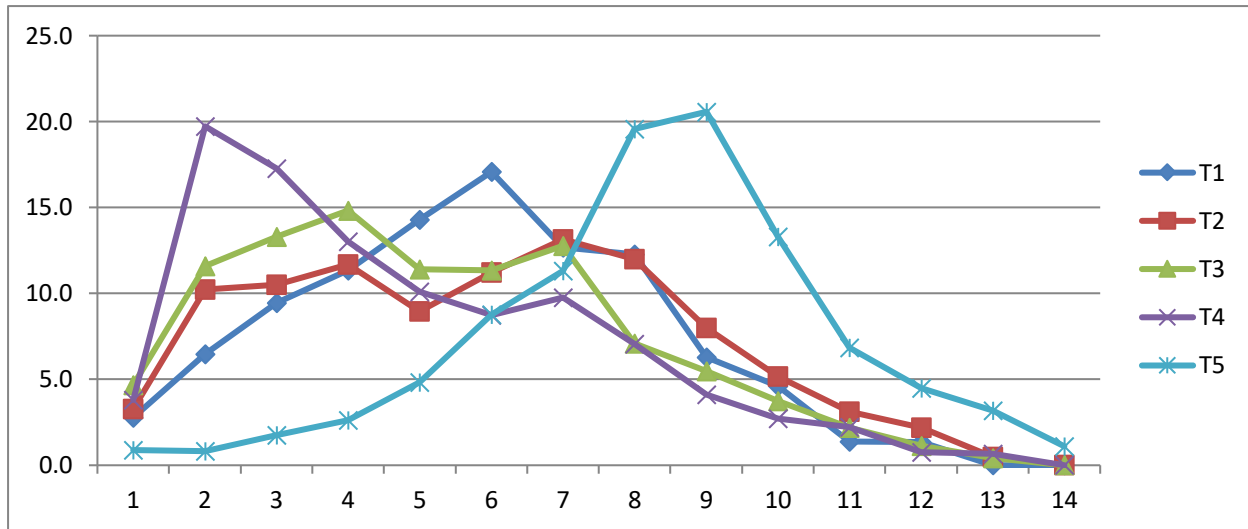
Tabla 3.

*Porcentaje de maduración de frutos por cada corte realizado durante la cosecha en la evaluación de etefón en la maduración Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTO	NUMERO DE CORTES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	2.8	6.5	9.5	11.3	14.3	17.1	12.7	12.3	6.3	4.6	1.4	1.3	0.0	0.0
T2	3.3	10.2	10.5	11.7	8.9	11.2	13.1	12.0	8.0	5.2	3.1	2.2	0.5	0.0
T3	4.7	11.6	13.3	14.8	11.4	11.4	12.8	7.1	5.5	3.8	2.2	1.1	0.4	0.0
T4	3.8	19.7	17.3	13.0	10.1	8.7	9.8	7.1	4.1	2.7	2.2	0.8	0.7	0.0
T5	0.9	0.8	1.7	2.6	4.8	8.8	11.3	19.6	20.6	13.3	6.9	4.5	3.2	1.1

Como se observa en el cuadro anterior, los datos varían en cada uno de los cortes realizados y la cantidad de cosecha, expresada en porcentaje en cada uno de los cortes depende del etefón. Donde podemos demostrar que de acuerdo con los tratamientos donde se aplicó etefón, su cosecha en los primeros cuatro cortes es más del 30% y el tratamiento cuatro (dosis más alta 1200 ppm), en estos primeros cortes se obtuvo arriba del 50% de los frutos maduros y cosechados. Mientras que el testigo (tratamiento cinco), únicamente se tiene un 6% de frutos maduros y cosechados en los primeros cuatro cortes. De acuerdo con Morales (2010) el precio del Jocote varía de acuerdo a la oferta y demanda, en este caso se desea tener una producción alta al inicio de la cosecha utilizando etefón para lograr los precios más altos del mercado.

De manera ilustrativa se presenta la siguiente grafica para ver la cantidad de cortes y con sus respectivos porcentajes de frutos cosechados en relación al testigo y es allí donde se tiene la oportunidad de lograr producción, a un mejor precio.



Grafica 1. Porcentajes de maduración de cada tratamiento y por cada corte realizado durante la cosecha en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

En la gráfica anterior se puede observar que cada uno de los tratamientos evaluados tienen datos que varían por cada uno de los cortes en relación al testigo; analizando los primeros cinco cortes (cuando los precios se encuentran más alto) el T5 alcanza una cosecha del 10.9% en relación al total, el T1 un 44.3%, el T2 un 44.7%, el T3 un 55.8% y el T4 un 63.9%, por lo que este último tratamiento tiene la mayor cantidad de frutos maduros y cosechados en los primeros cortes y de acuerdo con Morales (2010), es cuando se obtienen los mejores precios; mientras que la mayor parte de la producción sin uso de etefón se obtiene hasta el noveno corte con un 20.6% y es cuando los precios se encuentran más bajos.

## 7.2. Rendimiento (rejas/ha)

En la siguiente tabla se presenta la cantidad de rejas cosechadas de frutos comercialmente aceptables en cada uno de los tratamientos. Esto es, debido a que los frutos que no alcanzaron el tamaño comercial se utilizaron para la variable de maduración precoz.

Tabla 4.

*Rendimiento total de la cosecha de Jocote en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	588.8	658.8	799.6	487.2	2534.4	633.6
2	509.6	524.4	753.6	646.0	2433.6	608.4
3	580.0	821.6	685.2	514.0	2600.8	650.2
4	715.6	732.8	790.4	594.4	2833.2	708.3
5	697.6	590.4	543.2	556.8	2388.0	597.0
<b>TOTAL</b>	3091.6	3328.0	3572.0	2798.4	12790.0	639.5

En la tabla anterior, se presentan los datos de rejas cosechadas de Jocote proyectadas en hectáreas. Donde se puede observar el efecto del etefón sobre cada una de las unidades experimentales evaluadas, la dosis más alta de etefón evaluada (1200 ppm) presentó el mayor rendimiento con 708.3 rejas, siendo 15% mayor que el de menor producción, siendo el tratamiento cinco (testigo absoluto). El productor local, le interesa obtener un buen rendimiento y comercializarlo a un buen precio y de acuerdo con Morales (2010), los precios se establecen por oferta y demanda, es por ello que de acuerdo a la aceleración de maduración que se ha logrado en las unidades experimentales se obtuvieron mejores precios donde se aplicó las dosis de etefón respectivamente. El rango de precios durante la cosecha fue de Q. 150.00, siendo el valor más alto en el primer corte y conforme se realizaron las cosechas, el precio empezó descendiendo, alcanzando el menor precio al séptimo corte, siendo Q. 50.00.

Para determinar si existe o no diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo de los datos de rendimiento total recolectados en campo como se presenta a continuación en la tabla seis.

Tabla 5.

*Análisis de varianza del rendimiento total de Jocote en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

<b>F V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>FC</b>	<b>FT 5%</b>	<b>FT 1%</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Tratamientos	4	30624.8	7656.2	0.80	3.259	5.412	NS
Bloques	3	65555.224	21851.74	2.29	3.49	5.953	NS
Error	12	114513.056	9542.75				
Total	19	210693.08					

CV= 15.28

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de rendimiento total de las cuatro dosis de etefón y el testigo proyectados en rejas por hectárea, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

De igual manera se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey.

### **7.3. Vida de Anaquel**

En la siguiente tabla podemos observar los datos recolectados en campo para cada una de las unidades experimentales.

Tabla 6.

*Vida en anaquel de los frutos (número de días), en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	6.9	7.1	6.1	6.8	26.9	6.71
2	6.7	6.1	6.6	6.3	25.8	6.44
3	6.3	5.4	6.0	5.6	23.3	5.83
4	5.1	5.6	5.4	5.3	21.4	5.34
5	6.6	7.2	7.5	7.4	28.7	7.18
<b>TOTAL</b>	31.6	31.3	31.7	31.4	126.0	6.30

La vida de anaquel de los frutos de Jocote de cada uno de los tratamientos fue evaluada bajo condiciones de almacenamiento comercial local y para ello se tomaron los datos de las condiciones ambientales todos los días (ver datos en anexos) y en promedio se tiene una humedad relativa del 53% con una temperatura de 28.5 °C. Existe variación en los datos de la vida en anaquel del fruto de Jocote, lo cual influye en el tiempo que tiene el productor local para comercializar, efectivamente el uso de etefón influyó en esta variable, teniendo el testigo absoluto (T5) la mayor cantidad de días promedio de vida de anaquel, siendo la cantidad de 7.18 días en promedio. Estos datos concuerdan con resultados obtenidos por Osuna, et al. (2012) en su evaluación de aplicación pre cosecha de etefón en mango Tommy atkins, donde también se obtuvo una disminución de la vida en anaquel de la fruta.

Para determinar si existe o no diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo de los datos de rendimiento total recolectados en campo como se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7.

*Análisis de varianza de los días de vida en anaquel de los frutos, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

<b>F V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>FC</b>	<b>FT 5%</b>	<b>FT 1%</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Tratamientos	4	8.4309	2.1077	13.41	3.259	5.412	**
Bloques	3	0.0193	0.0064	0.04	3.49	5.953	NS
Error	12	1.8857	0.1571				
Total	19	10.3358					

CV= 6.29

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de vida en anaquel de las cuatro dosis de etefón y el testigo, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que es altamente significativo estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello se procede a la elaboración de la prueba de Tukey.

Tabla 8.

*Comparación de medias (Tukey) de los días de vida en anaquel de los frutos, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>VIDA EN ANAQUEL (días)</b>	<b>TUKEY 0.005</b>
T5	7.18	A
T1	6.71	A
T2	6.44	AB
T3	5.83	BC
T4	5.34	C

Tukey= 0.89

De acuerdo a los resultados de la prueba de medias se puede concluir que los tratamientos cinco, uno y dos (0, 300, y 600 ppm respectivamente) son estadísticamente iguales y los mejores tratamientos respecto a esta variable, porque obtuvieron los mayores días de vida en anaquel. Mientras en segundo plano están los tratamientos dos y tres (600 y 900 ppm) que son estadísticamente iguales, aunque con valores inferiores. En tercer plano y con los valores más bajos se encuentra los tratamientos 3 y 4 (900 y 1200 ppm) que también son estadísticamente iguales, pero con los valores mínimos de vida de anaquel, lo cual, afecta negativamente al productor, debido a que tiene el menor tiempo para la comercialización de su producto.

#### 7.4. Maduración precoz

De acuerdo con Osuna, et al. (2012), en su estudio con mango, hubo caída prematura de frutos y en el caso del Jocote no se presentó esto; pero por realizarse varios cortes durante la cosecha los frutos que se encuentran en tamaños pequeños al aplicar el producto se maduraron sin alcanzar el tamaño comercial. En la siguiente tabla se pueden observar las medias de cada unidad experimental:

Tabla 9.

*Frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	118.4	118.4	82.0	100.0	418.8	104.7
2	106.8	146.4	139.6	130.4	523.2	130.8
3	171.2	146.0	166.0	124.8	608.0	152.0
4	165.2	242.4	197.2	203.6	808.4	202.1
5	77.6	60.0	129.2	125.2	392.0	98.0
<b>TOTAL</b>	639.2	713.2	714.0	684.0	2750.4	137.5

En la cosecha de Jocote siempre se presentan frutos pequeños del total de la producción, tal y como se observa en el testigo donde hay una media de 98 rejas/ha de frutos que no alcanzan el tamaño comercial. De acuerdo a como se fueron aplicando las dosis de etefón se aumenta la

cantidad de frutas con estas características y la dosis más alta (1200 ppm) duplica la cantidad de frutos que no alcanzan el tamaño comercial.

Para determinar si existe o no diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo de los datos de frutos con maduración precoz total recolectados en campo (expresados en rejas/ha) como se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 10.

*Análisis de varianza de frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

<b>F V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>FC</b>	<b>FT 5%</b>	<b>FT 1%</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Tratamientos	4	28257.552	7064.388	9.43	3.259	5.412	**
Bloques	3	741.568	247.19	0.33	3.49	5.953	NS
Error	12	8994.032	749.50				
Total	19	37993.152					

CV= 19.91

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos frutos con maduración precoz de las cuatro dosis de etefón y el testigo proyectados en rejas por hectárea, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que es altamente significativo estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello se procede a la elaboración de la prueba de Tukey.



Tabla 11.

*Comparación de medias (Tukey) de frutos con maduración precoz en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	FRUTOS CON MADURACION PRECOZ (rejas/ha)	TUKEY 0.005
T4	202.1	A
T3	152	AB
T2	130.8	B
T1	104.7	B
T5	98	B

Tukey= 61.74

Los tratamientos cuatro y tres evaluados con aplicación de etefón (900 y 1200 ppm) son estadísticamente iguales, donde se encuentran los valores más altos de cantidad de rejas/ha de frutos con maduración precoz, esto influye negativamente en los ingresos, debido a que estos frutos no cumplen con la calidad comercial que exige el mercado. Mientras que el tratamiento cinco, uno, dos y tres con las dosis más bajas de etefón (0, 300, 600 y 900 ppm respectivamente) son estadísticamente iguales, esto nos indica que podemos usar cualquiera de estas tres dosis de etefón, debido a que son iguales al testigo estadísticamente (98 rejas/ha).

### 7.5. Firmeza del fruto

En relación a la firmeza del fruto, se realizó la toma de datos en tres momentos diferentes, siendo al momento del corte, 48 horas y 96 horas después del corte respectivamente. En resumen, de estas tres mediciones se presenta la siguiente tabla:

Tabla 12.

*Firmeza media de cada tratamiento en los tres momentos de medición, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	FIRMEZA DEL FRUTO (kg/cm <sup>2</sup> )		
	0 HORAS	48 HORAS	96 HORAS
T1	3.19	2.28	1.63
T2	3.21	2.43	1.72
T3	3.10	2.28	1.74
T4	3.17	2.24	1.68
T5	3.32	2.27	1.64
<b>MEDIA</b>	3.30	2.30	1.68

En la primera medición se observa una mínima diferencia en relación a la firmeza del fruto, que no excede un 7% del valor más alto (T5), en relación al valor más bajo que se encuentra en el tratamiento tres. El valor más alto se presenta en el testigo (3.32 kg/cm<sup>2</sup>) y todos los tratamientos con etefón están por debajo de este valor. En la segunda medición, no existe una diferencia mayor que el 8% entre los tratamientos y en la tercera (96 horas) no excede el 6% entre tratamientos. De acuerdo al tiempo de almacenamiento del fruto, la firmeza tiende a disminuir; de la primera medición en promedio a la segunda medición, hubo una disminución del 30% de la firmeza del fruto; de la segunda medición a la tercera, hubo una disminución de 27%; entonces, de la primera medición a la tercera la firmeza disminuyó en un 49%, por lo cual, se observó diferencia en la firmeza conforme fueron pasando los días.

**7.5.1. Primera medición (0 horas).** Se realizó la medición al momento de la cosecha para tres frutos en cada uno de los tratamientos y para cada una de las cosechas realizadas, en la siguiente tabla se puede visualizar en promedio esta información.

Tabla 13.

*Firmeza del fruto (kg/cm<sup>2</sup>) en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	3.12	3.21	3.36	3.09	12.78	3.19
2	3.28	3.27	3.13	3.17	12.85	3.21
3	3.14	3.24	3.07	2.94	12.38	3.10
4	3.52	3.05	3.21	2.92	12.69	3.17
5	3.55	3.32	3.11	3.30	13.29	3.32
<b>TOTAL</b>	16.61	16.09	15.88	15.42	63.99	3.20

En la tabla anterior, se puede observar que el testigo absoluto (T5) tiene el valor más alto en promedio general. De acuerdo con Osuna, et al. (2012) en su estudio con mango, tuvo una reducción en la firmeza con las dosis arriba de 500 ppm. Esto se puede observar en este cuadro, pero de manera general se puede visualizar que las diferencias son mínimas, por tanto, no afecta en el almacenamiento del Jocote.

Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 14.

*Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm<sup>2</sup>) en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

F V	GL	SC	SCM	FC	FT 5%	FT 1%	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	4	0.105918485	0.026479621	1.24	3.259	5.412	NS
Bloques	3	0.144088403	0.05	2.26	3.49	5.953	NS
Error	12	0.255238113	0.02				
Total	19	0.505245					

CV= 4.56

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de la firmeza del fruto a las 0 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

De igual manera se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey.

**7.5.2. Segunda medición (48 horas).** Todos los frutos cosechados en cada unidad experimental, se almacenaron para la evaluación de vida en anaquel y a las 48 horas se realizó la segunda medición de firmeza, en la siguiente tabla se visualiza esta información.

Tabla 15.

*Firmeza del fruto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	2.40	2.29	2.14	2.29	9.11	2.28
2	2.48	2.50	2.31	2.44	9.72	2.43
3	2.32	2.31	2.22	2.27	9.11	2.28
4	2.48	2.30	2.20	1.99	8.97	2.24
5	2.24	2.35	2.38	2.13	9.09	2.27
<b>TOTAL</b>	11.90	11.75	11.25	11.12	46.01	2.30

En comparación a la primera medición, los datos a las 48 horas de cosechado el fruto, se manifestó una disminución de la firmeza de la fruta en un 30% y las diferencias son mínimas entre cada uno de los tratamientos, donde no excede el 8%.

Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16.

*Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm<sup>2</sup>) en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

F V	GL	SC	SCM	FC	FT 5%	FT 1%	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	4	0.087970116	0.021992529	1.94	3.259	5.412	NS
Bloques	3	0.08716112	0.03	2.56	3.49	5.953	NS
Error	12	0.136041392	0.01				
Total	19	0.311172628					

CV= 4.63

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de la firmeza del fruto a las 48 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en kg/cm<sup>2</sup>, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey. Tal como se pudo observar en el estudio de Saucedo, Martínez, Chávez, & Soto (2001), en su estudio de maduración de frutos de zapote mamey, no hubo cambios significativos en la firmeza del fruto.

**7.5.3. Tercera medición (96 horas).** Considerando los días de vida en anaquel, se realizaron tres mediciones para cada uno de los cortes realizados, en la siguiente tabla se visualiza esta información.

Tabla 17.

*Firmeza del fruto (kg/cm<sup>2</sup>) en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	1.71	1.59	1.65	1.59	6.54	1.63
2	1.65	1.71	1.74	1.78	6.87	1.72
3	1.72	1.85	1.76	1.62	6.94	1.74
4	2.00	1.62	1.53	1.55	6.70	1.68
5	1.67	1.69	1.59	1.60	6.56	1.64
<b>TOTAL</b>	8.75	8.46	8.26	8.15	33.62	1.68

De igual manera que las primeras mediciones, los cambios entre cada tratamiento son mínimos, ya que no excede el 6% y los datos no se alejan de la media general que es de 1.64 kg/cm<sup>2</sup>.

Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 18.

*Análisis de varianza de la firmeza del fruto (kg/cm<sup>2</sup>) en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

F V	GL	SC	SCM	FC	FT 5%	FT 1%	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	4	0.032464393	0.008116098	0.61	3.259	5.412	NS
Bloques	3	0.041677433	0.01	1.05	3.49	5.953	NS
Error	12	0.158551636	0.01				
Total	19	0.232693462					

CV= 6.84

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de la firmeza del fruto a las 96 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en kg/cm<sup>2</sup>, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el

rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey. Por tanto, aquí también se demuestra que la tendencia de la firmeza de la fruta es disminuir con el paso del tiempo, donde de la primera medición (momento del corte) hasta la tercera medición (96 horas) hubo una disminución de 49%, tal y como se obtuvieron los resultados de Zamora, García, Mata, & Tovar (2004), en su estudio mango ‘Kent’, donde los valores altos de firmeza se encuentran al momento de la cosecha de la fruta y tiende a declinar con el almacenamiento.

#### 7.6. Concentración de Sólidos Solubles Totales (°Brix).

En relación a la concentración de SST del fruto, se realizó la toma de datos en tres momentos diferentes, siendo al momento del corte, 48 horas y 96 horas después del corte respectivamente. En resumen, de estas tres mediciones se presenta la siguiente tabla:

Tabla 19.

*Concentración de SST promedio de cada tratamiento en los tres momentos de medición en °Brix, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	SST (°Brix)		
	0 HORAS	48 HORAS	96 HORAS
T1	9.87	10.94	10.93
T2	9.70	10.61	11.20
T3	9.62	10.37	10.87
T4	9.62	10.60	10.85
T5	10.11	11.18	11.85
<b>MEDIA</b>	<b>9.78</b>	<b>10.74</b>	<b>11.14</b>

Osuna, et al. (2012) en su estudio de aplicación de etefón en precosecha con mango, refiere que obtuvo un aumento de la concentración de SST, sin embargo, en los resultados con Jocote se puede observar que los valores más altos de acuerdo a las medias de cada una de las mediciones,

son del testigo absoluto y en decrecimiento de acuerdo al aumento de la dosis de etefón. En la primera medición se observa una mínima diferencia respecto a la concentración de SST, que no excede un 5% del valor más alto (T5), en relación al valor más bajo que se encuentra en el tratamiento tres y cuatro; en la segunda medición, no existe una diferencia mayor del 7% entre los tratamientos; y en la tercera medición (96 horas) no excede el 8% entre tratamientos. De acuerdo al tiempo de almacenamiento del fruto, la concentración de SST tiende a aumentar; de la primera medición en promedio a la segunda medición, hubo un aumento del 9% de la concentración de SST del fruto; de la segunda medición a la tercera, hubo un aumento de 4%; entonces, de la primera medición a la tercera, la concentración de SST aumentó en un 12%, por lo cual, se observó diferencia en esta variable conforme fueron pasando los días. Es importante resaltar que todos los tratamientos mostraron un aumento en °Brix durante fueron pasando las 96 horas de almacenamiento, pero el testigo absoluto fue el que más aumentó en un 15% (1.74 °Brix).

**7.6.1. Primera medición (0 horas).** Se realizó la medición al momento de la cosecha para tres frutos en cada uno de los tratamientos y para cada una de las cosechas realizadas, en la siguiente tabla se puede visualizar en promedio esta información.

Tabla 20.

*Concentración de SST en °Brix en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	9.53	9.72	10.32	9.92	39.49	9.87
2	9.07	10.31	9.12	10.32	38.81	9.70
3	8.89	11.16	9.42	9.00	38.47	9.62
4	10.96	9.45	8.72	9.35	38.47	9.62
5	10.75	9.67	10.00	10.03	40.45	10.11
<b>TOTAL</b>	49.21	50.30	47.57	48.61	195.69	9.78

Se observa en la tabla, existe una mínima diferencia entre la concentración de SST en cada uno de los tratamientos que no exceden el 5% de diferencia entre su valor más alto (T5), respecto al valor más bajo (T3 y T4), equivalente a 0.5°Brix.



Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 21.

*Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 0 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

<b>F V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>FC</b>	<b>FT 5%</b>	<b>FT 1%</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
Tratamientos	4	0.710597875	0.177649469	0.28	3.259	5.412	NS
Bloques	3	0.780890266	0.26	0.40	3.49	5.953	NS
Error	12	7.730225891	0.64				
Total	19	9.221714033					

CV= 8.20

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de concentración de SST del fruto a las 0 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en kg/cm<sup>2</sup>, se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

Se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadísticamente entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey. Esto coincide con el estudio de Álvarez, Rozo, & Reyes (2015), en su estudio del comportamiento post cosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina* Lindl.), donde no hubo diferencia significativa en la concentración de SST.

**7.6.2. Segunda medición (48 horas).** Todos los frutos cosechados en cada unidad experimental, se almacenaron para la evaluación de vida en anaquel y a las 48 horas se realizó la segunda medición de firmeza, en la siguiente tabla se visualiza esta información.

Tabla 22.

*Concentración de SST en °Brix en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	10.37	10.62	11.89	10.89	43.77	10.94
2	9.66	11.28	10.10	11.41	42.45	10.61
3	9.62	12.06	9.74	10.07	41.50	10.37
4	12.39	10.06	9.72	10.25	42.41	10.60
5	12.46	10.85	10.48	10.94	44.74	11.18
<b>TOTAL</b>	54.50	54.87	51.93	53.56	214.86	10.74

En esta segunda medición ha aumentado la concentración de SST en un 9% en relación a la primera medición, pero al igual que en la primera, la diferencia entre cada tratamiento es muy similar, únicamente hay una diferencia de 7% entre su valor más alto (T5) respecto al más bajo (T3), equivalente a 0.9 °Brix.

Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 23.

*Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 48 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

F V	GL	SC	SCM	FC	FT 5%	FT 1%	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	4	1.623534009	0.405883502	0.37	3.259	5.412	NS
Bloques	3	1.032534261	0.34	0.31	3.49	5.953	NS
Error	12	13.14585359	1.10				
Total	19	15.80192186					

CV= 9.74

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de concentración de SST del fruto a las 48 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada no es superior al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que estadísticamente son iguales los cinco tratamientos evaluados, para la variable de concentración de SST y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey.

**7.6.3. Tercera medición (96 horas).** Considerando los días de vida en anaquel, se realizaron tres mediciones para cada uno de los cortes realizados, en la siguiente tabla se visualiza esta información.

Tabla 24.

*Concentración de SST en °Brix en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	10.64	11.13	11.49	10.44	43.71	10.93
2	10.81	11.70	10.41	11.89	44.81	11.20
3	10.36	12.42	10.13	10.58	43.50	10.87
4	12.87	10.81	9.92	9.82	43.41	10.85
5	13.40	11.42	11.34	11.25	47.41	11.85
<b>TOTAL</b>	58.08	57.48	53.29	53.98	222.83	11.14

Los datos de la tabla anterior nos muestran que los cambios entre cada tratamiento son mínimos y no exceden el 8% entre su valor más alto (T5) respecto al valor más bajo (T4), equivalente a 1 °Brix.

Para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se procedió a realizar un análisis de varianza de los datos obtenidos en campo correspondientes a esta variable, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 25.

*Análisis de varianza de la concentración de SST en °Brix en la medición a las 96 horas de cosecha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

F V	GL	SC	SCM	FC	FT 5%	FT 1%	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	4	2.836571402	0.70914285	0.76	3.259	5.412	NS
Bloques	3	3.520560781	1.17	1.26	3.49	5.953	NS
Error	12	11.19164876	0.93				
Total	19	17.54878094					

CV= 8.67

CV= coeficiente de variación; NS= No significativo; \*\*= Altamente significativo; \*=Significativo.

Al realizar el análisis de varianza a los datos de concentración de SST del fruto a las 96 horas de cosecha de las cuatro dosis de etefón y el testigo, en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , se determinó que el coeficiente de variación obtenido, se encuentra entre el rango adecuado establecido, ya que es inferior al 20 % que es el rango máximo aceptable en este tipo de experimentos. El coeficiente de variación, indica que durante el experimento no hubo cambios significativos en cuanto a la incidencia de los factores ambientales y la ejecución del experimento.

También se determinó que la F calculada es menor al valor de la F tabulada al 5 % y al 1%, lo cual indica que no hay significancia estadística entre los cinco tratamientos evaluados y por ello no se procede a la elaboración de la prueba de Tukey. Aquí se demuestra que la tendencia de la concentración de °Brix de la fruta aumentó con el paso del tiempo, donde en promedio de la primera medición (momento del corte) hasta la tercera medición (96 horas) hubo un aumento del 12%, tal y como se obtuvieron los resultados de Osuna, et al. (2012), donde al momento de la cosecha los cambios no fueron estadísticamente significativos, debido a que con el almacenamiento, tiende a aumentar la concentración de SST. Aunque en este caso en ninguno de los tres momentos de medición se ha logrado una diferencia estadísticamente significativa.

### 7.7. Análisis económico

En la siguiente tabla se observa la utilidad y rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados en la investigación. Para la obtención de estos rubros se tomó en cuenta un ciclo de producción (todo el mantenimiento de un año hasta la obtención de la cosecha), considerando que es una plantación de siete años que ha sido establecida (ver costos por tratamientos en anexos).

Tabla 26.

*Rentabilidad económica por hectárea de cada uno de los tratamientos en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

Tratamiento	Ingresos	Egresos	Utilidad	Rentabilidad (%)
T1 (300 ppm)	Q50,245.53	Q33,548.64	Q16,696.89	49.77
T2 (600 ppm)	Q50,551.02	Q33,606.24	Q16,944.78	50.42
T3 (900 ppm)	Q57,258.01	Q34,779.84	Q22,478.17	64.63
T4 (1200 ppm)	Q67,446.51	Q36,763.44	Q30,683.07	83.46
T5 (0 ppm)	Q40,648.51	Q32,365.46	Q8,283.04	25.59

El testigo absoluto que es el tratamiento cinco (0 ppm) es la que presenta los valores más bajos de rentabilidad de 25.59% y una utilidad de 8,283.04 quetzales/ha. Mientras que todos los tratamientos evaluados con etefón, aumentaron la utilidad y por ende la rentabilidad. Esto se debe a que la mayor parte de la cosecha se realizó cuando los precios se encontraban altos, tal como se puede observar en la gráfica 1. La aplicación de etefón influyó sobre el rendimiento en quetzales, la producción no se vio afectada, debido a que este producto no influye en cantidad de producción, pero si en el momento en el que se comercializa, para lograr mayores beneficios aprovechando la ventana de oportunidad cuando inicia la cosecha. El tratamiento cuatro (1200 ppm) que tiene la mayor utilidad de 83.46% (30,683.07 quetzales/ha) supera en 57.87% en utilidad al testigo absoluto. Por otro lado, están las otras variables que se evaluaron donde el tratamiento cuatro tiene desventajas en su uso por la reducción de la calidad de la fruta.

En resumen, de todas las variables analizadas en la investigación, se presenta la siguiente tabla, con la finalidad de mostrar la tendencia de cada uno de los tratamientos en respuesta de la aplicación de etefón, de acuerdo a los resultados obtenidos en campo.

Tabla 27.

*Resumen de variables respuesta en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

VARIABLES	TRATAMIENTOS EVALUADOS					
	1	2	3	4	5	
Porcentaje de maduración						
(primeros cinco cortes)	44.3	44.7	55.8	63.9	10.9	
Rendimiento (Q)	633.6	608.4	650.2	708.3	597	
Vida de anaquel (días)	6.7	6.4	5.8	5.3	7.2	
Maduración precoz (rejas/ha)	104.7	130.8	152.0	202.1	98.0	
Firmeza del fruto (kg/cm <sup>2</sup> )	0 hrs	3.19	3.21	3.10	3.17	3.32
	48 hrs	2.28	2.43	2.28	2.24	2.27
	96 hrs	1.63	1.72	1.74	1.68	1.64
	0 hrs	9.87	9.70	9.62	9.62	10.11
SST (°Brix)	48 hrs	10.94	10.61	10.37	10.60	11.18
	96 hrs	10.93	11.20	10.87	10.85	11.85
Rentabilidad	49.77	50.42	64.63	83.46	25.59	

La variable de porcentaje de maduración, nos ayuda para ver la cantidad de frutos que maduran en relación al tiempo, expresado en porcentaje del total de la producción por tratamiento. Tomando en cuenta, únicamente los datos de los primeros 5 cortes al inicio de la cosecha (de un total de 14 cortes), podemos ver la gran diferencia que existen entre los tratamientos en relación a la cantidad cosechada (T5 con 10.9%, T1 con 44.3%, T2 con 44.7%, T3 con 55.8% y T4 con 63.9%) y esos primeros cortes, es cuando el precio se encuentra en lo más alto (promedio de 107 quetzales por reja), de allí entonces se origina la importancia de esta investigación. Por otro lado, si bien es cierto que el etefón ha logrado acelerar la maduración de la fruta, este impacto ha sido demostrado en el rendimiento en quetzales de cada tratamiento, mientras más alta sea la dosis de etefón, mayor es el rendimiento en quetzales, por acelerar y comercializar cuando se encuentran los mejores precios en el mercado.

Sin embargo, analizando las otras variables, el uso del etefón tiene sus desventajas y una de ellas es la vida en anaquel, donde es inversamente proporcional, a mayor dosis de etefón, menor es la cantidad de vida de anaquel. Este dato es muy importante, principalmente en el manejo de

grandes áreas de producción, debido que se reduce el tiempo de comercialización. Aunque los tratamientos uno y dos (300 y 600 ppm respectivamente) son estadísticamente iguales al testigo (0 ppm), esto entonces nos permite indicar que es posible aumentar la utilidad de la producción sin influenciar negativamente en la vida de anaquel.

Otro aspecto importante a resaltar dentro de los resultados de la investigación, es la maduración precoz, que se evaluó de acuerdo a la cantidad de frutos pequeños por tratamiento y nuevamente las dosis más altas de etefón (900 y 1200 ppm) son estadísticamente diferentes a las demás. Es por ello entonces, que las dosis de los tratamientos uno y dos las más recomendables por no afectar en la vida de anaquel ni en la maduración de frutos pequeños,

En la calidad del fruto, se ve afectada negativamente la maduración precoz, sin embargo, en relación a la firmeza del fruto y concentración de sólidos solubles totales, hubo diferencias mínimas, pero no son estadísticamente significativas.

## 8. CONCLUSIONES

El uso de etefón para la maduración de Jocote, influye en la aceleración de la maduración y por lo tanto se acepta la hipótesis número uno, debido a que todos los tratamientos con etefón demostraron altos valores de maduración en los primeros cinco cortes donde en el T1 se había cosechado el 44.3%, T2 el 44.7%, T3 el 55.8% y T4 el 63.9%, mientras que el testigo absoluto en esta cantidad de cortes, únicamente se cosechó el 10.9%, este tratamiento obtuvo su valor más alto de producción hasta el noveno corte (20.6%), cuando el precio se encontraba con los valores más bajos del mercado.

Todas las dosis con etefón obtuvieron los valores más altos de rendimiento (rejas/ha), aunque estadísticamente no tuvieron diferencias significativas, por lo que se rechaza la hipótesis número dos y se concluye que el rendimiento no influyó con la aplicación de etefón.

De acuerdo a como lo citan varios autores en estudios anteriores, el etefón tiene efectos negativos y uno de ellos es la disminución de vida en anaquel de las frutas; estadísticamente los tratamientos cinco (7.18 días), uno (6.71 días) y dos (6.44 días) son iguales, por lo tanto, pueden emplearse para la aceleración de la maduración de Jocote y los tratamientos tres (5.83 días) y cuatro (5.34 días), tienden a disminuir la vida de anaquel de la fruta, es por ello que se acepta la hipótesis número tres.

El uso de etefón en el cultivo de jocote influyó negativamente en la producción, debido a la maduración precoz, porque se aumentó la cantidad de rejas/ha de frutos pequeños, en relación directa al aumento de la dosis de etefón y los tratamientos cinco, uno, dos y tres son estadísticamente diferentes al tratamiento cuatro (1200 ppm), por lo que este último tratamiento no se recomienda por la maduración del fruto antes que logre el tamaño comercial y es por ello que se acepta la hipótesis número cuatro.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el etefón no presentó diferencias estadísticas para las variables de firmeza del fruto y concentración de sólidos solubles totales en ninguno de los tres diferentes momentos de medición, debido a ellos se rechaza la hipótesis número cinco y seis. Es importante recalcar que, si hubo una decadencia de valores entre cada una de las mediciones, pero se debe por la pérdida de vida en anaquel.

Dentro de las variables analizadas para los cinco tratamientos en la investigación, el testigo absoluto (T5) tiene los valores más bajos en porcentaje de maduración en relación al tiempo, rendimiento y rentabilidad, aspectos de mayor importancia para el productor. Mientras que el



tratamiento tres y cuatro (900 y 1200 ppm) tienen los valores más altos en estas variables, pero afectan significativamente en la reducción de vida de anaquel de la fruta y aumenta la cantidad de frutos pequeños (maduración precoz), es por ello que se concluye que los mejores tratamientos son el uno y dos (300 y 600 ppm), debido a que tienen buen rendimiento en comparación con el testigo absoluto y no afectan la vida de anaquel y la maduración precoz de la fruta.

## **9. RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar etefón para la aceleración de la maduración y con ello lograr aumentar las utilidades de las parcelas aprovechando la ventana de oportunidad de mejores precios al inicio de la cosecha, pero usando dosis no mayor a 600 ppm, para no tener efectos negativos en la calidad de la fruta y en la reducción de la vida en anaquel.

Replicar esta investigación con otras especies de Jocote, debido a que el Jocote de verano son caducifolios y la reacción con otras especies como el Jocote corona pueden ser distintas.

Realizar investigación sobre el uso de etileno como promotor de la floración, debido a que también se puede lograr acelerar la producción de esa manera y para comparar los resultados del momento más adecuado en el uso de la hormona.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2012). *Aplicación de Silicio en tomate y su efecto en la calidad nutricional*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento de Horticultura, Saltillo, Coahuila .
- Álvarez, J., Rozo, X., & Reyes, A. (2015). Comportamiento postcosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicini* Lindl.) en cuatro estados de madurez tratados con etileno. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9, 46-59.
- Arce, M. (2012). *Nutrición Silíceea en fresa*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Chapingo, México.
- Asociación Nacional del Café -ANACAFE-. (2011). *Manejo agronómico del cultivo de Jocote*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2017, de [http://library.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo\\_de\\_jocote](http://library.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_jocote)
- Caicedo, L., & Chavarriaga, W. (2007). *Efecto de la aplicación de dosis de Silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Colombia.
- Carias, D. (1999). *Evaluación de tres dosis de gas etileno combinado con tres dosis de carbón activado para la inducción de la floración en piña (Ananas comosus L.) Escuintla, Guatemala*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Castro, I., & Contreras, A. (2011). *Manejo de plagas y enfermedades del cultivo de papa*. Valdivia, Chile.
- Chávez, E. (2017). *Evaluación de alturas de aporque en tres variedades de papa; Ixchiguán, San Marcos*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Chávez, G. (2010). *Manual técnico agrícola* (1ra. ed.). Quetzaltenango, Guatemala.
- Chávez, G., & Ramírez, A. (2013). *Manual para la producción de semilla de papa certificada* (1ra. ed.). Quetzaltenango, Guatemala.
- Colimba, J., & Morales, Á. (2011). *Efecto de la aplicación de Silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Imbabura, Ecuador.

- Coloma, L. (2015). *Efecto de la aplicación foliar con dos fuentes de Silicio en la agronomía y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.
- Cox, L. (2018). *Evaluación de períodos de anillado en material vegetativo para la propagación de Jocote corona (Spondias purpurea), San Pedro La Laguna, Sololá*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, campus de Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Sololá, Guatemala.
- Cruz, E. (2007). *El Jocote corona, Spondias sp.* Recuperado el 01 de Septiembre de 2017, de <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Jocote.pdf>
- De la Cruz, J., Vela, G., Dorantes, L., & García, H. (2010). Efecto del etileno sobre el ACC y ACC oxidasa en la maduración de Papaya 'Maradol'. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33, 133-140.
- De la Cruz, M. (2012). *Fertilización foliar con Potasio, Calcio y Silicio en fresa*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Chapingo, México.
- De León, G. (2016). *Evaluación de ácidos húmicos y fúlvicos en el rendimiento de papa variedad Loman, Ixchiguán, San Marcos*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas , Quetzaltenango.
- Disagro. (2004). *Consejero agrícola*. Guatemala: Departamento de investigación agrícola, Grupo Disagro.
- Fernández, E. (2015). *Uso de Silicio en inductores de resistencia en relación a Huanglongbing (HLB) en limón persa (Citrus latifolia) y limón mexicano (Citrus aurantifolia)*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Jalisco, México.
- Filgueiras, O. (1 de Octubre de 2007). *Silicio en la agricultura: Pesquisa Fapesp*. Recuperado el 1 de Agosto de 2017, de Pesquisa Fapesp: Web site: <http://revistapesquisa.fapesp.br/es/2007/10/01/silicio-en-la-agricultura/>
- Flores, J. (2003). *Efecto de etefón y urea en la inducción a floración y brotación de Tillandsia tricolor var. melanocrater (Bromeliaceae)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Ciencia y Producción Agropecuaria, Honduras.

- Franco, J. (2002). *El cultivo de la papa en Guatemala* (1ra. ed.). Guatemala, Guatemala.
- García, D. (2012). *Efecto de la aplicación de dosis de Silicio mas abonos orgánicos en la poda de rehabilitación en plantas de café variedad Catimor*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Tarapoto, Perú.
- García, M. (2017). *Evaluación de insecticidas botánicos para el control del picudo de la vaina en ejote francés, Monjas Jalapa*. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, sede regional de Jutiapa, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Jutiapa.
- Gerrero, I., Mercado, E., Vásquez, M., Súmano, O., Escamilla, P., & Reyes, R. (2009). *Efecto del etefón sobre la maduración de frutos de mango, cv. 'Keitt' y 'Kent'*. Recuperado el 23 de Junio de 2017, de [http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2009/11VCRC\\_46/13\\_GuerreroLopez.pdf](http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2009/11VCRC_46/13_GuerreroLopez.pdf)
- González, J. (2004). *Evaluación de paclobutrazol, ethephon y nitrato de potasio como estimulante de la inducción floral en mango Magnifera indica L., variedad Tommy Atkins en Retalhuleu*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Guerrero, S., & Teshé, E. (2012). *Estudio agromorfológico y agroindustrial de las variedades de Jocoto barón rojo (Spondias purpurea) y jocote de azúcarón (Spondias dulcius) de potencial comercial, cultivadas en los cantones: El Conacaste, Zanarate y Guascota del municipio de San Lorenzo*. Tesis de grado, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Agroindustrial, Universidad Dr. José Matías Delgado, Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola, Ahuachapán, El Salvador.
- Heckman, J. (2013). Silicio: una sustancia beneficiosa. 97(4), 3.
- Hernández, M., Barrera, J., & Melgarejo, L. (26 de Noviembre de 2012). *Fisiología postcosecha*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de [http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11\\_Cap09.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf)
- INE. (2004). *IV Censo Nacional Agropecuario*. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, Guatemala.
- INIFAP. (2000). *Manual para la producción de papa en las sierras y valles altos del centro de México*. México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- Innovación agrícola*. (2016). Recuperado el 08 de Octubre de 2017, de <http://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/05/FICHA-TECNICA-ETHEPHON.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2004). *IV censo nacional agropecuario tomo III*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de <https://es.scribd.com/document/333726951/IV-Censo-Nacional-Agropecuario-Tomo-III>
- Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2013). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de [http://apps.who.int/fctc/implementation/database/sites/implementation/files/documents/reports/guatemala\\_2016\\_annex10\\_national\\_agricultural\\_survey\\_2013.pdf](http://apps.who.int/fctc/implementation/database/sites/implementation/files/documents/reports/guatemala_2016_annex10_national_agricultural_survey_2013.pdf)
- INTA. (2004). *Manejo integrado de plagas* (1ra ed.). Managua, Nicaragua.
- Jones, S. (1988). *Sistemática vegetal* (2da. ed.). (1. McGraw-Hill, Ed.) México.
- Juárez, R., López, F., & Barahona, N. (2009). *Estudio socio productivo y artrópodos asociados al cultivo de Jocote corona (Spondias sp.) en el volcán Chinchontepec, San Vicente, El Salvador*, C. A. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de El Salvador, Departamento de Ciencias Agronómicas, El Salvador.
- MAGA. (2016). El agro en cifras 2015. 63. Guatemala, Guatemala .
- MAGA. (2017). *Fichas de mercado*. Recuperado el 9 de Octubre de 2018, de MAGA Web site: <http://web.maga.gob.gt/diplan/informacion-del-sector/fichas-de-mercado/>
- Mamani, F. (2015). *Efecto del Silicio en la producción de semilla pre-básica de papa Var. Agata, bajo condiciones controladas*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia.
- Mendoza, L. (2013). *Fertilización Silicea en Lisianthus (Eustoma grandiflorum L.) CV Mariachi*. Tesis de grado, Maestro en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Chapingo, México.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de [http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/mapa\\_taxonomica\\_memoria\\_tecnica\\_2000.pdf](http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/mapa_taxonomica_memoria_tecnica_2000.pdf)

- Molina, E. (2007). *Análisis foliar y su interpretación*. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Costa Rica.
- Montalvo, E., García, H., Mata, M., & Tovar, B. (2011). Efecto de la luz en ciruela mexicana manejada a diferentes condiciones de almacenamiento. *CyTA Journal of Food*, 9, 65-70.
- Morales, E. (2010). *Evaluación financiera y económica de un proyecto de cultivo de Jocote San Jacinto, en la aldea Cruz del Valle, municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso*. Tesis de grado, Licenciatura en Administración de Empresas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Guatemala.
- Morataya, J. (2004). *Caracterización del sistema productivo de Jocote (Spondias purpurea) en el departamento de Chiquimula*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Moreno, C. (2008). *Evaluación de siete métodos físicos, químicos y orgánicos para el control de ralstonia (Ralstonia solanacearum) en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) en San Antonio La Capellanía, Chiantla, Huehuetenango*. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Mori, M. (2012). *Uso de diferentes dosis de Calcio y Silicio para el mejor cuajado de frutos en el cultivo de pepinillo híbrido EM AMERICAM SLICER 160 F-1*. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Tarapoto, Perú.
- MOSCAMED. (2011). *Memoria anual de labores*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2017, de <http://moscamed-guatemala.org.gt/2012/07/7.MEMORIAMOSCAMED2011.pdf>
- Nájera, J. (2016). *Evaluación de la disponibilidad en el suelo y contenidos de Fósforo en plantas de café en respuesta a aplicación de Silicio; finca El Hato, Santa Rosa*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Navarro, G. (2003). *Química agrícola* (2a ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa Madrid.
- Osorio, R. (7 de Mayo de 2006). *Absorción de elementos nutritivos: Fertilidad y nutrición de las plantas*. Recuperado el 31 de Agosto de 2017, de Fertilidad y nutrición de las plantas: Web

site: <http://fertilidadynutriciondeplantas.blogspot.com/2006/05/absorcin-de-elementos-nutritivos.html>

- Osuna, J., Pérez, H., Vásquez, V., & Gómez, R. (2011). Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-mcp) y su efecto en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34, 197-204.
- Osuna, T., Sañudo, A., Muy, D., Basilio, J., Valdez, B., Hernández, S., & Villareal, M. (2012). Aplicación precosecha de etefón para mejorar la calidad de mangos 'Tommy Atkins' para procesamiento industrial. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35, 69-74.
- Peñañiel, M. (2009). *Efecto de la aplicación edáfica del Silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (Colocasia esculenta) en combinación con dos niveles de abono orgánico*. Tesis de grado, Ingeniero en Ciencias Agropecuarias, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Agronomía, Pastaza, Ecuador.
- Pinedo, J. (2011). *Evaluación de dosis de Silicio en el rendimiento del pepino híbrido (Cucumis sativus L) variedad stonewall F1*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Tarapoto, Perú.
- Puentes, J. (2016). *Comparación de la fertilización tradicional con la fertilización a base de Silicio en la producción de maíz*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo en Irrigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de carreras agronómicas, Coahuila, México.
- Pusimacho, M., & Sherwood, S. (2002). *Cultivo de la papa en Ecuador* (1ra. ed.). Quito, Ecuador: INIAP-CIP.
- Quero, E. (14 de mayo de 2008). *Silicio en la producción agrícola: Portal de Silicio en los sistemas biológicos*. Recuperado el 30 de agosto de 2017, de Portal de Silicio en los sistemas biológicos: Web site: [loquequero.com/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=2](http://loquequero.com/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=2)
- Quiroga, A. (2016). *Respuesta a las aplicaciones de Silicio en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L) variedad Modan, en condiciones de estrés hídrico bajo cubierta en Culiacán Sinaloa*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Agronómica, Bogotá, Colombia.
- Ríos, G. (2007). *Distribución y variabilidad de Ralstonia solanacearum E.F. Smith, agente causal de marchitez bacteriana en el cultivo de papa en tres departamentos del norte de*



- Nicaragua (Estelí, Matagalpa y Jinotega)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua.
- Rolz, C. (2011). *Estudio post cosecha y procesamiento mínimo de frutas*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202007.69.pdf>
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). *Guía técnica del cultivo de papa*. La Libertad, El Salvador.
- Rosa, G. (2018). *Efecto de muriato de potasio vía foliar y al suelo, sobre el rendimiento y calidad del Jocote corona (Spondias purpurea L.); Quesada, Jutiapa*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, sede regional de Jutiapa, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Jutiapa, Guatemala.
- Sánchez, C. (2016). *Efecto de ácidos húmicos, en el rendimiento y calidad de tubérculo de tres variedades de papa en Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Sánchez, O. (2015). Memorias. (D. t. Agromil, Ed.) *Un enfoque innovador en la nutrición de cultivos*, 31.
- Santa Cruz, L. (2016). Importancia del Silicio en la palma de aceite y otros cultivos. *La Palma*, 20.
- Saucedo, C., Martínez, A., Chávez, S., & Soto, R. (2001). Maduración de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H. E. Moore & Stream) tratados con etileno. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24, 231-234.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -Segeplan-. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal -PDM-*. Recuperado el 26 de Julio de 2017, de <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=234:pdm-jacaltenango>
- Segeplan. (2010). *Plan de desarrollo municipal de Palestina de Los Altos*. Quetzaltenango, Quetzaltenango.
- Sitún, M. (2007). *Investigación agrícola*. Guatemala, Guatemala: ENCA.
- Sitún, M. (2007). *Investigación Agrícola* (Tercera impresión ed.). Guatemala, Barcena, Villa Nueva: Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.
- Torres, D. (2019). *Evaluación de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) para la inducción floral y cuaje del fruto en el cultivo de Jocote(Spondias purpurea)*. Quesada, Jutiapa. Tesis

de grado, Ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar, sede regional de Jutiapa, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Jutiapa, Guatemala.

Vanegas, M. (2005). *Guía Técnica del Cultivo del Jocote*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2017, de <http://repiica.iica.int/docs/B0222e/B0222e.pdf>

Zambrano, R. (8 de Septiembre de 2014). *El Silicio ayuda a contrarrestar los efectos del cambio climático: La República*. Recuperado el 31 de Agosto de 2017, de La República: Web Site: <https://www.larepublica.co/archivo/el-silicio-ayuda-a-contrarrestar-los-efectos-del-cambio-climatico-2165546>

Zamora, E., García, H., Mata, M., & Tovar, B. (2004). Aceleración de la maduración en mango 'Kent' refrigerado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27, 359-366.

## 11. ANEXOS

Anexo 1. *Precio de venta por reja de Jocote en cada fecha donde se hizo el corte de la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

No.	Fechas de cortes	Precio de venta/reja (Q)
1	12/04/2018	Q150.00
2	15/04/2018	Q130.00
3	18/04/2018	Q100.00
4	21/04/2018	Q80.00
5	24/04/2018	Q75.00
6	27/04/2018	Q70.00
7	30/04/2018	Q50.00
8	03/05/2018	Q50.00
9	06/05/2018	Q60.00
10	09/05/2018	Q70.00
11	12/05/2018	Q70.00
12	15/05/2018	Q70.00
13	18/05/2018	Q70.00
14	21/05/2018	Q70.00
15	24/05/2018	Q70.00

*Anexo 2. Rendimiento en rejas/ha, en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

TRATAMIENTOS	NUMERO DE CORTES														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
T1	17.6	41	59.9	71.9	90.6	108.2	80.4	77.7	39.9	29.2	8.7	8.5	0	0	633.6
T2	20	62.3	64	71	54.4	68.3	80	73	48.7	31.4	19	13.4	2.9	0	608.4
T3	30.4	75.4	86.4	96.4	74.2	73.8	83	46.1	35.7	24.4	14.3	7.4	2.7	0	650.2
T4	27	139.7	122.3	92.2	71.6	61.9	69.2	50.1	29.2	19.3	15.7	5.4	4.7	0	708.3
T5	5.2	4.9	10.4	15.6	28.9	52.4	67.5	116.8	122.8	79.4	40.9	26.7	18.9	6.6	597
Total	100.2	323.3	343	347.1	319.7	364.6	380.1	363.7	276.3	183.7	98.6	61.4	29.2	6.6	3197.5

Anexo 3. *Condiciones ambientales de almacenamiento de los frutos cosechados en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

No.	Fecha	Humedad (%)			Temperatura °C		
		06:00	12:00	18:00	06:00	12:00	18:00
1	13/04/2018	56.8	40.8	35	23.4	32.8	31.4
2	14/04/2018	53.1	42.4	37.6	26.7	33.6	32.1
3	15/04/2018	60.4	83.6	69.3	25.8	23.6	24.5
4	16/04/2018	65	47.2	46.9	20.8	29.8	27.1
5	17/04/2018	67.3	39.4	49.8	19.8	31.0	26.3
6	18/04/2018	62.1	47.3	42.1	20.9	29.7	31.0
7	19/04/2018	61.6	40	42.6	23.5	34.0	30.6
8	20/04/2018	61.4	41	39.1	23.2	33.5	30.8
9	21/04/2018	59.4	34.6	44	22.7	34.5	30.2
10	22/04/2018	64.3	35	48.7	25.2	34.4	30.2
11	23/04/2018	60	45.3	46.7	23.2	33.0	30.9
12	24/04/2018	57.6	33.3	39.9	25.0	35.2	30.4
13	25/04/2018	50	39.7	37.4	25.2	34.0	31.7
14	26/04/2018	50	44.6	40	26.1	34.2	27.9
15	27/04/2018	65.3	49.8	43.1	26.7	31.4	29.9
16	28/04/2018	72.7	48.5	42.8	22.6	31.8	30.4
17	29/04/2018	60.9	48.2	42.8	22.0	32.1	30.4
18	30/04/2018	61.3	42.3	56.8	22.3	31.4	29.7
19	1/05/2018	63	41.8	52.5	24.7	34.0	30.0
20	2/05/2018	56	42.4	44.1	26.9	33.7	31.8
21	3/05/2018	58	38.2	45	23.8	33.9	29.4
22	4/05/2018	55	38.6	31.9	24.3	34.1	30.6
23	5/05/2018	50.8	37.9	35	23.3	34.2	31.3
24	6/05/2018	51.4	45.1	80.2	22.3	26.8	22.6
25	7/05/2018	84.6	65.4	48.6	22.9	26.9	27.5
26	8/05/2018	66.6	46.6	53.2	23.8	30.9	26.1

No.	Fecha	Humedad (%)			Temperatura °C		
		06:00	12:00	18:00	06:00	12:00	18:00
27	9/05/2018	69	45	49.2	23.3	32.0	27.1
28	10/05/2018	70.9	49.4	65	24.4	31.4	25.2
29	11/05/2018	85	51.6	76.2	22.8	31.8	23.9
30	12/05/2018	79.3	52	53.5	22.1	32.3	28.3
31	13/05/2018	63.2	52.1	54.4	25.2	32.1	29.8
32	14/05/2018	70	45	48	25.8	31.7	28.9
33	15/05/2018	72	46.4	50	22.8	32.9	28.9
34	16/05/2018	70	48.7	47	24.1	32.3	27.8
35	17/05/2018	84.6	51.4	55	23.6	32.4	29.1
36	18/05/2018	63.4	45.2	48	25.6	34.3	31.1
37	19/05/2018	65.6	46.2	49.3	26.6	34.0	30.6
38	20/05/2018	69.3	42.6	53.2	27.1	33.6	29.4
39	21/05/2018	66.7	47.4	49	23.0	32.7	26.7
40	22/05/2018	78.5	45	56.3	23.9	34.6	28.4
41	23/05/2018	84.6	48.5	47	24.6	33.5	30.0
42	24/05/2018	57.4	45.2	48.6	28.1	32.2	30.0
43	25/05/2018	65.1	42.1	45	26.1	34.1	29.9
Promedio		64.9	45.6	48.6	24.1	32.4	29.1

Anexo 4. Costo de producción por hectárea de tratamiento uno en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q33,548.64</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q24,140.70</b>
1. Insumos agrícolas				Q10,439.50
Fertilizante 12-24-12 +7CaO+4S	Quintal	10	Q225.00	Q2,250.00
Fertilizante 40N + 6S	Quintal	10	Q190.00	Q1,900.00
Fertilizante 15-4-22 +4MgO+3.8S+0.1B+0.1Zn	Quintal	10	Q205.00	Q2,050.00
Fertilizante foliar completo	Litro	0.6	Q60.00	Q36.00
Insecticida Cipermetrina	Litro	0.4	Q110.00	Q44.00
Insecticida thiamethoxam + lambdacihalotrina	Litro	0.4	Q865.00	Q346.00
Fungicida Mancozeb	kg	1.44	Q43.75	Q63.00
Etefón	Litro	0.22	Q150.00	Q33.00
Coadyuvante no iónico	Litro	0.25	Q90.00	Q22.50
Rejas para cosecha	Unidad	739	Q5.00	Q3,695.00
2. Mano de obra				Q13,701.20
Eliminación de malezas	Jornal	45	Q90.16	Q4,057.20
Fertilización	Jornal	4	Q90.16	Q360.64
Poda	Jornal	8	Q90.16	Q721.28
Aplicación foliar	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación insecticida	Jornal	6	Q90.16	Q540.96
Aplicación fungicida	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación de etefón	Jornal	3	Q90.16	Q270.48
Cosecha	Reja	739	Q10.00	Q7,390.00
<b>B. Costos indirectos (fijos)</b>				<b>Q9,407.94</b>

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1. Arrendamiento del terreno	ha	1	Q4,579.80	Q4,579.80
2. Costos de administración				Q4,828.14
20% de los costos directos				Q4,828.14
<b>II. INGRESOS</b>				<b>Q50,245.53</b>
A. Jocote con tamaño comercial	Reja	633.6	Q75.17	Q47,628.03
B. Jocote pequeño	Reja	104.7	Q25.00	Q2,617.50
				<b>Utilidad neta</b>
				<b>Q16,696.89</b>
				<b>Rentabilidad %</b>
				<b>49.77</b>



Anexo 5. Costo de producción por hectárea de tratamiento dos en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q33,606.24</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q24,188.70</b>
1. Insumos agrícolas				Q10,477.50
Fertilizante 12-24-12 +7CaO+4S	Quintal	10	Q225.00	Q2,250.00
Fertilizante 40N + 6S	Quintal	10	Q190.00	Q1,900.00
Fertilizante 15-4-22 +4MgO+3.8S+0.1B+0.1Zn	Quintal	10	Q205.00	Q2,050.00
Fertilizante foliar completo	Litro	0.6	Q60.00	Q36.00
Insecticida Cipermetrina	Litro	0.4	Q110.00	Q44.00
Insecticida thiamethoxam + lambdacihalotrina	Litro	0.4	Q865.00	Q346.00
Fungicida Mancozeb	kg	1.44	Q43.75	Q63.00
Etefón	Litro	0.44	Q150.00	Q66.00
Coadyuvante no iónico	Litro	0.25	Q90.00	Q22.50
Rejas para cosecha	Unidad	740	Q5.00	Q3,700.00
2. Mano de obra				Q13,711.20
Eliminación de malezas	Jornal	45	Q90.16	Q4,057.20
Fertilización	Jornal	4	Q90.16	Q360.64
Poda	Jornal	8	Q90.16	Q721.28
Aplicación foliar	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación insecticida	Jornal	6	Q90.16	Q540.96
Aplicación fungicida	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación de etefón	Jornal	3	Q90.16	Q270.48
Cosecha	Reja	740	Q10.00	Q7,400.00
<b>B. Costos indirectos (fijos)</b>				<b>Q9,417.54</b>

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1. Arrendamiento del terreno	ha	1	Q4,579.80	Q4,579.80
2. Costos de administración				Q4,837.74
20% de los costos directos				Q4,837.74
<b>II. INGRESOS</b>				<b>Q50,551.02</b>
A. Jocote con tamaño comercial	Reja	608.4	Q77.71	Q47,281.02
B. Jocote pequeño	Reja	130.8	Q25.00	Q3,270.00
<b>Utilidad neta</b>				<b>Q16,944.78</b>
<b>Rentabilidad %</b>				<b>50.42</b>

Anexo 6. Costo de producción por hectárea de tratamiento tres en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q34,779.84</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q25,166.70</b>
1. Insumos agrícolas				Q10,825.50
Fertilizante 12-24-12 +7CaO+4S	Quintal	10	Q225.00	Q2,250.00
Fertilizante 40N + 6S	Quintal	10	Q190.00	Q1,900.00
Fertilizante 15-4-22 +4MgO+3.8S+0.1B+0.1Zn	Quintal	10	Q205.00	Q2,050.00
Fertilizante foliar completo	Litro	0.6	Q60.00	Q36.00
Insecticida Cipermetrina	Litro	0.4	Q110.00	Q44.00
Insecticida thiamethoxam + lambdacihalotrina	Litro	0.4	Q865.00	Q346.00
Fungicida Mancozeb	kg	1.44	Q43.75	Q63.00
Etefón	Litro	0.66	Q150.00	Q99.00
Coadyuvante no iónico	Litro	0.25	Q90.00	Q22.50
Rejas para cosecha	Unidad	803	Q5.00	Q4,015.00
2. Mano de obra				Q14,341.20
Eliminación de malezas	Jornal	45	Q90.16	Q4,057.20
Fertilización	Jornal	4	Q90.16	Q360.64
Poda	Jornal	8	Q90.16	Q721.28
Aplicación foliar	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación insecticida	Jornal	6	Q90.16	Q540.96
Aplicación fungicida	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación de etefón	Jornal	3	Q90.16	Q270.48
Cosecha	Reja	803	Q10.00	Q8,030.00
<b>B. Costos indirectos (fijos)</b>				<b>Q9,613.14</b>

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1. Arrendamiento del terreno	ha	1	Q4,579.80	Q4,579.80
2. Costos de administración				Q5,033.34
20% de los costos directos				Q5,033.34
<b>II. INGRESOS</b>				<b>Q57,258.01</b>
A. Jocote con tamaño comercial	Reja	650.2	Q82.22	Q53,458.01
B. Jocote pequeño	Reja	152	Q25.00	Q3,800.00
<b>Utilidad neta</b>				<b>Q22,478.17</b>
<b>Rentabilidad %</b>				<b>64.63</b>

Anexo 7. Costo de producción por hectárea de tratamiento cuatro en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q36,763.44</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q26,819.70</b>
1. Insumos agrícolas				Q11,398.50
Fertilizante 12-24-12 +7CaO+4S	Quintal	10	Q225.00	Q2,250.00
Fertilizante 40N + 6S	Quintal	10	Q190.00	Q1,900.00
Fertilizante 15-4-22 +4MgO+3.8S+0.1B+0.1Zn	Quintal	10	Q205.00	Q2,050.00
Fertilizante foliar completo	Litro	0.6	Q60.00	Q36.00
Insecticida Cipermetrina	Litro	0.4	Q110.00	Q44.00
Insecticida thiamethoxam + lambdacihalotrina	Litro	0.4	Q865.00	Q346.00
Fungicida Mancozeb	kg	1.44	Q43.75	Q63.00
Etefón	Litro	0.88	Q150.00	Q132.00
Coadyuvante no iónico	Litro	0.25	Q90.00	Q22.50
Rejas para cosecha	Unidad	911	Q5.00	Q4,555.00
2. Mano de obra				Q15,421.20
Eliminación de malezas	Jornal	45	Q90.16	Q4,057.20
Fertilización	Jornal	4	Q90.16	Q360.64
Poda	Jornal	8	Q90.16	Q721.28
Aplicación foliar	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación insecticida	Jornal	6	Q90.16	Q540.96
Aplicación fungicida	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación de etefón	Jornal	3	Q90.16	Q270.48
Cosecha	Reja	911	Q10.00	Q9,110.00
<b>B. Costos indirectos (fijos)</b>				<b>Q9,943.74</b>

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1. Arrendamiento del terreno	ha	1	Q4,579.80	Q4,579.80
2. Costos de administración				Q5,363.94
20% de los costos directos				Q5,363.94
<b>II. INGRESOS</b>				<b>Q67,446.51</b>
A. Jocote con tamaño comercial	Reja	708.3	Q88.09	Q62,394.01
B. Jocote pequeño	Reja	202.1	Q25.00	Q5,052.50
<b>Utilidad neta</b>				<b>Q30,683.07</b>
<b>Rentabilidad %</b>				<b>83.46</b>

Anexo 8. Costo de producción por hectárea de tratamiento cinco en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>I. EGRESOS</b>				<b>Q32,365.46</b>
<b>A. Costos directos (variables)</b>				<b>Q23,154.72</b>
1. Insumos agrícolas				Q10,164.00
Fertilizante 12-24-12 +7CaO+4S	Quintal	10	Q225.00	Q2,250.00
Fertilizante 40N + 6S	Quintal	10	Q190.00	Q1,900.00
Fertilizante 15-4-22 +4MgO+3.8S+0.1B+0.1Zn	Quintal	10	Q205.00	Q2,050.00
Fertilizante foliar completo	Litro	0.6	Q60.00	Q36.00
Insecticida Cipermetrina	Litro	0.4	Q110.00	Q44.00
Insecticida thiamethoxam + lambdacihalotrina	Litro	0.4	Q865.00	Q346.00
Fungicida Mancozeb	kg	1.44	Q43.75	Q63.00
Rejas para cosecha	Unidad	695	Q5.00	Q3,475.00
2. Mano de obra				Q12,990.72
Eliminación de malezas	Jornal	45	Q90.16	Q4,057.20
Fertilización	Jornal	4	Q90.16	Q360.64
Poda	Jornal	8	Q90.16	Q721.28
Aplicación foliar	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Aplicación insecticida	Jornal	6	Q90.16	Q540.96
Aplicación fungicida	Jornal	2	Q90.16	Q180.32
Cosecha	Reja	695	Q10.00	Q6,950.00
<b>B. Costos indirectos (fijos)</b>				<b>Q9,210.74</b>
1. Arrendamiento del terreno	ha	1	Q4,579.80	Q4,579.80
2. Costos de administración				Q4,630.94
20% de los costos directos				Q4,630.94

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>II. INGRESOS</b>				<b>Q40,648.51</b>
A. Jocote con tamaño comercial	Reja	597	Q63.98	Q38,198.51
B. Jocote pequeño	Reja	98	Q25.00	Q2,450.00
<b>Utilidad neta</b>				<b>Q8,283.04</b>
<b>Rentabilidad %</b>				<b>25.59</b>

Anexo 9. *Planta de Jocote en la evaluación de etefón en la maduración de Jocote; Jacaltenango, Huehuetenango, 2018.*

