

Agrocadena: Melocotón

Región: Occidente

Institución: Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Podas: impactos en el rendimiento y la calidad del cultivo de melocotón



Investigador principal: Benjamín López Velásquez

Investigador adjunto: Isaú González

Investigador auxiliar: Juan Diego Felipe

Enero de 2021





Agrocadena: Melocotón

Región: Occidente

Institución: Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Podas: impactos en el rendimiento y la calidad del cultivo de melocotón

Investigador principal: Benjamín López Velásquez

Investigador adjunto: Isaú González

Investigador auxiliar: Juan Diego Felipe

Enero de 2021.





Este proyecto fue ejecutado con el apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de las instituciones a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Siglas y acrónimos

CRIA	Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Índice general

<i>Índice de Cuadros</i>	
<i>Índice de Gráficas</i>	
<i>Índice de ilustraciones</i>	
<i>Título</i>	13
<i>Resumen</i>	13
<i>Título</i>	14
<i>Abstract</i>	14
<i>1- Introducción</i>	15
<i>2- Marco teórico</i>	16
2.1- Marco conceptual	16
2.1.1- Elementos vegetativos del melocotonero	16
2.1.2- Poda	17
2.1.3- Podas según objetivo	18
2.1.4- Podas según el tipo de corte	18
2.1.5- Podas según sistema	19
2.1.6- Podas según época	20
2.1.7- Factores climáticos y su relación con las podas	21
2.2- Marco referencial.....	21
2.2.1- Generalidades del melocotón a nivel mundial.....	21
2.2.2- Situación del melocotón en Guatemala	22
2.2.3- Generalidades del melocotón Diamante	23
2.2.4- Importancia de las podas	27
2.2.5- Beneficios reportados por podas.....	29
<i>3- Objetivos</i>	30
3.1- General.....	30
3.2- Específicos.....	30
<i>4- Hipótesis estadísticas</i>	30
<i>5- Método</i>	31
5.1- Materiales	31
5.2- Localidades y época.....	31
5.2.1- Unidades de investigación	32

5.3-	Tamaño de la unidad experimental.....	32
5.4-	Modelo estadístico.....	32
5.5-	Diseño experimental.....	33
5.6-	Tratamientos.....	33
5.7-	Distribución del experimento.....	34
5.8-	Variables de respuesta.....	34
5.8.1-	Rendimiento en kg/ha.....	34
5.8.2-	Calidad.....	34
5.8.3-	Vida de anaquel.....	34
5.8.4-	Rentabilidad.....	34
5.9-	Manejo del experimento.....	35
5.9.1-	Fortalecimiento de capacidades del recurso humano.....	35
5.9.2-	Trazado de bloques experimentales y localidades.....	35
5.9.3-	Identificación de tratamientos.....	35
5.9.4-	Análisis de suelos.....	35
5.9.5-	Podas de formación y saneamiento.....	35
5.9.6-	Podas de fructificación.....	36
5.9.7-	Análisis foliar.....	36
5.10-	Análisis de información.....	36
5.10.1-	Análisis Económico.....	36
5.11-	Divulgación de resultados.....	38
6-	<i>Resultados</i>	38
6.1-	Río Blanco.....	39
6.1.1-	Rendimiento en kg/ha.....	39
6.1.2-	Calidad.....	41
6.1.3-	Vida de anaquel.....	45
6.1.4-	Rentabilidad.....	46
6.2-	Tejutla.....	52
6.2.1-	Rendimiento en kg/ha.....	52
6.2.2-	Calidad.....	54
6.2.3-	Vida de anaquel.....	58
6.2.4-	Rentabilidad.....	59
7-	<i>Conclusiones</i>	65
8-	<i>Recomendaciones</i>	66
9-	<i>Referencias bibliográficas</i>	67



10- Anexos.....	71
10.1- Análisis de suelo de parcela de Río Blanco.....	71
10.2- Análisis de suelo de parcela de Tejutla	72
10.3- Análisis foliar de melocotoneros de parcela de Río Blanco.....	73
10.4- Análisis foliar de melocotoneros de parcela de Tejutla.....	74
10.5- Precios del melocotón en el altiplano de San Marcos	75
10.6- Fotografías	76

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Clasificación taxonómica del melocotón Diamante	24
Cuadro 2: Valor nutricional del melocotón por 100 ramos de sustancia comestible.	24
Cuadro 3: Contenido nutricional del melocotón Diamante	25
Cuadro 4: Requerimientos nutricionales del cultivo de melocotón para una producción de 30 Tm/ha.....	25
Cuadro 5: Requerimientos del mercado para el melocotón.....	26
Cuadro 6: Tratamientos experimentales	33
Cuadro 7: Análisis de varianza al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Río Blanco.	39
Cuadro 8: Prueba de Tukey al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Río Blanco	40
Cuadro 9: Análisis de varianza al 95 % de frutos por árbol de melocotón Diamante en Río Blanco.....	41
Cuadro 10: Prueba de Tukey al 95 % de frutos por árbol del melocotón Diamante en Río Blanco.....	41
Cuadro 11: Análisis de varianza al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Diamante en Río Blanco	42
Cuadro 12: Prueba de Tukey al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Diamante en Río Blanco	42
Cuadro 13: Análisis de varianza al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón Diamante en Río Blanco	43
Cuadro 14: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón Diamante en Río Blanco	43
Cuadro 15: Análisis de varianza al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Río Blanco	44
Cuadro 16: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Río Blanco	44
Cuadro 17: Análisis de varianza al 95 % de grados brix del melocotón Diamante en Río Blanco.....	45
Cuadro 18: Análisis de varianza al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Río Blanco.....	45



Cuadro 19: Prueba de Tukey al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Río Blanco.....	46
Cuadro 20: Presupuesto parcial Río Blanco.....	47
Cuadro 21: Análisis de dominancia de Río Blanco.....	48
Cuadro 22: Tasa de retorno marginal de Río Blanco.....	49
Cuadro 23: Análisis marginal de Río Blanco.....	50
Cuadro 24: Análisis de residuos de Río Blanco.....	51
Cuadro 25: Análisis de sensibilidad de melocotón en Río Blanco.....	52
Cuadro 26: Análisis de varianza al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Tejutla.....	52
Cuadro 27: Prueba de Tukey al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Tejutla.....	53
Cuadro 28: Análisis de varianza al 95 % de frutos por árbol de melocotón Diamante en Tejutla.....	53
Cuadro 29: Prueba de Tukey al 95 % de frutos por árbol del melocotón Diamante en Tejutla.....	54
Cuadro 30: Análisis de varianza al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Dimanante en Tejutla.....	54
Cuadro 31: Prueba de Tukey al 95 % del peso promedio de frutos del melocotón Diamante el Tejutla.....	55
Cuadro 32: Análisis de varianza al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón en Tejutla.....	56
Cuadro 33: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón Diamante en Tejutla.....	56
Cuadro 34: Análisis de varianza al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Tejutla.....	57
Cuadro 35: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Tejutla.....	57
Cuadro 36: Análisis de varianza al 95 % de grados brix del melocotón Diamante en Tejutla.....	58
Cuadro 37: Análisis de varianza al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Tejutla.....	58



Cuadro 38: Prueba de Tukey al 95 % de vida de anaque del melocotón Diamante en Tejutla	59
Cuadro 39: Presupuesto parcial Tejutla.....	60
Cuadro 40: Análisis de dominancia de Tejutla.....	61
Cuadro 41: Tasa de retorno marginal de Tejutla	62
Cuadro 42: Análisis marginal de Tejutla.....	63
Cuadro 43: Análisis de residuos de Tejutla	63
Cuadro 44: Análisis de sensibilidad del melocotón en Tejutla	64

Índice de Gráficas

Gráfica 1: precio promedio del melocotón mediano en quetzales por ciento de frutos, desde el año 2006 al año 2016, estratificado por meses, en el mercado La Terminal de la Ciudad de Guatemala.....	26
Gráfica 2: Curva de beneficios netos de Río Blanco.....	49
Gráfica 3: Curvas de beneficios netos de Tejutla.....	62

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Distribución de tratamientos en base al diseño experimental de bloques completos al azar	34
---	----

Título

Podas: impactos en el rendimiento y la calidad del cultivo de melocotón

Benjamín López Velásquez¹, Isaú González y Juan Diego Felipe²

Resumen

Entre los deciduos de más importancia en Guatemala se encuentra el melocotón principalmente por la rentabilidad que brinda al ser manejado adecuadamente. Si bien es cierto hay varias zonas productivas, pero la mayoría no maneja tejidos ni regula la carga frutal por medio de podas de fructificación, como es el caso del municipio de Río Blanco y Tejutla del departamento de San Marcos donde se cultiva principalmente la variedad Diamante, y el nulo manejo de tejidos recae directamente en una mala producción en cuanto a cantidad y calidad, representando rentabilidades irrisorias.

Como respuesta al problema anterior se planteó este estudio en Río Blanco y Tejutla sobre el cultivo de melocotón Diamante, en donde se evaluaron cinco tratamientos: poda corta, poda media, poda mixta, poda larga y testigo, a través del diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones en cada localidad de investigación, a través de la metodología de experimentos en serie. Esto, con el objetivo de evaluar rendimiento en kilogramos por hectárea y cantidad de frutos por árbol, también otros aspectos relacionados a la calidad como peso promedio de fruto, tamaño y sólidos solubles totales, además, vida de anaquel y rentabilidad.

Se logró determinar que, para ambas localidades de investigación, tanto la poda media como la poda larga fueron las que presentaron los mejores resultados en cuanto a rendimiento; la mejor calidad de frutos y más amplia vida de anaquel la presentó el tratamiento de poda media y; la mejor rentabilidad se dio con el uso de podas largas. Al final la poda larga y la poda media fueron quienes mejores resultados ofrecieron.

Palabras clave: Podas, melocotón diamante, fructificación.

¹ Ingeniero agrónomo con orientación en agricultura sostenible; eduardobenjaminlv@gmail.com

² Tesista de la carrera de agronomía del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Título

Podas: impactos en el rendimiento y la calidad del cultivo de melocotón

Benjamín López Velásquez, Isaú González y Juan Diego Felipe

Abstract

Among the most important deciduous trees in Guatemala is the peach, mainly because of the profitability it provides when handled properly. Although it is true there are several productive areas, but most do not handle tissues or regulate the fruit load by means of fruiting pruning, as is the case in the municipality of Río Blanco and Tejutla in the department of San Marcos where the Diamante variety is mainly grown. , and the null handling of fabrics falls directly on a poor production in terms of quantity and quality, representing ridiculous returns.

In response to the previous problem, this study was proposed in Río Blanco and Tejutla on the cultivation of Diamante peach, where five treatments were evaluated: short pruning, medium pruning, mixed pruning, long pruning and control, through the experimental design of complete blocks. at random with five repetitions in each research location, through the methodology of serial experiments. This, with the aim of evaluating yield in kilograms per hectare and quantity of fruits per tree, as well as other aspects related to quality such as average fruit weight, size and total soluble solids, in addition, shelf life and profitability.

It was possible to determine that, for both research locations, both medium and long pruning were those that presented the best results in terms of performance; the best quality of fruits and longer shelf life was presented by the medium pruning treatment and; the best profitability was given with the use of long pruning. In the end the long pruning and the medium pruning were the best results.

Keywords: Pruning, diamond peach, fruiting.

1- Introducción

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2016) el departamento de San Marcos crece constantemente respecto a las hectáreas plantadas con melocotón, esto determina la importancia de generar investigaciones sobre el caducifolio mencionado en el departamento de San Marcos, específicamente en Tejutla y Río Blanco que han sido municipios priorizados en la región occidental de Guatemala por Rabinal (2016) dado el potencial, características y producción actual.

Alvarado (1999); citado por Baiza Avelar (2004) y Rabinal (2016) mencionan que la mayor parte de producción de melocotón corresponde a la variedad Salcajá o derivados de este. Sin embargo, lo anterior ha cambiado y la variedad Diamante ha ido ganando espacios por varias características que ofrece, una de las más importantes es la baja cantidad de horas frío que necesita.

Para ahondar en los problemas del melocotón, Rabinal (2016) diagnóstico a la agrocadena de melocotón de la región occidental de Guatemala, donde se determinaron algunos problemas específicos para los municipios de Río Blanco y Tejutla que son de los mayores productores de melocotón en el departamento de San Marcos, entre ellos: la poca o nula regulación del crecimiento, de la fructificación y de la productividad del árbol de melocotonero, por medio del manejo de tejidos, como podas y raleos, lo que resulta en rendimientos bajos y frutos de mala calidad.

En respuesta a lo anterior se planteó investigar diversos tratamientos de podas de fructificación. Fueron cinco tratamientos evaluados: poda corta, poda media, poda mixta, poda larga y el testigo a través de un diseño de bloques al azar instalados como experimentos en serie en la cabecera municipal de Río Blanco y aldea Cuyá del municipio de Tejutla, en donde la primera localidad no posee riego mientras la segunda sí. El estudio permitió determinar los beneficios de distintos sistemas de podas con objetivo de fructificación y compararlos con el manejo convencional dado por los agricultores, esto se acompañó de un análisis económico que determinó la rentabilidad de cada uno de los tratamientos utilizados

La investigación es de beneficio directo para fruticultores dedicados al melocotón en los municipios de Río Blanco y Tejutla, empero, también brinda beneficios a estudiantes, investigadores e incluso otros fruticultores que no forman parte de la región geográfica de la investigación.

2- Marco teórico

2.1- Marco conceptual

2.1.1- Elementos vegetativos del melocotonero

2.1.1.1- Brindillas

Son ramas de un año de edad donde se producen los frutos del melocotonero, estas se caracterizan por tener una longitud promedio de entre 20 y 80 cm, con dos yemas florales y una vegetativa en cada nudo, además, se consideran como el órgano fundamental para la fructificación del melocotonero (Ojer *et al.* s.f.). Para ilustrar las brindillas, se presenta la Fotografía 1.



Fotografía 1: Visibilidad de dos yemas florales y una yema vegetativa en cada nudo de las brindillas. Fuente: Ojer et al, s.f.

2.1.1.2- Brindillas cortas, ramilletes o dardos

Son ramas cortas de pocos centímetros que cuentan con una yema vegetativa al extremo y algunas yemas florales laterales, aunque puede portar frutos requiere de follaje cercano para alimentarlos. Son crecimientos de un año de edad, pero dependen de una rama

del año anterior, en conjunto se le nombra como madera de dos años (Ojer *et al.* s.f.). Se presenta la Fotografía 2, para ilustrar los dardos o ramilletes.



Fotografía 2: Visibilidad de la corta longitud de los dardos, aunados a madera con dos años de edad. Fuente: Ojer et al, s.f.

2.1.1.3- Chupones

Son crecimientos vegetativos vigorosos, poco productivos y algunas veces improductivos; estos se acompañan de brindillas anticipadas que en el mejor de los casos poseen una baja densidad de yemas florales (Ojer *et al.* s.f.)

2.1.2- Poda

Venegas (s.f.) define la poda como la práctica que consiste en eliminar madera viva, muerta, enferma o dañada de un árbol, para obtener más y mejores frutos, favoreciendo la penetración del brillo solar, efectivizando las aplicaciones de productos en todo el árbol y disminuyendo costos. Para Ojer (s.f.), la poda es una práctica que regula la capacidad vegetativa y reproductiva de la planta; dicha capacidad está definida por la variedad e influenciada por el portainjerto y las condiciones edafoclimáticas; las podas pueden ser manuales o mecanizadas, presentando las primeras un mayor costo, pero mejor calidad.

Fisiológicamente, la poda se relaciona con el balance entre el desarrollo vegetativo y el reproductivo, también, se relaciona con un balance nutricional entre la copa y la raíz, que influyen en procesos como la regulación de la floración y la fructificación (Agustí, 2003; citado por. Ardila Roa, 2015).

La intensidad de la poda se determina de acuerdo con la densidad de floración, capacidad de cuaje y tamaño potencial de los frutos (Ojer, s.f.), y se pueden clasificar de diversas maneras, según su objetivo, tipo de corte, sistema, época e intensidad.

2.1.3- Podas según objetivo

2.1.3.1- Poda de plantación

Debe ser la primera poda en el manejo del melocotonero, según Ojer *et al.* (s.f.), esta poda tiene como finalidad equilibrar la parte aérea y radicular del árbol, y pretende favorecer el crecimiento vigoroso del tronco.

2.1.3.2- Poda de formación

Esta poda se realiza para definir el esqueleto o estructura del árbol de melocotón, esta se asocia a los primeros años del cultivo, sin embargo, se deben hacer correctivos durante toda la vida del melocotonero y es allí donde se mezcla con la poda de fructificación (Ojer *et al.* s.f.)

2.1.3.3- Poda de fructificación o producción

Ojer (2006) menciona que anteriormente se distinguía entre poda de formación y fructificación, sin embargo, en la búsqueda de alcanzar de manera temprana la estructura definitiva de los melocotoneros, ya no es tan fácil diferenciar, especialmente en los primeros años en que se realiza la poda de fructificación. Cabe aclarar, que la poda de fructificación tiene como distintivo y principal finalidad regular la producción, garantizar la armónica y racional distribución de frutos, definir el equilibrio vegetativo-reproductivo, mantener los niveles de producción constantes en el tiempo y asegurar la renovación de los elementos de fructificación anualmente.

Las podas de fructificación favorecen la productividad y calidad de la fruta, al eliminar los chupones con poda en verde y al eliminar o rebajar las brindillas, también, es importante evitar cortes con tocón para impedir la emisión de chupones (Ojer, *et al.* s.f.).

2.1.4- Podas según el tipo de corte

4.1.4.1- Poda de raleo o aclareo

Las podas de raleo se refieren a la eliminación de las ramas o brindillas desde su base, esta poda permite un buen desarrollo de las yemas de flor (Ojer *et al.* s.f.)

4.1.4.2- Poda de despunte o rebaje.

Sanz (s.f.) diferencia las podas de despunte y las podas de rebaje de la siguiente manera: las podas de despunte se dan cuando al cortar la rama, esta queda con más de cinco yemas; mientras, la poda de rebaje se da cuando al cortar la rama, esta queda con menos de cinco yemas, desde el punto de corte hasta la base.

Para Ojer *et al.* (s.f.), la poda de despunte y de rebaje son similares, y estas consisten en eliminar solo una parte de la rama, favoreciendo el crecimiento vegetativo en el punto de corte, sobre todo cuando se realiza en verde favorece el desarrollo de las yemas anticipadas. En la poda de rebaje, se distinguen dos situaciones: 1) cuando el corte se realiza en una brindilla, esta como respuesta emite brotes vigorosos justo debajo del punto del corte y. 2) cuando el corte se realiza en ramas cargadoras o madera vieja con el objetivo de fijar la longitud de los colgantes el efecto es menos vigorizante, a esto se le llama retroceso.

2.1.5- *Podas según sistema*

4.1.5.1- Poda larga

Estas podas no permiten el rebaje o despunte de las brindillas, lo que determina plantas más productivas que la poda corta o mixta, pero, requiere mayores cantidades de nitrógeno, potasio, magnesio y zinc para el árbol, y demandan de mayor cantidad de mano de obra. En esta práctica las brindillas se dejan sin ningún tipo de despunte y la carga frutal se regula mediante la eliminación de colgantes, el raleo de brindillas en los mismos y el retroceso de los colgantes envejecidos o muy largos (Ojer, 2006). Para Venegas (s.f.) dicha poda consiste en cortar ramas desde su base, con lo que se elimina la competencia entre ramas que pretenden ocupar un mismo espacio físico.

En la poda larga las brindillas remanentes no se despuntan, sino, es el propio peso de los melocotones lo que causa el arqueado de las ramas y promueve la emisión de brindillas en la parte superior de las antiguas, para el ciclo siguiente. Es importante aclarar que las podas largas son menos intensas que las podas cortas (Ojer, *et al.* s.f.).

4.1.5.2- Poda corta

Consiste en el rebaje de las brindillas (Ojer, *et al.* s.f.). La poda corta permite la brotación de dos o tres yemas cercanas al extremo del brote de la temporada las cuales son inhibidas en su desarrollo por la dominancia apical. Prácticamente consiste en disminuir la

longitud de una rama, ayudando a la penetración de luz y aplicaciones de productos agrícolas asperjados (Venegas. s.f.)

4.1.5.3- Poda mixta

La poda mixta mezcla ambos tipos de poda expuestos anteriormente; en la parte alta del árbol se hace poda larga y en la parte baja se realiza poda corta (Ojer, 2006). La poda mixta se realiza para poder obtener una mejor renovación del material reproductivo (Ojer, *et al.* s.f.).

4.1.5.4- Poda media

La poda media es una propuesta del Dr. James Bentel de la Universidad de California, en donde trata de generar un tipo de combinación entre la poda larga y la poda corta; básicamente utiliza el concepto de la poda larga, pero, las brindillas seleccionadas para producción se despuntan entre 5 y 10 cm (Reta y Gonzáles, 2002).

2.1.6- *Podas según época*

2.1.6.1- Poda de invierno o seca

El efecto de esta poda es básicamente vigorizante y se realiza desde la caída de las hojas hasta antes de que el melocotonero inicie la brotación (Ojer, *et al.* s.f.). Para el caso del melocotón en Guatemala, esta poda se realiza en la época conocida como dormancia, que normalmente se encuentra entre los meses de noviembre, diciembre y enero.

Sanz (s.f.), asume que la poda de invierno posee la ventaja de que la estructura se ve mejor y por lo mismo, los cortes tienen mayor precisión, en comparación a la poda en verde.

2.1.6.2- Poda de verano o en verde

Consiste en la poda se realizada cuando la planta tiene hojas; desde que los brotes se alargan hasta la caída de las hojas, mientras aún estén activas. La poda en verde tiene diversos propósitos, entre ellos puede responder a: disminuir la competencia entre brotes, mejorar la iluminación, asegurar la diferenciación floral y la calidad de las yemas (Ojer, *et al.* s.f.). La poda en verde se caracteriza por extraer ramas demasiado vigorosas como chupones, para beneficiar órganos fructíferos (Sanz, s.f.).

2.1.7- Factores climáticos y su relación con las podas

2.1.7.1- Brillo solar

Alvarado Quiroa (2001), define el brillo solar como el intervalo de tiempo en que un punto seleccionado de la superficie terrestre permanece expuesto a la radiación solar directa. El brillo solar es de vital importancia para el desarrollo y la calidad del fruto de melocotonero.

2.1.7.2- Humedad atmosférica

Es un elemento estrechamente ligado a la precipitación pluvial; la alta humedad atmosférica se relaciona con enfermedades fisiológicas y parasitarias, como agrietamiento de frutos y gomosis (Alvarado Quiroa, 2001). Toma relevancia en el tema de podas, debido a que el exceso de follaje favorece una mayor humedad en los melocotoneros.

2.1.7.3- Viento

Es el aire desplazada para compensar las diferencias de presión; el viento cálido causa alta transpiración de cultivos especialmente los de alto contenido de follaje y si esta humedad no es compensada por riego o precipitaciones pluviales, tendría daños catastróficos en la cosecha, y cuando el viento es excesivo, esta causa el desprendimiento de frutos pequeños e incluso podría provocar el arranque del árbol (Alvarado Quiroa, 2001). Las podas al disminuir el follaje del melocotonero disminuyen la transpiración, asimismo, junto con el raleo de frutos mejoran las condiciones para el desarrollo de los mismos, disminuyendo la vulnerabilidad ante condiciones climáticas.

2.2- Marco referencial

2.2.1- Generalidades del melocotón a nivel mundial

Según Callo (2008) citado por Larraga Cortéz y Suárez Gómez (2011), hace mención del melocotón como el segundo frutal de hueso con mayor importancia a nivel mundial, con producción destinada especialmente al consumo en fresco y un bajo porcentaje a la industria.

Entre los principales productores de melocotón a nivel mundial, están los países: Chile, Italia, España, Chile, Argentina, quienes presentan rendimientos promedio de 30 Tm/ha (Vásquez López, 2012); y los Estados Unidos que según López Maldonado (2007), promedia rendimientos de 30 a 60 Tm/ha.

2.2.2- Situación del melocotón en Guatemala

Se reconoce a China como el Centro de Origen del duraznero o melocotonero, ya que hay documento que datan del año 2000 A. C. donde se hacían descripciones de sus flores y frutos maduros. El duraznero se extendió en Persia y rápidamente a Europa, mientras a Mesoamérica, llegó hasta el siglo XVI, luego de la invasión europea (Gatracsó, 2003).

Según Rabinal (2016) en el occidente de Guatemala las parcelas productivas de melocotón se ubican entre los 1 500 a 2 350 msnm y según el mapa del sistema de información geográfico del MAGA a nivel nacional existen 217 054.24 ha con potencial para cultivar melocotón, de las cuales según Agro en Cifras (2016) existen cultivadas 2 810.00 ha, sin embargo, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2016), estima que para el año 2016 el área plantada de melocotonero era de 3 145.03 ha, lo que evidencia las diferencias de datos entre ambo autores. A pesar de lo anterior, Rabinal (2016) y MAGA (2016), coinciden en que el departamento de San Marcos es de los mayores productores de melocotón a nivel nacional, para Rabinal (2016) San Marcos posee un área potencial de 18 675.59 ha y un área plantada de 610 hectáreas, convirtiéndose en el principal productor de occidente, posicionándolo como uno de los departamentos con mayor área plantada a nivel nacional. Cabe mencionar que el Proyecto Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA, 2002), citado por Escobar Hernández, (2008), menciona que, en los primeros años del siglo XXI, San Marcos contaba con 78 ha plantadas de melocotón.

MAGA (2016) menciona que para el año 2016, la producción nacional estimada fue de 48 685.06 toneladas, de las cuales el 21 % corresponden al departamento de San Marcos, que solo es superado por el departamento de Quiché con el 28 %.

Respecto a los precios, Asociación Nacional de Productores de Frutales Deciduos (ANAPDE) y Fruticultores Agrupados (FRUTAGRU), reportaron que para el año 2016 registraron precios de Q 700.00/qq de melocotón grande y Q 450.00/qq de melocotón mediano. Por unidad, los precios son: súper Q 6.00, grande Q5.50, mediano Q 5.00, pequeño Q 3.00 y pepita Q 1.50 (Rabinal, 2016). La autora, también menciona que en San Marcos debido a que los productores no están organizados, deben de vender a intermediarios bajo los siguientes precios: Q 250.00/qq el melocotón grande, Q 150.00/qq el melocotón mediano y Q 50.00/qq el melocotón pequeño.

Según Rabinal (2016) y Zapet Sánchez (2005), la calidad organoléptica del melocotón guatemalteco es superior al importado, sin embargo, debido a que la presentación visual del importado es mejor, estos tienen mayor acceso a mercados especializados y supermercados.

Aunque San Marcos es uno de los departamentos con alta cantidad de hectáreas cultivadas con melocotón en el occidente de Guatemala, se generan pocas actividades de manejo de cultivo, y una de las actividades que evitan son los diversos tipos de poda y raleo de frutos (Rabinal, 2016).

Rabinal (2016) menciona que en las parcelas manejadas integralmente como las de FRUTAGRU y ANAPDE posee rendimientos de 35 kg/árbol (38.9 Tm/ha), mientras los productores no asociados como los de San Marcos, no poseen registro de su producción y la cantidad promedio de árboles por hectárea es de 625.

2.2.3- Generalidades del melocotón Diamante

El melocotón Diamante es originario de Brasil, posee alta precocidad, se adapta a alturas entre los 1400 a 2800 msnm, requiere de 150 a 300 horas frío (Baiza Avelar, 2004; López Maldonado, 2007 y Hernando Pinzón *et. al*, 2014) y presenta rendimientos de 23 a 36 kilogramos por árbol (Baiza Avelar, 2004). MAGA (2016), reporta rendimientos promedio del cultivo de melocotón en Guatemala de 15.48 Tm/ha, lo que comparado con el rendimiento promedio de los países con mayor producción (30 Tm/Ha) es muy bajo, aunque en países del Sur de América como Colombia, el melocotón Diamante ha presentado rendimientos de 12 a 14 Tm/Ha (Hernando Pinzón *et. al*, 2014).

Entre las características organolépticas del fruto, Baiza Avelar (2004) menciona que el melocotón Diamante posee en promedio 14 grados Brix, mientras López Maldonado (2007), señala que la concentración de sólidos solubles totales va de los 9 a 12 grados Brix.

El fruto Diamante es amarillo, aunque en algunos ambientes presenta pequeñas manchas rojas, la pulpa está adherida al hueso, tarda de 90 a 100 días de floración a cosecha, y los frutos suelen ser medianos con peso de 100 a 150 gramos (López Maldonado, 2007).

Normalmente la cosecha se da de abril a junio (Baiza Avelar, 2004 y López Maldonado, 2007) sin embargo, en los municipios de Río Blanco y Tejutla del departamento

de San Marcos, se registra una segunda cosecha entre los meses de octubre a enero, lo que establece una gran oportunidad en el mercado a nivel nacional.

En el Cuadro 1, se presenta la clasificación taxonómica del cultivo de melocotón Diamante.

Cuadro 1: Clasificación taxonómica del melocotón Diamante

Reino	Plantae
Familia	Rosacea
Subfamilia	Prunoidea
Género	Prunus
Especie	<i>Prunus persica</i>
Variedad	<i>Prunus persica</i> var. Diamante

Adaptado de Baiza Avelar, 2004.

La vida de anaquel sin el uso de tratamientos o cadena fría, puede alargarse de diez a doce días (Escobar Hernández, 2008) y la vida útil del árbol del melocotonero es relativamente corta, aproximadamente 30 años (Cárdenas y Fischer, 2004). El valor nutritivo del melocotón de forma genérica se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Valor nutricional del melocotón por 100 ramos de sustancia comestible.

Especificación	Cantidad	Especificación	Cantidad
Agua	86.6 g	Ácido málico	370 mg
Proteínas	0.6 g	Ácido cítrico	370 mg
Lípidos	0.1 g	Sodio	1 mg
Carbohidratos	11.8 g	Potasio	160 mg
Calorías	46 kcal	Calcio	9 mg
Vitamina A	880 U.I.	Magnesio	10 mg
Vitamina B1	0.02 mg	Manganeso	0.11 mg
Vitamina B2	0.05 mg	Hierro	0.5 mg
Vitamina B6	0.02 mg	Cobre	0.01 mg
Ácido nicotínico	1 mg	Fósforo	19 mg
Ácido pantoténico	0.12 mg	Azufre	7 mg
Vitamina C	7 mg	Cloro	5 mg

Fuente: Nava Vega (2005).

González (2016) citado por Rabinal (2016), da a conocer que la variedad Salcajá constituye el 90 % de los cultivares de melocotón en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Quiché y Huehuetenango, sin embargo, en el altiplano del departamento de

San Marcos se ha comprobado que para el año 2019, el melocotón Salcajá, no supera siquiera el 15 % de las plantaciones establecidas, ya que en su mayoría son de diversas variedades de durazno blanco no identificadas y de Diamante. Lo anterior responde de manera inconsciente por parte de los productores a las recomendaciones dadas por López Maldonado (2007) para mejorar la producción, el rendimiento y la calidad del cultivo de melocotón, donde menciona como punto primordial utilizar otras variedades diferentes al melocotón Salcajá, como Diamante, Early Grand, Spring Gold y Red Globe, debido a que presentan varias ventajas, como menor requerimiento de horas frío e incluso doble producción al año bajo ciertos factores agronómicos. El contenido nutritivo del melocotón Diamantese presenta en el Cuadro 3:

Cuadro 3: Contenido nutricional del melocotón Diamante

Especificación	Cantidad	Especificación	Cantidad
Proteína	11.2 %	Boro	23.6 ppm
Nitrógeno	1.8 %	Cobre	5.9 ppm
Fósforo	0.2 %	Hierro	34.20 ppm
Potasio	2.0 %	Manganeso	7.2 ppm
Calcio	0.1 %	Zinc	22.4 ppm
Magnesio	0.1 %		

Los requerimientos nutritivos del melocotonero para una producción de 30 Tm/ha se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Requerimientos nutricionales del cultivo de melocotón para una producción de 30 Tm/ha

Nutriente	kg/ha	Nutriente	kg/ha
N	115-150	B	0.4
P ₂ O ₃	37-48	Cu	0.08
K ₂ O	110-140	Fe	1
Ca	8	Mn	0.5
Mg	14	Zn	0.2
S	2		

Fuente: Escuela Universitaria Técnica de Ingeniería Agrícola, Madrid. (En Alvarado, 1999); Fischer y Torres, 1990. (en Castro Silva et al., 1993) citados por Baiza Avelar, 2004.

4.2.3.1- Requerimientos del mercado

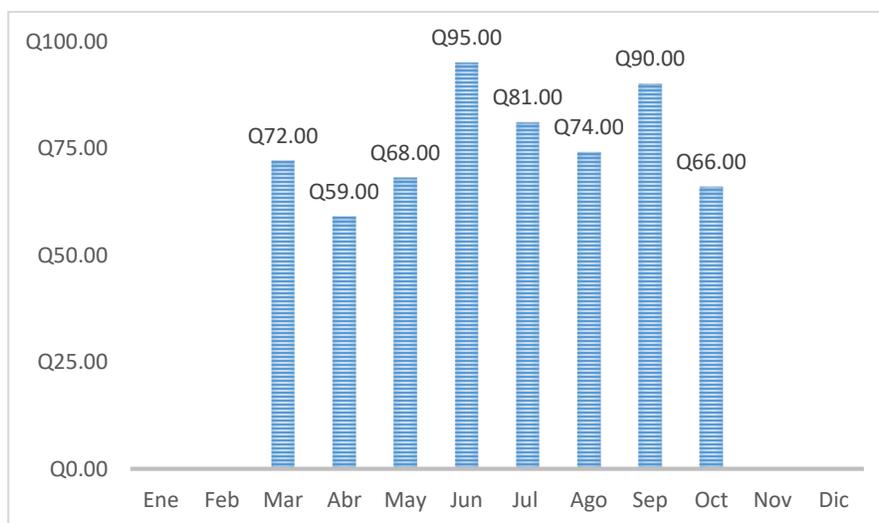
Según la ficha de mercado del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2017), las principales variedades para el mercado nacional y centroamericano, son Salcajá, Diamante, Flor de Lis, L-27 y Early Grand. Los requerimientos del mercado nacional de acuerdo con el tamaño, peso, vida de anaquel y calidad, se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Requerimientos del mercado para el melocotón

Denominación	Pequeño	Mediano	Grande
Sección transversal (cm)	≥ 4 < 5	≥ 5 < 6	≥ 6 < 8
Sección longitudinal (cm)	≥ 4 < 5	≥ 5 < 6	≥ 6 < 7
Peso (g)	≥ 50 < 67	≥ 76 < 90	≥ 95 < 115
Vida de anaquel (días)	2 a 3		
Calidad	Primera		

Fuente: MAGA (2017).

MAGA (2017), también, menciona que la fruta del melocotonero es preferida por los compradores mayoristas en estado semimaduro, para que llegue al consumidor en estado óptimo. El mismo autor presenta la Gráfica 1, con el precio promedio de once años, pagado a mayoristas por el melocotón.



Gráfica 1: precio promedio del melocotón mediano en quetzales por ciento de frutos, desde el año 2006 al año 2016, estratificado por meses, en el mercado La Terminal de la Ciudad de Guatemala.

El fruto del melocotón del departamento de San Marcos no tiene alta incidencia en los mercados agrícolas a nivel nacional y centroamericano, debido a que no responden a las exigencias de dichos mercados, pues presentan producción de baja calidad dirigida

únicamente al mercado local (Zapet Sánchez, 2005). No obstante, los municipios del altiplano de San Marcos con cultivo de melocotón Diamante tienen una oportunidad para introducirse en el mercado a nivel nacional, ya que cosechan en los meses que el mercado está desabastecido, entre noviembre a febrero.

2.2.3.1- Requerimientos edafoclimáticas del melocotón

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP) citado por Larraga Cortéz y Suárez Gómez (2011), en promedio los caducifolios requieren una temperatura de 12 a 14 °C, pluviosidad de 650 mm anuales, de 400 a 800 horas frío, pH de 6.5 a 8 y no es muy exigente en suelos.

2.2.4- Importancia de las podas

En el occidente de Guatemala a la poda se le da poca importancia, sin embargo, Ojer (2006) menciona que la poda junto al raleo es la práctica cultural de mayor importancia sobre el rendimiento y calidad de los frutos del melocotonero (tamaño, sólidos solubles, color y firmeza de pulpa), por lo tanto, tiene una alta incidencia en la rentabilidad del cultivo. Dado lo anterior, el autor resalta que la poda no puede concebirse como una práctica empírica, pues el agricultor o empresario debe de entender que en el momento de la poda es cuando se define en gran parte la producción y calidad que se cosechará, además, Pacari Quispe (2014) externa que una vez establecidos los huertos frutícolas, una de las prácticas más importantes son las podas, principalmente las de fructificación anual, ya que, de no realizarse, los frutos cada vez estarán más altos, lo que representa mayor dificultad y costo para la cosecha, también, el árbol perderá gradualmente su productividad,

La velocidad de la fotosíntesis es proporcional a la intensidad luminosa, dado eso, en los árboles sombreados es común observar crecimientos largos y altas cantidades de follaje, pero con poca fructificación de baja calidad, ya que si la luz no está en contacto directo con los frutos estos quedan poco coloreados y con bajo valor comercial (Alvarado Quiroa, 2001), por ello, para obtener frutos de buena calidad es necesario que el máximo de fotoasimilados llegue a los frutos y no a las puntas en activo desarrollo vegetativo, lo que se logra eliminando chupones con poda en verde, disminuir operaciones de rebaje de brindillas y no efectuar cortes sucios que estimulen la formación de chupones (Ojer, 2006).

Alvarado Quiroa (2001) establece que en el occidente de Guatemala la época con la menor cantidad de horas de brillo solar, coincide con la época de crecimiento y maduración del fruto del melocotón, exactamente el cultivo necesita la mayor cantidad de horas luz para asegurar la calidad del fruto; entonces, para efectivizar la recepción iluminación solar se recomienda la evaluación de diversos tipos y épocas de podas en verde, las cuales podrían iniciarse en junio.

Reta y González (2002), mencionan que defectos en el cultivo de melocotón, como: frutos pequeños, deformes, carozo partido, mellizos y otros, que pueden ser corregidos con tecnologías apropiadas como podas, raleos y fertilización, mientras, Alvarado Quiroa (2001), sugiere realizar prácticas de poda en los melocotoneros, para aumentar la exposición de la fruta a la radiación solar y mejorar su calidad. Lo anterior toma relevancia al retomar lo mencionado por Rabinal (2016): a pesar de que los melocotones de Guatemala tienen mejor calidad organoléptica que los melocotones importados, los últimos tienen mayor ingreso a supermercados por su estado visual.

En los meses de crecimiento y maduración de frutos es cuando se presentan los más altos porcentajes de humedad atmosférica y precipitaciones, llegando a su pico en el mes de septiembre con el 83 %, por lo que se propone realizar podas en verde para recortar el follaje y así disminuir dicha humedad, con lo que se previene o reduce la cantidad de enfermedades fisiológicas (gomosis y agrietamientos de frutos) y fungosas (*Monilinia frutícola* y *Coryneum beijerinckii*) (Alvarado Quiroa, 2001).

La humedad atmosférica incide en la reducción de sólidos solubles totales de la fruta, estudios han demostrado que, para el cultivo de melocotón, en agosto (al inicio de la cosecha), los frutos pueden alcanzar hasta 16 ° Brix y a finales de septiembre o principios de octubre, disminuye hasta a los 9 ° Brix. El exceso de humedad, también, vuelve a la fruta menos consistente lo que incide directamente en la reducción de la vida de anaquel (Alvarado Quiroa, 2001), debido a que las podas contribuyen a la regulación de la humedad, esta técnica podría tener efectos en los sólidos solubles totales y en la vida de anaquel del fruto de melocotón.

La importancia del raleo también es mencionada por Gatracós (2003), donde determina que el duraznero normalmente carga más fruta de la necesaria para una adecuada

producción comercial, por lo que deben de ser raleados y podados para asegurar la buena calidad del fruto, no solo en tamaño, sino también, en niveles de azúcar, color y firmeza.

López Maldonado (2007), establece que, entre las principales recomendaciones para mejorar la producción y el rendimiento del melocotón en el occidente de Guatemala, se encuentran las podas.

Con lo anterior, se puede determinar que el brillo solar y la humedad atmosférica, junto a la integración de diversos tipos de podas, manejadas de manera propicia, influyen en un mayor tamaño, mejor contenido de sólidos solubles totales, color y vida de anaquel del fruto e incluso en la reducción de enfermedades, lo que reducirá las pérdidas de cosecha.

2.2.5- Beneficios reportados por podas

La poda corta, con los productores de durazno conservero en la provincia Mendoza, Argentina es menos común que la poda larga, la primera constituye el 20 % de las plantaciones, sin embargo, con los productores de durazno para consumo en fresco de la provincia ya mencionada, la poda corta es una técnica muy difundida (Ojer, *et al.* s.f.), debido a que entre sus beneficios, permite obtener nuevas brindillas de calidad, por lo que se utiliza en lugares susceptibles a tormentas de granizo o heladas (Ojer, 2006).

En otros cultivos, como *Vitis vinífera L* se ha determinado que la poda influye directamente en su calidad y rendimiento. Walteros *et al.* 2013 determinaron por medio de investigación experimental que en el cultivo de *Vitis vinífera L* la poda mixta determina los mayores rendimientos y las concentraciones más altas de flavonoides y carotenoides (mejor color del fruto), mientras la poda larga favorece la mayor cantidad de sólidos solubles totales, asimismo, debido a las diversas podas se presentaron diferencias en concentraciones de alcohol y nutrientes en los frutos.

Reta y González (2002), evaluaron en la región de Cuyo, Argentina, diversos tipos de podas, en donde la mayor productividad en toda la región se tuvo con poda larga y respecto a la calidad de fruta, se obtuvieron diferentes resultados en diversas fincas de la misma región aplicando la poda larga, media y corta.

Larraga Cortéz y Suárez Gómez (2011) evaluaron la poda en durazneros, donde evidenciaron que la poda sin despunte genera mayor porcentaje de floración y mayor número de frutos cuajados, que la poda con despunte.

Vásquez López, (2012) al evaluar las podas de despunte y el raleo en el diámetro ecuatorial de los frutos de melocotón, determinaron que bajo las condiciones en las que él experimentó, las podas no tuvieron efecto en el diámetro ecuatorial de los frutos, mientras, el raleo si tuvo un efecto positivo en este.

3- Objetivos

3.1- General

Comparar los efectos de diversos tratamientos de podas de fructificación en el cultivo de melocotón Diamante, bajo las condiciones edafoclimáticas de los municipios de Tejutla y Río Blanco, del departamento de San Marcos, Guatemala.

3.2- Específicos

- Determinar los rendimientos obtenidos a través diversos tipos de podas.
- Identificar los efectos de las podas sobre la calidad de los frutos, específicamente en: tamaño, sólidos solubles totales y peso promedio de frutos.
- Identificar la variabilidad causada por diversas podas de fructificación, en la vida de anaquel de los frutos.
- Establecer la viabilidad económica de las diversas combinaciones de podas de fructificación y las diferencias en comparación con las prácticas convencionales del fruticultor.

4- Hipótesis estadísticas

H₀₁- Ninguno de los tratamientos de manejo de tejido presentarán diferencias significativas en el rendimiento del cultivo.

H_{a1}- Al menos uno de los tratamientos de manejo de tejido será superior significativamente al testigo, respecto al rendimiento del cultivo.

H₀₂- Ninguno de los tratamientos de manejo de tejido presentarán diferencias significativas en el tamaño de los frutos.

Ha2- Al menos uno de los tratamientos de manejo de tejido será superior significativamente al testigo, respecto al tamaño de los frutos.

Ho3- Ninguno de los tratamientos de manejo de tejido presentarán diferencias significativas en la cantidad de sólidos solubles totales del fruto.

Ha3- Al menos uno de los tratamientos de manejo de tejido será superior significativamente al testigo, respecto a los sólidos solubles totales del fruto.

Ho4- Ninguno de los tratamientos de manejo de tejido presentarán diferencias significativas en la vida de anaquel de los frutos.

Ha4- Al menos uno de los tratamientos de manejo de tejido será superior significativamente al testigo, respecto a la vida de anaquel de los frutos.

5- Método

5.1- Materiales

De campo:

Tijeras de mango corto
Tijeras de mango largo
Serruchos
Balanzas analíticas
Texturómetros/penetrómetro
Refractómetros
Vernier

De gabinete:

Computadora
Impresora
Internet
Software Infostat
Software IBM SPSS
Paquete Office
Bitácoras

Material experimental:

Melocotón Diamante

5.2- Localidades y época

La investigación se llevó a cabo en fincas privadas de los municipios de Río Blanco (propiedad del señor Gabino Barrios) y Tejutla (propiedad del señor Lester López), del departamento de San Marcos, durante los meses de marzo de 2019 a septiembre de 2020. El estudio se realizó en dos localidades debido a que según López Bautista (2009), al montar experimentos con la misma estructura en localidades diferentes, se obtienen conclusiones

válidas para regiones o un territorio de mayor amplitud, entendiendo que el efecto de las localidades es aleatorio, por lo que se pueden generar conclusiones individuales (por localidad) y conclusiones generales bajo el análisis conjunto de ambos experimentos, empleando diversos métodos estadísticos.

Al incluir dos localidades se tuvo una eficiencia de recursos humanos, económicos y de equipo, ya que se obtuvieron conclusiones de dos localidades (individuales y generales) y la participación de los investigadores fue mayor.

5.2.1- Unidades de investigación

Las unidades de investigación fueron huertas de los municipios de: Río Blanco y Tejutla, ambos del departamento de San Marcos, con condiciones topográficas similares (pendientes no mayores al 30 %), al igual que la edad de los melocotoneros, los cuales no tenían aproximadamente ocho años de plantados.

5.3- Tamaño de la unidad experimental

El área experimental de cada localidad aproximadamente fue de 225 m², cada bloque representó un área de 45 m². Cada unidad experimental fué de 9 m², formada por un melocotonero. Debido al número de tratamientos y repeticiones establecidas en la Figura 1, el experimento demandó 25 unidades experimentales por localidad. Tomando en cuenta que se trabajó en dos localidades, el número total de unidades experimentales por ambas localidades fue de 50.

5.4- Modelo estadístico

El modelo estadístico a utilizar, será el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Observaciones en la unidad experimental.

U = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

Eij= Error experimental en la unidad

5.5- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar. Este fue el diseño apropiado para el experimento que se realizó, debido a su simpleza y eficiencia, y dado que las fincas totales presentaron leves pendientes, por lo que fue necesario bloquear ese gradiente; para lo cual López Bautista (2009), sugiere que los bloques se construyan de manera perpendicular a la gradiente de variación y por lo tanto, que se utilice el diseño de bloques completos al azar, ya que por medio de él, se ponen de manifiesto los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local.

El diseño experimental integró cinco tratamientos y cinco repeticiones, por cada localidad.

5.6- Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron diversos tipos de podas. De acuerdo con lo citado en el marco referencial y conceptual se evaluaron podas en verde con objetivo de fructificación de sistemas corto, mixto y largo, determinados por el tipo corte. Las especificaciones de los tratamientos se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Tratamientos experimentales

C ³	Nombre	Descripción	Tipos de poda ⁴ , según:		
			Objetivo	Época	Corte
A	Poda corta				Rebaje
B	Poda mixta	Estas podas se realizarán sin raleo de frutos.	Fructificación	En verde	Rebaje y aclareo ⁵
C	Poda media				Rebaje y aclareo ⁶
D	Poda larga				Aclareo
E	Testigo	No se realizan podas			

Notas: es importante aclarar que los raleos se realizarán en la primera semana de endurecimiento del carozo y la cantidad de raleos estará determinada por la distancia entre frutos, para que a cada uno de ellos les corresponda 10 cm lineales de brindilla.

³ C: código asignado de manera aleatoria.

⁴ Los diferentes tipos de poda se describen en el marco conceptual.

⁵ En la parte alta del árbol se hace corte de aclareo y en la parte baja se hace corte de rebaje.

⁶ A diferencia de la poda mixta, esta se basa en el sistema de poda larga (corte de aclareo), pero a las brindillas seleccionadas para producción se les realiza corte de despunte (de 5 cm a 10 cm).

El Cuadro 6, describe los tratamientos que se utilizaron, dando a conocer el nombre y el código asignado, asimismo, se dan algunas especificaciones de los tratamientos según la tipología de poda que integro el tratamiento a evaluar.

5.7- Distribución del experimento

Dado que el diseño a utilizar fue el de bloques completos al azar, el experimento quedo distribuido en ambas localidades, según la Figura 1. Los bloques fueron orientados de forma perpendicular a la pendiente como gradiente a bloquear.

Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Bloque V
D	E	A	B	C
E	A	B	C	D
A	B	C	D	E
B	C	D	E	A
C	D	E	A	B

Ilustración 1: Distribución de tratamientos en base al diseño experimental de bloques completos al azar

5.8- Variables de respuesta

5.8.1- Rendimiento en kg/ha

Se determinó el rendimiento total en kg/ha.

5.8.2- Calidad

A través de diversas herramientas, se obtuvo información sobre la calidad del fruto de melocotón, específicamente en los aspectos siguientes: tamaño y solidos solubles totales.

5.8.3- Vida de anaquel

Bajo condiciones similares a las de los productores, se calculó la vida de anaquel de los frutos.

5.8.4- Rentabilidad

Por medio del análisis de retornos marginales y tomando en cuenta los costos de oportunidad, se calculó la rentabilidad alcanzada con los diversos tratamientos.

5.9- Manejo del experimento

En este experimento únicamente se evaluaron tipos de podas, por lo tanto, el manejo agronómico en cuanto a fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, del cultivo de melocotón fue el que comúnmente realiza el productor.

5.9.1- Fortalecimiento de capacidades del recurso humano

Se generaron capacitaciones sobre podas, dirigidas a las personas que apoyaron parte de la fase de campo del experimento, con el fin de evitar sesgos por mal manejo.

5.9.2- Trazado de bloques experimentales y localidades

Se seleccionaron huertas con árboles de edades similares (8 años), dispuestos en un marco de establecimiento bien definido. Una vez seleccionadas las huertas, se sortearon los bloques.

Con la utilización de pita rafia y estacas, se delimitó cada uno de los bloques. Asimismo, se identificaron las localidades experimentales con mantas vinílicas de 2 x 1 m, con los logos institucionales y el título del proyecto.

5.9.3- Identificación de tratamientos

Se identificaron los tratamientos con rótulos de madera y vinil adhesivo e impermeable.

5.9.4- Análisis de suelos

Se generaron análisis químicos de suelos, donde se ubicaron los bloques experimentales, estos sirvieron para analizar el grado de nutrición de los suelos y los efectos sobre el melocotonero.

5.9.5- Podas de formación y saneamiento

En las parcelas experimentales no se genera ningún tipo de podas en los árboles de melocotón; esto dificulta generar podas de fructificación por la excesiva altura, densidad y madera vieja dentro de los árboles, por esa razón, se generaron podas de formación y saneamiento en todas las unidades experimentales, incluyendo al testigo.

5.9.6- Podas de fructificación

Las podas se realizaron cuando los melocotoneros rompieron la dormancia y desarrollaron follaje. Más que un mes específico de poda, esta se realizó cuando los frutos del melocotonero estaban en canica.

5.9.7- Análisis foliar

Para contar con información que permita hacer la relación nutricional de suelo y planta, y analizar la influencia de las podas, se generaron análisis foliares.

5.10- Análisis de información

El análisis de la información del experimento de las variables en estudio: rendimiento, calidad y vida de anaquel del melocotón se realizó por medio de ANDEVA y pruebas de Tukey. Para determinar la rentabilidad se utilizó el análisis de la tasa de retorno marginal para estudios económicos con datos agronómicos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

5.10.1- Análisis Económico

Los resultados agronómicos obtenidos durante el experimento fueron sometidos a análisis económico para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos. Según el CIMMYT (1988), es esencial realizar análisis económicos de los resultados, pues ayuda al investigador a considerarlos desde el punto de vista del agricultor y así poder decidir cuáles son los tratamientos que merecen mayor investigación y cuáles son las recomendaciones que se le deben proponer a los agricultores.

Las fases de elaboración del análisis económico según el CIMMYT (1988) fueron las siguientes:

5.10.1.1- Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se calculó de acuerdo al siguiente procedimiento:

A- Rendimientos medios

Los rendimientos medios utilizados fueron proporcionados por el análisis estadístico de rendimiento.

B- Rendimientos ajustados

Se ajustaron los rendimientos a un 10 %, considerando que eso disminuirá la producción cuando los fruticultores no tengan la asistencia técnica de los investigadores.

C- Precio de campo del producto

Se calculó tomando el precio que los agricultores reciben por kilogramo de melocotón al momento de su venta, restándole los costos de cosecha y transporte para la comercialización.

D- Beneficio bruto de campo

Es lo que percibió el agricultor por la venta de su producto. Se calculó multiplicando el precio de campo por los rendimientos ajustados.

E- Costos que varían

Estos se calcularon tomando en cuenta los costos que difieren (insumos) de un tratamiento a otro. Los costos de las actividades que el agricultor realizó se calcularon a través de costos de oportunidad, ya que el agricultor dejó de percibir otros ingresos por realizar trabajo en su parcela, por lo tanto, esto tuvo un costo.

F- Beneficios netos

Los beneficios netos se determinaron restándole los costos que varían a los beneficios brutos.

7.10.1.1- Análisis marginal

El análisis marginal se calculó de acuerdo al siguiente procedimiento:

A- Análisis de dominancia

A través del análisis de dominancia se establecieron los tratamientos dominados. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios menores o iguales a otro tratamiento de costos que varían más bajos. Los tratamientos dominados ya no se tomaron en cuenta para la curva de beneficios netos, pues lógicamente no tienen posibilidades de ser los más rentables.

B- Curva de beneficios netos

Se realizó para determinar las diferencias existentes entre los tratamientos que no fueron dominados.

C- Tasa de retorno marginal

A través de la tasa de retorno marginal, se determinaron los beneficios netos respecto al incremento de la cantidad invertida, además, se estableció el promedio de lo que el agricultor podría ganar, al decidir cambiar de un tratamiento a otro.

D- Tasa de retorno mínima aceptable

La tasa de retorno mínima aceptable, es el porcentaje que los agricultores deberían de percibir como mínimo por la inversión realizada. La tasa mencionada se calculará por medio de los procedimientos: Mercado formal del capital y tasa de retorno mínima aproximada.

E- Análisis usando residuos

Este se calculó para verificar los resultados del análisis marginal.

7.10.1.2- Variabilidad

La variabilidad, o sea, la diferencia en ganancias que pueda percibir un agricultor por el cambio en las condiciones del mercado se calculó de acuerdo al siguiente procedimiento:

A- Análisis de sensibilidad

Este se realizará para determinar si una recomendación soportará cambio de precios. Específicamente para el cultivo de melocotón los riesgos que se corren en cuanto al cambio de precios pasan más por la variabilidad del precio del melocotón en el mercado, que, por la variabilidad del precio de los insumos necesarios para su cultivo, debido a ellos el análisis de sensibilidad se establecerá respecto al precio durante la investigación, y al precio más alto y más bajo experimentado por los agricultores en 2019 y 2020.

5.11- Divulgación de resultados

Para divulgar los resultados de la investigación se entregará el informe final de la misma, el cual será publicado en sitio web del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), además, se generó una revista ilustrativa y un video clip de las prácticas de podas con contenido práctico.

6- Resultados

Como se dio a conocer, el experimento se generó en dos municipios de San Marcos, los cuales son productores de melocotón Diamante, pero, que presentan características

diferenciadas, como altura, humedad relativa y lo más relevante, incorporación de riego. En el municipio de Tejutla se tiene sistema de riego por aspersión, mientras, en el municipio de Río Blanco, al melocotón no se le incorpora más agua que la recibida de las precipitaciones. Dado lo anterior se presentan los resultados de manera diferenciada por municipio, y también, se hace un análisis grupal.

Es importante aclarar que los melocotoneros de Tejutla y de Río Blanco no reciben tratamiento alguno de tejidos (podas y raleos) lo que hacía muy difícil evaluar los árboles en un solo ciclo de cultivo, por ende, se procedió en un primer ciclo a generar podas de saneamiento para todos los árboles que ingresaron a la investigación y en el segundo ciclo, se realizaron de nuevo las podas de saneamiento, seguidas por las podas de fructificación evaluadas.

6.1- Río Blanco

6.1.1- Rendimiento en kg/ha

El distanciamiento comúnmente utilizado en Río Blanco para el cultivo de melocotón es de 3 metros por 3 metros. Para ello se hace el cálculo de rendimiento por hectárea, en donde estarían cultivados 1 111.00 melocotoneros.

El rendimiento en kg/ha es de las principales preocupaciones de los productores, en respuesta a ello, se generó la siguiente prueba de varianza (Cuadro 7), la cual según el p-valor, mostró diferencias significativas, debido a ello se realizó la prueba de Tukey que se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 7: Análisis de varianza al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Río Blanco

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	1377997988.37	8	172249748.55	6.43	0.0008
Tratamientos	645998130.98	4	161499532.74	6.03	0.0037
Bloque	731999857.40	4	182999964.35	6.83	0.0021
Error	428471763.80	16	26779485.24		
Total	1806469752.18	24			

Cuadro 8: Prueba de Tukey al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Río Blanco

Tratamientos	Medias	n	E.E			
Poda larga	27 610.02 kg/ha	5	2314.28	A		
Poda media	25 964.32 kg/ha	5	2314.28	A	B	
Poda mixta	18 147.93 kg/ha	5	2314.28	A	B	C
Poda corta	15 971.89 kg/ha	5	2314.28		B	C
Testigo	15 712.83 kg/ha	5	2314.28			C

Según el Cuadro 8, la poda larga es significativamente superior en rendimiento por hectárea a la poda corta y al testigo, mientras, presenta similitudes con la poda media y la poda mixta. Asimismo, la poda media es superior únicamente al testigo, mientras, tanto la poda mixta como la poda corta no presentaron diferencias estadísticas en comparación al testigo.

Los resultados de rendimiento por hectárea, guardan estrecha relación con lo mencionado por Alvarado Quiroa (2001), quien menciona que la fotosíntesis es proporcional a la intensidad lumínica, por lo que en árboles con sombra es común el crecimiento de la materia vegetativa, pero poca fructificación, mientras Reta y González (2002), en sus evaluaciones de podas, observaron la mayor productividad con poda larga.

6.1.1.1- Frutos por árbol

Respecto a la cantidad de frutos por árbol, también se presentaron diferencias significativas según el Cuadro 9. La prueba de Tukey generada en el Cuadro 10 expresa que únicamente hubo diferencias entre la poda larga y la poda corta. Esto fue determinado por los espacios que brindan los cortes, dado que, la poda larga genera más espacios para el ingreso de luz y aire, mientras, la poda corta presentó melocotoneros con mayor cantidad de sombra y el despunte de varias de las brindillas, sin embargo, la poda corta generó mayores formaciones vegetativas que sería adecuado estudiar en una segunda oportunidad. Por supuesto, se debe tomar en cuenta que la variable de frutos por árbol por sí sola, no representa la rentabilidad del cultivo.

Cuadro 9: Análisis de varianza al 95 % de frutos por árbol de melocotón Diamante en Río Blanco

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	164353.68	8	20544.21	5.19	0.0025
Tratamientos	56939.84	4	14234.96	3.60	0.0283
Bloque	107413.84	4	26853.46	6.79	0.0022
Error	63304.96	16	3956.56		
Total	227658.64	24			

Cuadro 10: Prueba de Tukey al 95 % de frutos por árbol del melocotón Diamante en Río Blanco

Tratamientos	Medias	n	E.E		
Poda larga	328.60 frutos/árbol	5	28.13	A	
Poda media	288.20 frutos/árbol	5	28.13	A	B
Testigo	233.40 frutos/árbol	5	28.13	A	B
Poda mixta	224.20 frutos/árbol	5	28.13	A	B
Poda corta	196.20 frutos/árbol	5	28.13		B

6.1.2- Calidad

La calidad de frutos del melocotón está definida principalmente por el tamaño, el peso y los sólidos solubles totales que este contiene. Estas condiciones son las que determinan a que mercado podrían ingresar los frutos e incluso la forma de venta; o sea de la calidad dependerá que los melocotoneros se comercialicen por ciento a un bajo precio o bien, de manera individual o por peso a un mejor precio. Por ello, las características de calidad del fruto cobran tanta relevancia.

6.1.2.1- Peso promedio por fruto

El peso promedio del fruto, tal como se observa en el Cuadro 11, tuvo diferencias significativas, por lo que se generó prueba de Tukey que se presenta en el Cuadro 12; según esta prueba, todos los tratamientos a los que se le generaron podas, tuvieron frutos con peso mayor a los del testigo, a excepción de la poda mixta. Aunque no presentaron diferencias significativas, la poda media tuvo los frutos más pesados con una media de 81.83 gramos, seguida por la poda larga con frutos de 75.90 gramos en promedio y la poda corta con 73.76 gramos como media, lo que genera una diferencia significativa con los frutos del testigo los

cuales alcanzaron un peso promedio de 61.11 gramos. Tomando en consideración la clasificación del MAGA (2017), se consideran pequeños los frutos de 50 a 67 gramos, por lo tanto, los frutos de la poda media, larga y corta se considerarían frutos medianos, a los que les corresponden mejores precios.

Cuadro 11: Análisis de varianza al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Diamante en Río Blanco

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	2407.77	8	300.97	10.23	0.0001
Tratamientos	1152.84	4	288.21	7.99	0.0003
Bloque	1254.93	4	313.73	2.71	0.0673
Error	470.91	16	29.43		
Total	2878.68	24			

Cuadro 12: Prueba de Tukey al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Diamante en Río Blanco

Tratamientos	Medias	n	E.E		
Poda media	81.83 g	5	2.43	A	
Poda larga	75.90 g	5	2.43	A	
Poda corta	73.76 g	5	2.43	A	
Poda mixta	71.45 g	5	2.43	A	B
Testigo	61.11 g	5	2.43		B

6.1.2.2- Diámetro longitudinal

El diámetro longitudinal también forma parte de los requerimientos del mercado, por lo que esta fue una de las variables evaluadas en este estudio por medio de análisis de varianza presentado en el Cuadro 13, en donde se observa que hay diferencias estadística entre tratamientos que al analizarlos en el Cuadro 14 por prueba de Tuckey, se determina que los frutos de la poda media (media 5.73 cm) poseen un diámetro longitudinal mayor a los frutos de la poda mixta (media 5.23 cm) y el testigo (media 4.80 cm), mientras, los frutos de la poda larga (media 5.42 cm) fueron superiores únicamente al testigo.

**Cuadro 13: Análisis de varianza al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón
Diamante en Río Blanco**

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	3.04	8	0.38	6.19	0.0010
Tratamientos	2.24	4	0.56	9.11	0.0005
Bloque	0.80	4	0.20	3.27	0.0385
Error	0.98	16	0.06		
Total	4.02	24			

**Cuadro 14: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón
Diamante en Río Blanco**

Tratamiento	Medias	n	E.E		
Poda media	5.73 cm	5	0.11	A	
Poda larga	5.42 cm	5	0.11	A	B
Poda corta	5.29 cm	5	0.11	A	B
Poda mixta	5.23 cm	5	0.11		B C
Testigo	4.80 cm	5	0.11		C

Según la clasificación del MAGA (2017) en cuanto al diámetro longitudinal, los frutos con mayores a 4 cm y menores a 5 cm, son considerados pequeños, mientras los frutos de 5 a 6 cm son considerados medianos. Por ende, según el Cuadro 14 se infiere que tanto la poda media, larga y corta, están ubicados en la categoría de frutos medianos, mientras el testigo se ubica en la categoría de frutos pequeños.

6.1.2.3- Diámetro transversal

El diámetro horizontal también es tomado en cuenta por el mercado para la comercialización de frutos, incluso, es un factor de calidad más determinante que el diámetro longitudinal. En el Cuadro 15 se presenta el análisis de varianza de diámetro transversal de fruto y es visible que existen diferencias significativas.

**Cuadro 15: Análisis de varianza al 95 % del diámetro transversal del melocotón
Diamante en Río Blanco**

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	1.41	8	0.18	7.62	0.0003
Tratamientos	1.10	4	0.27	11.89	0.0001
Bloque	0.31	4	0.08	3.36	0.0355
Error	0.37	16	0.02		
Total	1.78	24			

En el Cuadro 16, se evidencia que todos los frutos de melocotón en las parcelas donde se generaron podas, alcanzaron tamaños mayores a los frutos del testigo. Quien presento el mayor tamaño de frutos fue el tratamiento de poda media (5.30 cm), seguido por la poda corta (5.22 cm), la poda larga (5.05 cm) y la poda mixta (5.05 cm), todos estos tratamientos, superiores al diámetro transversal de los frutos obtenidos del testigo quienes presentaron un tamaño medio de 4.70 cm. Según la clasificación del MAGA (2017), los frutos entre 4 y 5 centímetros de diámetro transversal se consideran pequeños, mientras los frutos entre 5 y 6 centímetros son considerados medianos.

**Cuadro 16: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro transversal del melocotón
Diamante en Río Blanco**

Tratamiento	Medias	n	E.E	
Poda media	5.30 cm	5	0.07	A
Poda corta	5.22 cm	5	0.07	A
Poda larga	5.15 cm	5	0.07	A
Poda mixta	5.05 cm	5	0.07	A
Testigo	4.70 cm	5	0.07	B

6.1.2.4- Sólidos solubles totales

El tema de los sólidos solubles totales, básicamente determinan el sabor de los frutos, Por ende, el Cuadro 17, presenta el análisis de varianza de la variable referida, en donde se observa que no hay diferencia significativa. Para fines ilustrativos, se presentan las medias de grados brix según tratamiento: poda media, 14.49; poda mixta, 13.73; testigo, 13.70; poda larga, 13.70 y; poda corta, 13.33. En definitiva, para el caso de los tratamientos de poda en Río Blanco, los sólidos solubles totales no constituyen diferencias.

Cuadro 17: Análisis de varianza al 95 % de grados brix del melocotón Diamante en Río Blanco

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	6.36	8	0.79	0.50	0.8381
Tratamientos	3.62	4	0.90	0.57	0.6878
Bloque	2.74	4	0.68	0.43	0.7839
Error	25.38	16	1.59		
Total	31.74	24			

6.1.3- Vida de anaquel

La vida de anaquel determina el tiempo en buen estado que presentan los frutos del melocotonero. Esta evaluación se generó bajo las condiciones climáticas de la cabecera municipal de Río Blanco, almacenados como comúnmente lo realizan los fruticultores de la zona. Es necesario mencionar que los frutos del testigo fueron los que presentaban mayores síntomas de enfermedades y ello incidió directamente en la vida de anaquel.

Para la evaluación de vida de anaquel de los melocotones Diamante, se generó el análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 18.

Cuadro 18: Análisis de varianza al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Río Blanco

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	62.48	8	7.81	5.35	0.0022
Tratamientos	46.64	4	11.66	7.99	0.0010
Bloque	15.84	4	3.96	2.71	0.0673
Error	23.36	16	1.46		
Total	85.84	24			

El Cuadro 18 establece que hay diferencias significativas en la vida de anaquel de los melocotoneros según los tratamientos. En el Cuadro 19, se evidencia que los frutos provenientes de los tratamientos de poda duraron en promedio hasta 10.80 días, mientras, los frutos del tratamiento de control o testigo, duraron en promedio 7.20 días. Esto quiere decir que los tratamientos de podas, permitieron que los frutos duren hasta 3 días más en buen estado. Con esto se confirman las suposiciones de Alvarado Quiroa (2001), quien considera que las podas al tener efectos en la regulación de humedad de las plantas, podría tener efectos en la vida de anaquel de los frutos (también menciona sólidos solubles, pero eso no fue comprobado), y por supuesto, el exceso de humedad que generó el testigo por el denso

material vegetativo contribuyó a que los frutos de dicho tratamiento presentaran mayor cantidad de enfermedades fúngicas que incidieron en la vida de anaquel.

Cuadro 19: Prueba de Tukey al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Río Blanco.

Tratamientos	Medias	n	E.E	
Poda media	10.80 días	5	0.54	A
Poda larga	10.60 días	5	0.54	A
Poda corta	10.60 días	5	0.54	A
Poda mixta	10.40 días	5	0.54	A
Testigo	7.20 días	5	0.54	B

Hasta el momento se ha evidenciado que en grados brix no hubo diferencias significativas y que en la vida de anaquel todos los tratamientos de poda fueron superiores al testigo, además, la poda larga logró un mayor rendimiento por hectárea en comparación con la poda corta y el testigo, asimismo, la poda media fue mayor al testigo. Sin embargo, en cantidad de frutos por árbol la poda larga no fue superior al testigo, sólo a la poda corta; y en el peso promedio de frutos fue superior al testigo, mientras, este último solo fue igual al peso promedio de los frutos del tratamiento de la poda mixta. En diámetro longitudinal, solo el tratamiento de poda mixta fue similar al testigo, todos los demás tratamientos de poda fueron superiores. Lo ya mencionado se resume en que, para el municipio de Río Blanco, en cuanto a productividad, calidad y vida de anaquel, los mejores tratamientos han sido poda larga y media, determinados más que por la cantidad de frutos por árbol, por el tamaño y peso promedio de los mismos, aunque compartan características en grados brix y vida de anaquel con los demás tratamientos de poda.

6.1.4- Rentabilidad

La rentabilidad, como se mencionó con anterioridad se definirá a través del análisis de retornos marginales; entre su procedimiento está el generar un presupuesto parcial que permite comparar beneficios netos y costos diferenciados por tratamiento, asimismo, se utilizan costos lo más cercano posible a la realidad de productores dentro de sus regiones, por ejemplo, para la mano de obra familiar se utilizan costos de oportunidad los cuales se valoran según el precio local.

El Cuadro 20, genera el cálculo de beneficios de campo a través de las medias de rendimientos expresadas en el Cuadro 8 y de acuerdo con el tamaño o categoría en la que se clasifica según el diámetro transversal de frutos mostrado en el Cuadro 16; mientras, los precios son los determinados por ANAPDE (2016) y, además, fueron los precios promedio de 2020 en la plaza mayor del departamento de San Marcos, la cual se ubica en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

Cuadro 20: Presupuesto parcial Río Blanco

	Unidad de medida	Tratamiento				
		Poda corta	Poda mixta	Poda media	Poda larga	Testigo
Rendimiento medio	qq/ha	159.72	181.48	259.64	276.10	157.13
Rendimiento ajustado	qq/ha	143.75	163.33	233.68	248.49	141.42
Clasificación	Categoría	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño
Precio por clasificación	Q/qq	450.00	450.00	450.00	450.00	250.00
Beneficios de campo	Q/ha	646 86.15	734 99.12	105 155.50	111 820.58	35 353.87
Tijeras de mango corto	Q/ha	240.00	240.00	240.00	240.00	0.00
Tijeras de mango largo	Q/ha	300.00	300.00	300.00	300.00	0.00
Serrucho cola de zorro	Q/ha	315.00	315.00	315.00	315.00	0.00
Captan	Q/ha	531.00	531.00	531.00	531.00	0.00
Amistar	Q/ha	3 300.00	3 300.00	3 300.00	3 300.00	0.00
Cobre	Q/ha	2 838.00	2 838.00	2 838.00	2 838.00	0.00
Mancozeb	Q/ha	84.36	84.36	84.36	84.36	0.00
Antracol	Q/ha	110.00	110.00	110.00	110.00	0.00
Jornales para poda	Q/ha	6 600.00	8 400.00	8 400.00	8 400.00	0.00
Jornales para fumigación	Q/ha	3 300.00	3 300.00	3300.00	3 300.00	0.00
Jornales para cosecha	Q/ha	2 200.00	2 200.00	2200.00	2 800.00	3 800.00
Total, de costos que varían	Q/ha	19 818.36	21 618.36	21 618.36	22 218.36	3 800.00
Beneficios netos	Q/ha	44 867.79	51 880.76	83 537.14	89 602.22	31 553.87

El Cuadro 20, muestra que los mayores beneficios de campo se obtuvieron con la poda media y la poda larga, estos mismos, fueron los tratamientos con la mayor cantidad de dinero invertido, empero al final, fueron los que reeditaron los mayores beneficios netos. Al contrario, el testigo fue el tratamiento más barato, pero fue el que menos utilidades generó.

Para excluir los tratamientos menos rentables, se genera el análisis de dominancia en el Cuadro 21, en donde los tratamientos que tengan costos iguales o más altos a otro

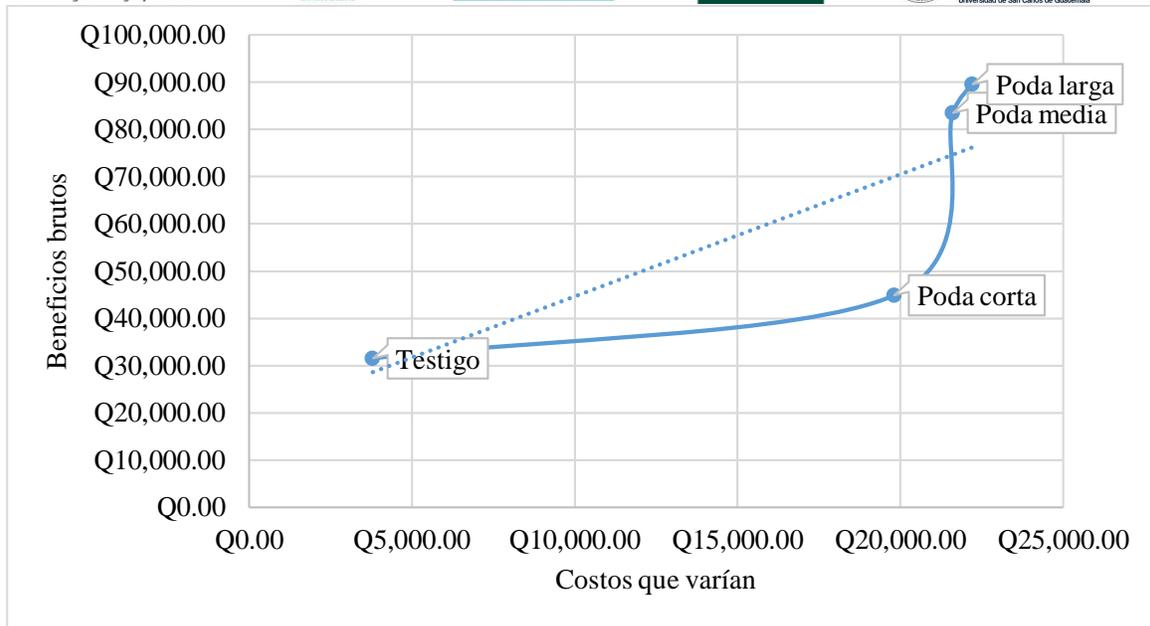
tratamiento que posea mejores beneficios netos, prácticamente son desechados del análisis económico, puesto que no representarán ventaja económica alguna, en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 21: Análisis de dominancia de Río Blanco

Tratamiento	Costos que varían	Beneficios netos	
	Q/Ha	Q/Ha	
Testigo	3 800.00	31 553.87	
Poda corta	19 818.36	44 867.79	
Poda mixta	21 618.36	51 880.76	Dominado
Poda media	21 618.36	83 537.14	
Poda larga	22 218.36	89 602.22	

El Cuadro 21 evidencia que el único tratamiento dominado es el de la poda mixta, esto debido a que, la poda mixta tiene un costo similar a la poda media, sin embargo, este último posee mayores beneficios netos, quiere decir, que es imposible que la poda mixta pueda ofrecer ventajas económicas en comparación a los otros tratamientos. Ahora, para comparar los tratamientos que no fueron dominados se hace necesario utilizar inicialmente el diagrama de dispersión de la curva de beneficios netos (Gráfica 2), donde se evidencia que la poda media y la poda larga, si bien es cierto son las que demandan mayores cantidades de recursos, también, son las que devuelven más utilidades. En la Gráfica 2 se logra observar que el testigo es el tratamiento más barato, prácticamente las utilidades que logra generar son la tercera parte de las que puede generar la poda larga, además, se observa que la poda corta aumenta bastante en sus costos, empero, la diferencia en beneficios brutos no es significativa.

La Gráfica 2, determina que la pendiente entre el testigo y la poda corta es poca, lo que quiere decir que no hay muchas diferencias en rentabilidad, al contrario de la relación que se da entre la poda corta y media, donde en definitiva la diferencia es mayor. Para expresar de manera más sencilla las diferencias descritas, se presenta el Cuadro 22 para determinar la tasa de retorno marginal.



Gráfica 2: Curva de beneficios netos de Río Blanco

La tasa de retorno marginal del Cuadro 22, determina la forma en la que los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida; esto quiere decir que, por cada quetzal que el agricultor invierta en una poda corta, podrá recibir el quetzal más Q 0.83. Ahora bien, cada quetzal más utilizado en la poda media y no en la poda corta, generaría el regreso del quetzal más Q 21.48 más y si se invirtiera un quetzal extra en poda larga y no en poda media, se recibiría el mismo quetzal más Q 10.11. Debido a que tanto la poda media como la larga, son bastante efectivas y con fines de practicidad, por cada quetzal utilizado en generar podas cortas en relación al testigo, se esperarí el quetzal más Q 2.92 mientras, por cada quetzal utilizado en podas largas con respecto al testigo, se percibiría de nuevo el quetzal más Q 3.15, como se evidencia en el Cuadro 23.

Cuadro 22: Tasa de retorno marginal de Río Blanco

Tratamiento	Costos que varían	Costos que varían marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal
	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	
Testigo	3 800.00		31 553.87		
Poda corta	19 818.36	16 018.36	44 867.79	13 313.93	83.12%
Poda media	21 618.36	1 800.00	83 537.14	38 669.34	2 148.30%
Poda larga	22 218.36	600.00	89 602.22	6 065.09	1 010.85%

Para que un fruticultor cambie de prácticas es necesario que la tasa de retorno marginal sea mayor a la tasa de retorno mínimo, la cual es calculada en base al nivel de cambio de la práctica de manejo evaluada, o sea, si los productores generan únicamente adaptaciones a las prácticas ya establecidas, en general, con una tasa de retorno mínima del 50.00 % sería suficiente y si son cambios fuertes en las prácticas, se debería de tener una tasa de retorno mínimo entre el 100.00 % y 125.00 %. Entonces, dado que las podas de fructificación son prácticas totalmente nuevas para los productores, estas deberían de retribuir de buena manera lo invertido, por ello se usa una tasa de retorno mínimo del 125.00 %.

Cuadro 23: Análisis marginal de Río Blanco

Tratamientos	Tasa de retorno marginal	Tasa de retorno mínima	
Poda media versus testigo	291.74 %	125%	Acceptable
Poda larga versus testigo	315.18 %		Acceptable

El Cuadro 23 demuestra que tanto la poda media como la poda larga, son superiores a la tasa de retorno mínimo, lo que en definitiva colocan a ambos tratamientos como promisorios para validación, dada su rentabilidad. Además, es difícil recomendar la poda larga por el 23.44 % de tasa de retorno marginal con que aventaja a la poda media, ambas en comparación al testigo, puesto que los rendimientos medios utilizados en el análisis económico son las medias expresadas en el rendimiento experimental y como es notorio en el Cuadro 8, no tienen diferencias significativas.

Para verificar las conclusiones del análisis marginal, se generó un análisis de residuos, donde se incluyen todos los tratamientos y el retorno requerido en quetzales por hectárea que se muestra en el Cuadro 24, además, se comprueba que los residuos del tratamiento de poda corta y poda mixta no superan el residuo del testigo de acuerdo con la tasa de retorno mínimo o el retorno requerido por los agricultores. Lo contrario sucede con la poda media y la poda larga, por supuesto, la poda larga tiene un residuo superior al de la poda media, ya que, después del retorno requerido por los productores, el cual sería Q 27

772.95 por hectárea por la inversión de Q 22 218.36 por hectárea, recibe todavía, Q 61 829.27 por hectárea más.

Cuadro 24: Análisis de residuos de Río Blanco

Tratamiento	Total, de costos que varían	Beneficios netos	Retorno requerido ⁷	Residuos
	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha
Testigo	3 800	315 53.8675	4 750.00	26 803.87
Poda corta	19 818.36	448 67.7945	24 772.95	20 094.84
Poda mixta	21 618.36	5 1880.76	27 022.95	24 857.81
Poda media	21 618.36	8 3537.14	27 022.95	56 514.19
Poda larga	22 218.36	89 602.221	27 772.95	61 829.27

6.1.4.1- Variabilidad

La variabilidad de la rentabilidad, en melocotón es más determinada por el cambio del precio de dicho fruto en el mercado que por el canje de costo de insumos. Para analizar la variabilidad del precio del melocotón se generó análisis de sensibilidad, el cual se presenta en el Cuadro 25 y como se evidencia en el mismo, específicamente en el Caso 1, cuando los precios son muy bajos y la tasa de retorno marginal se vuelve insipiente y prácticamente nada atractiva para los fruticultores; el Caso 2 se hizo con base a los precios que se tuvieron durante la investigación, mientras el Caso 3 fue generado con base a los precios más altos durante los últimos 5 años, lo cuales se presentan en el Anexo 5; cabe aclarar que los precios establecidos del Caso 1, 2 y 3 corresponden a lo percibido por intermediarios informales mayoristas.

El Caso 4 que se presenta en el Cuadro 25, es un caso especial con fines demostrativos basados en el precio que se logra obtener al vender de forma individual los frutos de melocotón (Anexo 5); por supuesto, la tasa de retorno marginal es mucho mayor a la de los otros casos analizados, esto se vuelve útil para proyectar la rentabilidad de fruticultores que venden por pequeñas cantidades y también es una muestra de lo que los fruticultores podrían lograr si se organizan de mejor manera, debido a que actualmente quienes tienen extensiones relativamente grandes venden a intermediarios informales.

⁷ Los retornos requeridos fueron calculados en base al 125.00 %.

Cuadro 25: Análisis de sensibilidad de melocotón en Río Blanco

Tratamiento		Testigo	Poda media	Poda larga
Categoría		Pequeño	Mediano	Mediano
Rendimiento ajustado	Q/ha	141.42	233.68	248.49
<i>Caso 1: Precios bajos</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	7 070.77	35 051.83	37 273.53
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	3 270.77	13 433.47	15 055.17
<i>Caso 2: Precios medios</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	35 353.87	105 155.50	111 820.58
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	31 553.87	83 537.14	89 602.22
<i>Caso 3: Precios altos</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	63 636.96	140 207.33	149 094.11
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	59 836.96	118 588.97	126 875.75
<i>Caso 4: Precios de minorista</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	353 538.68	1 557 937.09	1 656 684.03
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	349 738.68	1 536 318.73	1 634 465.67
<i>Retornos marginales</i>				
Caso 1: Precios bajos			57.03%	63.98%
Caso 2: Precios medios			291.74%	315.17%
Caso 3: Precios altos			329.73%	363.98%
Caso 4: Precios de minorista			6 659.31%	6 975.25%

6.2- Tejutla

6.2.1- Rendimiento en kg/ha

En las parcelas del municipio de Tejutla, al igual que en las parcelas de Río Blanco hubo diferencias significativas en relación al rendimiento por área, como se muestra en el Cuadro 26; la poda larga y la poda media fueron las que produjeron más, con diferencias significativas en comparación con el tratamiento de la poda corta, poda mixta y el testigo.

Cuadro 26: Análisis de varianza al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	3922224794.58	8	490278099.32	12.71	<0.0001
Tratamientos	1853707025.28	4	463426756.32	12.01	0.0001
Bloque	2068517769.30	4	517129442.33	13.40	0.0001
Error	617302575.83	16	38581410.99		

El Cuadro 27, demuestra las diferencias de la poda larga y media con las podas mixta, testigo y poda corta; asimismo, si se compara brevemente el rendimiento de la poda más productiva de Tejutla con la poda más productiva de Río Blanco, se evidencia que los tratamientos de Tejutla obtuvieron una mayor productividad, en el caso de la poda larga de dicho municipio se obtuvo 41 397.55 kg/ha, mientras la poda larga del municipio de Río Blanco produjo 27 610.02 kg/ha; ahora bien, el testigo de Tejutla rindió 19 540.64 kg/ha y el testigo de Río Blanco 15 712.83 kg/ha. Si bien es cierto, los resultados de rendimiento por hectárea guardan relación entre tratamientos de ambos municipios, también, se evidencia el efecto de otras variables que se deben recalcar: 1) la parcela de Tejutla posee riego y 2) la parcela de Tejutla, según el Anexo 1 y 2, posee mayor cantidad de nutrientes que la parcela de Río Blanco, por ende, según el Anexo 3 y 4, las plantas extrajeron más nutrientes en la parcela de Tejutla.

Cuadro 27: Prueba de Tukey al 95 % de kg/ha del melocotón Diamante en Tejutla

Tratamientos	Medias	N	E.E	
Poda larga	41 397.55 kg/ha	5	2777.82	A
Poda media	38 709.95 kg/ha	5	2777.82	A
Poda mixta	26 543.50 kg/ha	5	2777.82	B
Testigo	23 392.20 kg/ha	5	2777.82	B
Poda corta	19 540.64 kg/ha	5	2777.82	B

6.2.1.1- *Frutos promedio por árbol*

En relación a los frutos promedio por árbol se presentaron diferencias significativas, como se observa en el Cuadro 28.

Cuadro 28: Análisis de varianza al 95 % de frutos por árbol de melocotón Diamante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	330461.88	8	41307.74	7.31	0.0004
Tratamientos	149368.44	4	37342.11	6.61	0.0024
Bloque	181093.44	4	45273.36	8.02	0.0010
Error	90355.16	16	5647.20		
Total	420817.04	24			

Para establecer las diferencias entre tratamientos, se generó prueba de Tukey (Cuadro 29), en donde se observa que la poda larga con una media de 418.80 frutos por árbol fue superior a la poda mixta (270.60 frutos por árbol) y a la poda corta (183.80 frutos por árbol), sin embargo, no presentó diferencias significativas con el testigo y la poda media. El tratamiento que menos frutos por árbol tuvo fue el de poda corta, incluso fue significativamente inferior al testigo.

Cuadro 29: Prueba de Tukey al 95 % de frutos por árbol del melocotón Diamante en Tejutla

Tratamientos	Medias	N	E.E			
Poda larga	418.80 frutos/árbol	5	33.61	A		
Testigo	330.00 frutos/árbol	5	33.61	A	B	
Poda media	325.70 frutos/árbol	5	33.61	A	B	C
Poda mixta	270.60 frutos/árbol	5	33.61		B	C
Poda corta	183.80 frutos/árbol	5	33.61			C

6.2.2- Calidad

6.2.2.1- Peso promedio de frutos

En el cultivo de melocotón, el peso promedio por fruto es una característica fundamental para determinar la rentabilidad del mismo y con la generación de podas de fructificación, se buscó justamente el aumento de peso y tamaño de los melocotones, entre otras características más que definen la calidad del melocotón. De acuerdo con el Cuadro 30, se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en relación al peso promedio de frutos.

Cuadro 30: Análisis de varianza al 95 % de peso promedio de frutos del melocotón Dimanante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	5142.14	8	642.77	15.50	<0.0001
Tratamientos	4644.20	4	1161.05	28.00	<0.0001
Bloque	497.94	4	124.49	3.00	0.0503
Error	663.56	16	41.47		
Total	5805.71	24			

Para establecer cuáles fueron las diferencias entre tratamientos se generó el Cuadro 31 con la prueba de Tukey.

Cuadro 31: Prueba de Tukey al 95 % del peso promedio de frutos del melocotón Diamante el Tejutla

Tratamientos	Medias	n	E.E		
Poda media	105.69 g	5	2.88	A	
Poda corta	93.67 g	5	2.88	A	B
Poda mixta	89.94 g	5	2.88		B
Poda larga	88.11 g	5	2.88		B
Testigo	63.91 g	5	2.88		C

Como se evidencia en el Cuadro 31, la poda media fue la que presentó los frutos con mayor peso, con una media de 105.69 gramos por melocotón, lo que demuestra su superioridad frente a la poda mixta, la poda larga y el testigo, sin embargo, no presentó diferencias significativas en comparación a la poda corta; esto quiere decir, que la poda corta es la menos productora en frutos por árbol (Cuadro 29), empero, produce frutos pesados, mientras, la poda media también produce frutos pesados como se observa en el Cuadro 31 y además, es una de las más productivas en cuanto a frutos por árbol (Cuadro 29).

El Cuadro 31 refleja que los árboles de melocotón con podas de fructificación producen frutos más pesados que los árboles a los que no se le generan dichas podas; puesto que todos los tratamientos de manejo de tejidos fueron estadísticamente superiores a el tratamiento de control o testigo.

Ahora bien, si se compara el Cuadro 31 con el Cuadro 12 (peso promedio de frutos de la parcela de Río Blanco), es notorio que guardan estrecha relación, en cuanto al tratamiento con mejor peso promedio por fruto, ya que, la poda media fue la que produjo los frutos más pesados tanto en Tejutla como en Río Blanco y el testigo fue el que produjo los frutos menos pesados en ambas localidades experimentales. Cabe resaltar que según el Cuadro 12, la poda media tuvo frutos con un peso promedio de 81.83 gramos, mientras en Tejutla los frutos del mismo tratamiento pesaron 105.69 gramos lo que determina la importancia e incidencia del riego y la mayor fertilidad de los suelos en Tejutla.

De acuerdo con la clasificación del MAGA (2017), la poda corta y la poda media de acuerdo con el peso, produjeron frutos grandes, mientras la poda larga y la poda mixta produjeron frutos medianos y el testigo frutos pequeños; lo que incide directamente sobre el precio de los frutos.

6.2.2.2- *Diámetro longitudinal*

Los tratamientos de manejo de tejidos presentaron diferencias estadísticas en cuanto al diámetro longitudinal, como se presenta en el Cuadro 32, por lo que, se procedió a realizar la prueba de Tukey que se presenta en el Cuadro 33.

Cuadro 32: Análisis de varianza al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	3.15	8	0.39	8.83	0.0001
Tratamientos	3.05	4	0.76	17.06	<0.0001
Bloque	0.11	4	0.03	0.61	0.6641
Error	0.71	16	0.04		
Total	3.87	24			

Cuadro 33: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro longitudinal del melocotón Diamante en Tejutla

Tratamientos	Medias	N	E.E	
Poda media	5.92 cm	5	0.09	A
Poda corta	5.79 cm	5	0.09	A
Poda mixta	5.79 cm	5	0.09	A
Poda larga	5.77 cm	5	0.09	A
Testigo	4.96 cm	5	0.09	B

El Cuadro 32 demuestra la incidencia de las podas en el diámetro longitudinal de los frutos, puesto que todos los tratamientos de podas fueron significativamente superiores al testigo, lo que guarda relación directa con el peso promedio de los frutos que se presentaron en el Cuadro 31.

6.2.2.3- Diámetro transversal

El diámetro transversal es de vital importancia para el ingreso de frutos de melocotón al mercado. El Cuadro 34 indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en este estudio.

Cuadro 34: Análisis de varianza al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	3.34	8	0.42	8.91	0.0001
Tratamientos	3.20	4	0.80	17.04	<0.0001
Bloque	0.15	4	0.04	0.78	0.5544
Error	0.75	16	0.05		
Total	4.09	24			

El Cuadro 35 demuestra que los tratamientos de podas produjeron frutos de melocotón más grandes que los producidos por el tratamiento de control, diferenciándose hasta por más de un centímetro, como es en el caso de la poda media que fue 1.06 centímetros mayor al testigo. Esto en definitiva genera una ventaja competitiva para los tratamientos de manejo de tejidos en comparación al testigo, puesto que, tendrá una mayor aceptación en el mercado y podrá acceder a un mejor precio.

Cuadro 35: Prueba de Tukey al 95 % del diámetro transversal del melocotón Diamante en Tejutla

Tratamientos	Medias	n	E.E	
Poda media	5.97 cm	5	0.10	A
Poda corta	5.76 cm	5	0.10	A
Poda larga	5.65 cm	5	0.10	A
Poda mixta	5.64 cm	5	0.10	A
Testigo	4.91 cm	5	0.10	B

Acorde a la clasificación de tamaños del MAGA (2013), respecto al diámetro transversal de los melocotones, los tratamientos de podas produjeron frutos medianos, mientras el testigo produjo frutos pequeños.

6.2.2.4- Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales ofrecen una muestra del sabor de los frutos de melocotón por lo que fue una de las variables evaluadas en este estudio y se presenta en el Cuadro 36, no obstante, hay indiferencia estadística, lo que quiere decir que las diferencias entre medias fueron causa del azar. Para fines prácticas, se da a conocer las medias de grados brix de los tratamientos: poda corta, 14.78 %; testigo, 14.08; poda media, 13.64 %; poda larga, 13.35 % y; poda mixta, 13.25 %. Bajo el entendido que las podas a cada ciclo acercan la producción al tronco principal del árbol y van generando una mejor estructura para la misma, sería útil realizar evaluaciones más prolongadas de sólidos solubles totales del fruto de melocotón.

Cuadro 36: Análisis de varianza al 95 % de grados brix del melocotón Diamante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	25.72	8	3.22	1.93	0.1244
Tratamientos	7.85	4	1.96	1.18	0.3566
Bloque	17.87	4	4.47	2.69	0.0690
Error	26.59	16	1.66		
Total	52.32	24			

6.2.3- *Vida de anaquel*

Alvarado Quiroga (2001) considera que el manejo de tejido incide directamente en la vida de anaquel del cultivo de melocotón y para Escobar Fernández (2008) la vida de anaquel de los melocotones sin tratamiento alguno puede alargarse hasta doce días. Bajo las anteriores afirmaciones se realizó un análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 37.

Cuadro 37: Análisis de varianza al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Tejutla

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	102.72	8	12.84	11.26	<0.0001
Tratamientos	88.96	4	22.24	19.51	<0.0001
Bloque	13.76	4	3.44	3.02	0.0495
Error	18.24	16	1.14		
Total	120.96	24			

El Cuadro 37 muestra diferencias significativas entre los diversos tratamientos, lo cual se analizó en el Cuadro 38 a través de prueba de Tukey.

Cuadro 38: Prueba de Tukey al 95 % de vida de anaquel del melocotón Diamante en Tejutla

Tratamientos	Medias	n	E.E		
Poda media	12.20 días	5	0.48	A	
Poda corta	11.60 días	5	0.48	A	B
Poda mixta	10.00 días	5	0.48		B
Poda larga	9.60 días	5	0.48		B
Testigo	6.80 días	5	0.48		C

Los tratamientos en el mejor de los casos tuvieron hasta 12.20 días de vida de anaquel (poda media) y el peor duró únicamente 6.80 días de vida de anaquel (testigo). Todos los tratamientos de podas fueron significativamente superiores al testigo; los mejores tratamientos fue la poda media.

En términos generales, se cataloga como los mejores tratamientos productivos Tejutla: la poda larga (41.40 Tm/ha) y la poda media (38.71 Tm/ha), ya que tuvieron rendimientos similares o mayores al promedio que según Rabinal (2016) FRUTAGRU y ANAPDE generan: 38.90 Tm/ha. Ahora bien, la poda corta en rendimientos fue incluso menor que el testigo; en peso promedio y vida de anaquel, los mejores tratamientos fueron la poda media y la poda corta, seguidos por la poda mixta y larga (las cuales no exteriorizaron divergencias significativas entre ellas), mientras, en grados brix no se presentaron diferencias significativas; por ende, en cuanto a características agronómicas, se determina como el mejor tratamiento la poda media, seguida por la poda media.

6.2.4- Rentabilidad

La metodología para el hallazgo de la tasa de retornos marginales inicia con el presupuesto parcial el cual se presentan en el Cuadro 39; en donde la finalidad es encontrar diferencias entre los beneficios brutos de los distintos tratamientos. Como se observa, los frutos de las podas corta, mixta, media y larga fueron categorizados como medianos y los del testigo como pequeños, debido a la clasificación del MAGA (2017) y al Cuadro 35, donde se detalla la clasificación de acuerdo con el diámetro transversal de los frutos.

El Cuadro 39 permite observar que el tratamiento más caro es el de poda larga, mientras el más barato es el testigo, asimismo, se observa que el testigo es el que genera los

beneficios netos más bajos de los 5 tratamientos, mientras la poda larga los beneficios netos más altos, mostrando una clara relación inversamente proporcional.

Para ahondar más en los costos que varían insertados en el Cuadro 39, se detalla que se generaron 6 podas de fructificación en cada tratamiento a excepción del testigo y luego de cada poda se asperjaban fungicidas y sellantes para evitar problemas fitopatológicos; por ello es que los costos que varían de los tratamientos donde se usaron podas se vuelven más altos en insumos y mano de obra para dicha actividad, mientras, para el caso del testigo este únicamente conlleva más gastos en el pago de jornales de cosecha, puesto que por la altura y la frondosidad de los frutales se vuelven más complejas y largas las faenas de cosecha.

Cuadro 39: Presupuesto parcial Tejutla

	Unidad de medida	Tratamiento				
		Poda corta	Poda mixta	Poda media	Poda larga	Testigo
Rendimiento medio	qq/ha	195.41	265.44	387.10	413.98	233.92
Rendimiento ajustado	qq/ha	175.87	238.89	348.39	372.58	210.53
Clasificación	Categoría	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño
Precio por clasificación	Q/qq	450.00	450.00	450.00	450.00	250.00
Beneficios de campo	Q/ha	79 139.59	107 501.18	156 775.30	167 660.08	52 632.45
Tijeras de mango corto	Q/ha	240.00	240.00	240.00	240.00	0.00
Tijeras de mango largo	Q/ha	300.00	300.00	300.00	300.00	0.00
Serrucho cola de zorro	Q/ha	315.00	315.00	315.00	315.00	0.00
Captan	Q/ha	531.00	531.00	531.00	531.00	0.00
Amistar	Q/ha	3 300.00	3 300.00	3 300.00	3 300.00	0.00
Cobre	Q/ha	2 838.00	2 838.00	2 838.00	2 838.00	0.00
Mancozeb	Q/ha	84.36	84.36	84.36	84.36	0.00
Antracol	Q/ha	110.00	110.00	1 10.00	110.00	0.00
Jornales para poda	Q/ha	6 600.00	8 400.00	84 00.00	8 400.00	0.00
Jornales para fumigación	Q/ha	3 300.00	3 300.00	33 00.00	3 300.00	0.00
Jornales para cosecha	Q/ha	2 200.00	2 200.00	22 00.00	2 800.00	3 800.00
Total, de costos que varían	Q/ha	19 818.36	21 618.36	216 18.36	22 218.36	3 800.00
Beneficios netos	Q/ha	59 321.23	85 882.82	1 351 56.94	145 441.72	48 832.45

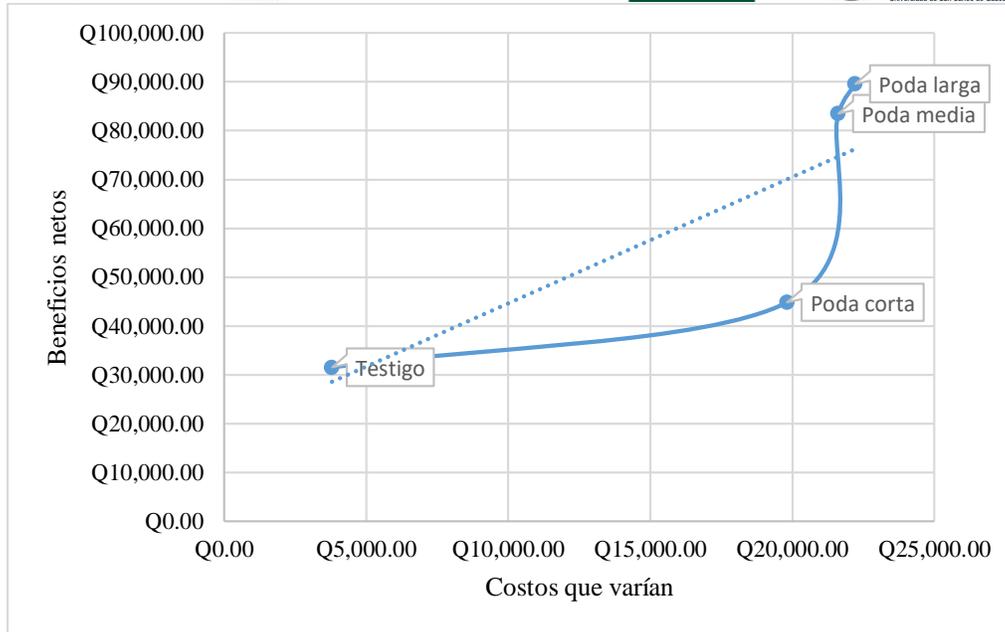
El Cuadro 39 evidencia beneficios netos positivos por parte de todos los tratamientos, sin embargo, para con el análisis económico es necesario expulsar a los tratamientos dominados los cuales se presentan en el Cuadro 40. En este último se comprueba que el único

tratamiento dominado es el de poda mixta, debido a que los costos variables son exactamente igual a los costos variables de la poda media, pero los beneficios netos son menores, entonces la poda mixta no tendría ninguna probabilidad de ser el mejor tratamiento en cuanto a rentabilidad se refiere.

Cuadro 40: Análisis de dominancia de Tejutla

Tratamiento	Costos que varían	Beneficios netos	
	Q/Ha	Q/Ha	
Testigo	Q3 800.00	Q48 832.45	No dominado
Poda corta	Q19 818.36	Q59 321.23	No dominado
Poda mixta	Q21 618.36	Q85 882.82	Dominado
Poda media	Q21 618.36	Q135 156.94	No dominado
Poda larga	Q22 218.36	Q145 441.72	No dominado

Para acceder a una comparación entre los tratamientos no dominados y acercarse a la tasa de retorno marginal, se presenta la Gráfica 3 en donde se interpreta que la disminuida y larga pendiente que se muestra entre el testigo y la poda corta determina que la diferencia en rentabilidad es baja, empero, la diferencia en la cantidad de inversión es relativamente alta, ahora bien, el poco trayecto horizontal y la elevada pendiente entre la poda corta y la media, determina que las diferencias entre la inversión de la poda corta y la poda media son pocas, sin embargo, la diferencia en beneficios netos son altos. Por último, el trayecto entre la poda media y la poda larga definen la poca diferencia de inversión y rentabilidad entre dichas podas.



Gráfica 3: Curvas de beneficios netos de Tejutla

Lo representado en la Gráfica 4, se presenta de forma más explícita en el Cuadro 41 donde se haya la tasa de retorno marginal.

Cuadro 41: Tasa de retorno marginal de Tejutla

Tratamiento	Costos que varían	Costos que varían marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal
	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	
Testigo	3 800.00		4 8832.45		
Poda corta	19 818.36	16 018.36	5 9321.23	10 488.78	65.48%
Poda media	21 618.36	1 800.00	13 5156.94	75 835.71	4 213.09%
Poda larga	22 218.36	600.00	14 5441.72	10 284.78	1 714.13%

El Cuadro 41 muestra las diferencias respecto a la cantidad de dinero invertidas, por ejemplo, en el caso de pasar del testigo (no realizar podas de fructificación) a generar podas cortas, los fruticultores tendrán una tasa de retorno marginal del 65.48 %, esto quiere decir que recibirán cada quetzal invertido más Q 0.65. De igual manera, se expresa la diferencia entre la poda corta y media, donde se establece que los Q 1 800.00 invertidos de más al cambiarse de poda, tienen una tasa de retorno marginal de 4 213.09 %, o sea, se recibirá cada quetzal recibido más Q 42.13 más, quiere decir que si es bastante rentable utilizar la poda media (o la poda larga) en sustitución a la poda corta. Por último, se expresa la tasa de retorno

marginal del cambio de la poda media a la poda larga, y esta es de 1 714.13 %, esto quiere decir que, por la diferencia invertida al cambiarse de poda media a larga (Q 600.00), recibirá lo invertido más 17.14 por cada quetzal; desde el punto de vista económico sería adecuado cambiar de la poda media a la poda larga, puesto que por Q 600.00 más, el fruticultor recibirá los mismos Q 600.00 invertidos, más Q 10 284.78, aunque cabe aclarar que desde el punto de vista estadístico el rendimiento de la poda media y de la larga no presentaron diferencias significativas, eso quiere decir que la variabilidad de rendimientos fue causada por el azar.

Para comparar las dos tasas de retorno marginal mayores, se generó el Cuadro 42, donde efectivamente la poda media y la poda larga son superiores al testigo; como primer punto se determina que, al iniciar a utilizar podas cortas, el agricultor recibirá por cada quetzal invertido ese mismo quetzal más Q 4.84, mientras la poda larga Q 5.25 más.

Cuadro 42: Análisis marginal de Tejutla

Tratamientos	Tasa de retorno marginal	Tasa de retorno mínima	
Poda media versus testigo	484.47%	125%	Aceptable
Poda larga versus testigo	524.53%		Aceptable

Para verificar las conclusiones del análisis marginal se generó el Cuadro 42 con un análisis de residuos, donde se reafirma que los residuos mayores corresponden a la poda media y a la poda larga.

Cuadro 43: Análisis de residuos de Tejutla

Tratamiento	Total, de costos que varían	Beneficios netos	Retorno requerido	Residuos
	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha
Testigo	3 800.00	48 832.45	4 750.00	44 082.45
Poda corta	19 818.36	593 21.232	24 772.95	34 548.28
Poda mixta	21 618.36	858 82.815	27 022.95	58 859.87
Poda media	21 618.36	1 351 56.938	27 022.95	108 133.99
Poda larga	22 218.36	1 454 41.718	27 772.95	117 668.77

6.2.4.1- Variabilidad

Cómo última parte del análisis económico, se estudió la variabilidad que podría causarse de acuerdo con los cambios en los precios del melocotón en el mercado de intermediarios informales (Caso 1, 2 y 3), también, se expone un caso especial que se basa en el precio de los melocotones al venderlos de forma individual (Caso 4).

Los retornos marginales expresados en el Cuadro 44 demuestran la poca rentabilidad del melocotón cuando los precios son bajos (Caso 1), incluso, específicamente el testigo se vuelve no rentable ya que únicamente podrían tener beneficios netos de Q 6 726.49 por hectárea y hay que recordar que estos análisis se basan solo en los costos que varían como medio práctico para comparar tratamientos, si en cambio se calcularan todos los costos en los que se incurre para la producción de melocotón, de seguro no se logra recuperar ni siquiera la inversión.

En el Caso 2 y 3, la tasa de retorno marginal para la poda media y larga es alta genera beneficios amplios respecto al testigo, alcanzando un retorno marginal entre el 291.74 % y 541.45 % y entre el 315.17 % y 599.35 % respectivamente. Con respecto al Caso 4, los costos son mucho más elevados, empero, para lograr esos beneficios netos se hace necesario una estructura organizativa afinada y contextualizada al entorno del altiplano de San Marcos.

Cuadro 44: Análisis de sensibilidad del melocotón en Tejutla

Tratamiento		Testigo	Poda media	Poda larga
Categoría		Pequeño	Mediano	Mediano
Rendimiento ajustado	Q/ha	210.53	348.39	372.58
<i>Caso 1: Precios bajos</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	10 526.49	52 258.43	55 886.69
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	6 726.49	30 640.07	33 668.33
<i>Caso 2: Precios medios</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	35 353.87	105 155.50	111 820.58
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	31 553.87	83 537.14	89 602.22
<i>Caso 3: Precios altos</i>				
Beneficios brutos de campo	Q/ha	94 738.41	209 033.73	223 546.77
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	90 938.41	187 415.37	201 328.41
<i>Caso 4: Precios de minorista</i>				

Beneficios brutos de campo	Q/ha	526 324.50	2 322 713.13	2 483 977.19
Total, Costos que varían.	Q/ha	3 800.00	21 618.36	22 218.36
Beneficios netos.	Q/ha	522 524.50	2 301 094.77	2 461 758.83
<i>Retornos marginales</i>				
Caso 1: Precios bajos			134.21%	146.28%
Caso 2: Precios medios			291.74%	315.17%
Caso 3: Precios altos			541.45%	599.35%
Caso 4: Precios de minorista			9 981.67%	10 528.81%

7- Conclusiones

Para ambas localidades experimentales (Río Blanco y Tejutla, la poda larga fue la que presentó los mejores valores en cuanto a rendimiento en kilogramos por hectárea, siendo mayor significativamente al testigo. Según los análisis de varianza, las podas larga y media no presentaron diferencias significativas y la diferencia de valores entre ambas fueron causa del azar.

En cuanto a la cantidad de frutos por árbol del melocotón Diamante en el municipio de Río Blanco, se concluye estadísticamente que la poda larga es significativamente superior en número de frutos por árbol a la poda corta y presenta similitudes con la poda media, testigo y la poda mixta. En el municipio de Tejutla, se concluye estadísticamente que la poda larga con una media de 418.80 frutos por árbol fue superior a la poda mixta (270.60 frutos por árbol) y a la poda corta (183.80 frutos por árbol), sin embargo, no presentó diferencias significativas con el testigo y la poda media. El tratamiento que menos frutos por árbol tuvo fue el de poda corta, incluso fue significativamente inferior al testigo. En cuanto a frutos ningún tratamiento fue significativamente superior al testigo, puesto que al final las podas de fructificación se generan para regular la cantidad de fruta.

En calidad se evaluaron tres aspectos de los frutos: peso individual promedio, tamaño (diámetro longitudinal y transversal) y sólidos solubles totales. Para el caso de peso promedio; la poda media, larga y corta fueron superiores a los testigos en ambas localidades experimentales, aunque el tratamiento que presentó los mejores valores para ambas localidades fue el de poda media. En cuanto al diámetro longitudinal la poda media, larga y corta fueron superiores estadísticamente al testigo en las dos localidades experimentales, mientras, en el diámetro transversal, todos los tratamientos fueron superiores al testigo.

Respecto a los sólidos solubles no se hallaron diferencias significativas. Dado lo anterior, se establece que, el tratamiento que dio los mejores resultados en calidad fue el de poda media.

La vida de anaquel también se vio afectada por los tratamientos evaluados; todos los frutos provenientes de los tratamientos de poda fueron mayores al testigo y la que presentó mejores resultados en ambas localidades fue la poda media, con 3.6 días más de vida de anaquel en Río Blanco y 5.4 días más en Tejutla. En la variabilidad de rentabilidad, el mejor tratamiento fue el de poda larga puesto que produce un fruto de buena calidad y genera el mayor rendimiento en kilogramos por hectárea, seguido por la poda media, que presenta un fruto más grande y pesado que el de la poda larga, empero, su rendimiento es levemente menor.

Con base en lo ya expuesto, se establece que los tratamientos promisorios son las podas larga y media. Asimismo, al consultar la sección de análisis de resultados se evidencia la importancia del riego, ya que, aunque la tendencia de resultados para ambas localidades fue similar, en Tejutla (la localidad con riego) presentó valores mayores.

8- Recomendaciones

Los tratamientos poda larga y media deben de ser evaluados simultáneamente en una fase de validación, en donde el estudio se centre en dos variables que serán respuesta de otras variables estadísticas como rendimiento por hectárea y tamaño promedio de frutos: la rentabilidad y la opinión del productor. La rentabilidad es sumamente importante y de las principales motivaciones para tomar una decisión frente a la incorporación de nuevas tecnologías en el campo de la fruticultura, por otro lado, la opinión del productor deberá de ser evaluada mediante un estudio etnoagrícola que determine las probabilidades de éxito de cada tratamiento y brinde recomendaciones para la difusión de los mismos, tomando como base la multiculturalidad, cosmogonía y cosmovisión de los fruticultores.

También, se debe capacitar a los productores de melocotón en manejo de costos de producción, para que puedan visualizar sus ingresos, egresos, ganancias y la rentabilidad que están obteniendo y podrían obtener al incorporar tecnologías en la producción de melocotón Diamante.

De acuerdo a lo observado en ambas localidades experimentales, en donde se ha recalcado que las parcelas de Río Blanco no tenían riego mientras las de Tejutla sí; se evidenciaron diferencias favorables a la localidad con riego, solo en cuanto a rendimiento por hectárea, en los tratamientos promisorios, poda larga y poda media, en Tejutla se obtuvo 12 745.63 kg y 13 787.53 kilogramos más, respectivamente. Por ende, se recomienda que se puedan evaluar láminas y sistemas de riego.

Se deben de realizar esfuerzos para la transferencia tecnológica en el cultivo de melocotón, debido a que, la mayor parte de fruticultores desconocen variedades adecuadas para cultivarlas acorde a la altura y acumulación de horas frío en los municipios de Tejutla y Río Blanco, además, el manejo en términos generales del melocotonero es bajo; lo que propicia rendimientos y calidades malas que orillan a los agricultores a abandonar la fruticultura.

Los productores de melocotón deben de organizarse para poder acceder a mejores mercados, ya que, actualmente los productores de Río Blanco y Tejutla comercializan de manera individual, a bajos precios exigidos por los intermediarios.

Otro problema en el cultivo de melocotón, al igual que demás actividades agrícolas y pecuarias sigue siendo el uso de agroquímicos, por lo que, se deben de desarrollar o adoptar tecnologías que disminuyan los efectos negativos ecosistémicos y por supuesto, los efectos en la salud de agricultores y consumidores.

9- Referencias bibliográficas

- Alvarado Quiroa, HO. 2001. Factibilidad agroclimática para la producción de frutales deciduos en el Valle de Quetzaltenango. Tesis M. Sc. Quetzaltenango, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 72 p.
- Ardila Roa, GH. 2015. Efectos de la poda de formación y del número de tallos y de racimos sobre la producción y calidad de frutos de lulo (*Solanum quitoense* var. *Septentrionale*). Tesis M. Sc. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 91 p.
- Baíza Avelar, VH. 2004. Guía técnica del cultivo de melocotón. Santa Tecla, El Salvador. IICA. 42 p.

Cárdenas, J; Fischer, G. 2004. Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. Frutales caducifolios en Colombia. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 21 - 29 p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México. 79 p.

Escobar Hernández, E. 2008. Evaluación de 10 tratamientos para extender la vida de anaquel del fruto del melocotonero (*Prunus persica* L. cultivar Salcajá) Guatemala. Tesis Lic. Quetzaltenango, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 46 p.

Gatracsó, E. 2003. El cultivo del duraznero *Prunus persica* (L.) Batsch. Valparaíso, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 108 p.

Hernando pinzón, E; Cruz Morillo, A; Fischer, G. 2014. Aspectos fisiológicos del duraznero (*Prunus Persica* (L.) Bastsch) en el Trópico alto. Una revisión. Revista U. D. C. A Actualidad y divulgación científica. 17 (2): 401-411

Larraga Gómez, IC; Suárez Gómez, LC. 2011. Evaluación de dos tipos de poda y tres inductores de brotación en el cultivo de durazno (*Prunus persica* L) variedad conservero amarillo y determinación de sus estados fenológicos, en dos localidades. Tesis Lic. Cotopaxi, Ecuador. Universidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 158 p.

López Maldonado, OH. 2007. Recomendaciones para el cultivo del melocotón (*Prunus persica* Stokes) en el occidente de Guatemala. Tesis Lic. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 42 p.

López Bautista, EA. 2009. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 170 p.

Ojer, M. 2006. Podas en durazneros: pautas y evaluación. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 38(2): 81 – 89.

Ojer, M; Reginato, G; Vallejos, F; Boulet, A. s.f. Poda de formación y producción. Producción de duraznos para industria. 79 – 101 p.

- Pacari Quispe, RO. 2014. Efecto del ciclo lunar en poda de fructificación en el duraznero (*Prunus persica* L.) en el municipio de Sapahaqui, departamento de La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 102 p.
- Posgrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2016). El agro en cifras 2016. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Dirección de Planificación del Ministerio de Gobernación. 65 p.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2017). Ficha de mercado: melocotón. Guatemala. 2 p.
- Nava Vega, A. 2005. Cultivo y manejo del durazno *Prunus persica* L. Tesis Lic. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 72 p.
- Rabinal, E. 2016. Informe del análisis de la cadena de melocotón de la región occidente de Guatemala. Guatemala. CATIE. 28 p.
- Reta, AJ; González, M. 2002. Poda, raleo y fertilización en montes de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch) para industria. Buenos Aires, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 20 p.
- Sanz, C. s.f. Podas de frutales. Chubut, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 7 p.
- Vásquez López, N. 2012. Acumulación de materia seca en árboles de durazno (*Prunus persica* L.). Tesis Lic. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 40 p.
- Venegas, A. s.f. La poda en frutales: conceptos básicos. Chillán, Chile. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. 4 p.
- Walteros, IY; Molano, DC, Almanza-Merchán, PF. 2013. Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinifera* L. Var. Sauvignon blanc en



Sutamarchán, Boyacá. Revista de la Universidad de los Llanos, Villavicencio. Meta, Colombia. 17(2). 167 – 176 p.

Zapet Sánchez, IK. 2005. La exportación de melocotón a territorio mexicano ante el TLC Triángulo Norte. Tesis Lic. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 30 p.

10- Anexos

10.1- Análisis de suelo de parcela de Río Blanco

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : BENJAMIN LOPEZ
Finca : PARCELA ALTA, GABINO BARRIOS (27438)
Localización : Río Blanco, SAN MARCOS
Referencia Cliente : MUESTRA DE SUELO
Cultivo : MELOCOTON -Prunus Persica (301)

Número de orden : 113863
Código de muestra : 19.09.27.09.11
Fecha de ingreso : 27/09/2019
Fecha del informe : 07/10/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.73	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.20 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.82 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	12.0 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	10.13 %	4% _ 6%
Saturación Ca	73.55 %	60% _ 80%
Saturación Mg	16.32 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	20.9	XXXXXX			30 - 75	60 P ₂ O ₅
Potasio K	472.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K ₂ O
Calcio Ca	1760.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio Mg	234.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre S	6.1	XXXXXX			10 - 100	20 S
Cobre Cu	3.9	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	92.7	XXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	78.8	XXXXXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	6.7	XXXXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods, Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



10.2- Análisis de suelo de parcela de Tejutla

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	: 113861
Persona Responsable	: BENJAMIN LOPEZ	Código de muestra	: 19.09.27.09.09
Finca	: MISAHIEL GONZALEZ (27436)	Fecha de ingreso	: 27/09/2019
Localización	: Tejutla, SAN MARCOS	Fecha del informe	: 07/10/2019
Referencia Cliente	: MUESTRA DE SUELO	Asesor	: Ricardo García
Cultivo	: MELOCOTON -Prunus Persica (301)		

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO	
pH	6.59	5.50	7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.12 dS/m	0.2	0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.02 %	2.0	4.0
C.I.C.e	10.8 meq/100 ml	5.0	15.0
Saturación K	5.09 %	4%	6%
Saturación Ca	74.51 %	60%	80%
Saturación Mg	20.39 %	10%	20%
Saturación Al+H	0.00 %	<	20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo	P	126.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		30 - 75	P ₂ O ₅
Potasio	K	213.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		150 - 300	K ₂ O
Calcio	Ca	1603.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		1000 -2000	
Magnesio	Mg	263.2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		100 - 250	
Azufre	S	7.7	XXXXXXX		10 - 100	20 S
Cobre	Cu	2.0	XXXXXXXXXXXX		1 - 7	
Hierro	Fe	178.2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		40 - 250	
Manganeso	Mn	137.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		10 - 250	
Zinc	Zn	6.7	XXXXXXXXXXXX		2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X		< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/tnz.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



10.3- Análisis foliar de melocotoneros de parcela de Río Blanco

14 Avenida 19-50 Condao El Naranjo
Ofibodegns San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedes@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	: 116658
Persona Responsable	: BENJAMIN LOPEZ	Código de muestra	: 20.05.06.08.15
Finca	: GABINO BARRIOS (27828)	Fecha de ingreso	: 06/05/2020
Localización	: Río Blanco, SAN MARCOS	Fecha del informe	: 20/05/2020
Referencia Cliente	: ANALISIS FOLIAR	Asesor	: Ricardo Garcia
Cultivo	: DURAZNO -Prunus persica (146)		

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVELES			RANGO ADECUADO	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
%						
Nitrógeno	Nt	3.29	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		3.00 - 3.50	
Fósforo	P	0.20	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		0.14 - 0.25	
Potasio	K	1.98	XXXXXXXXXX		2.00 - 3.00	**
Calcio	Ca	1.62	XXXXXXXXXX		1.80 - 2.70	**
Magnesio	Mg	0.51	XXXXXXXXXXXXXXXXXX		0.30 - 0.80	
ppm						
Boro	B	24.60	XXXXXXXXXXXX		20 - 60	
Cobre	Cu	7.13	XXXXXXXXXXXX		5 - 16	
Hierro	Fe	95.18	XXXXXXXXXX		100 - 250	0.5 Fe
Manganeso	Mn	55.00	XXXXXXXXXXXX		40 - 160	
Zinc	Zn	63.35	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		20 - 50	

Kg/Ha * 1.54 = lbs/mz

** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S) se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos de Soluciones Analíticas.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



10.4- Análisis foliar de melocotoneros de parcela de Tejutla

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala,
PBX: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla,
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE PLANTAS

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	: 116657
Persona Responsable	: BENJAMIN LOPEZ	Código de muestra	: 20.05.06.08.14
Finca	: MISAHEL GONZALEZ (27436)	Fecha de ingreso	: 06/05/2020
Localización	: Tejutla, SAN MARCOS	Fecha del informe	: 20/05/2020
Referencia Cliente	: ANALISIS FOLIAR	Asesor	: Ricardo Garcia
Cultivo	: DURAZNO -Prunus persica (146)		

ELEMENTO	CONC. (p/p)	NIVELES			RANGO ADECUADO	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
%						
Nitrógeno	Nt	3.45	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		3.00 - 3.50	
Fósforo	P	0.24	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		0.14 - 0.25	
Potasio	K	2.40	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		2.00 - 3.00	
Calcio	Ca	1.59	XXXXXXXXXX		1.80 - 2.70	**
Magnesio	Mg	0.41	XXXXXXXXXXXX		0.30 - 0.80	
ppm						
Boro	B	24.79	XXXXXXXXXXXX		20 - 60	
Cobre	Cu	9.24	XXXXXXXXXXXX		5 - 16	
Hierro	Fe	103.70	XXXXXXXXXXXX		100 - 250	
Manganeso	Mn	63.81	XXXXXXXXXXXX		40 - 160	
Zinc	Zn	53.53	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		20 - 50	

Kg/Ha * 1.54 = lbs/mz

** Las deficiencias de elementos primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, S) se sugiere corregirlas con aplicaciones al suelo.
Cualquier duda o consulta comuníquese con su asesor técnico o técnicos de Soluciones Analíticas.

Revisado: 
Gerente de Laboratorios

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original



10.5- Precios del melocotón en el altiplano de San Marcos

Cuadro 5: Precio del melocotón en altiplano de Guatemala utilizados en el análisis de sensibilidad

		Precios por quintal				Precios promedio por fruto			
	Unidad de medida	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>	<i>Caso 4</i>	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>	<i>Caso 4</i>
Pequeño	Q	50.00	250.00	450.00	2500.00	0.03	0.15	0.27	1.50
Mediano	Q	150.00	450.00	600.00	6666.67	0.12	0.36	0.48	4.00
Grande	Q	250.00	700.00	1000.00	9166.67	0.26	0.74	1.05	5.50

10.6- Fotografías



Fotografía 1: Estado inicial de árboles evaluados en Río Blanco.



Fotografía 2: Parcela experimental de aldea Cuyá, del municipio de Tejutla.



Fotografía 3: Condiciones inicials de melocotonero en parcela de Río Blanco.



Fotografía 4: Árbol plateado y con podas de formación en Rio Blanco.



Fotografía 5: Traslado de insumos para manejo de parcelas experimentales.



Fotografía 6: Árboles limpios y con podas de formación en aldea Cuyá, Tejutla.



Fotografía 6: Identificación de tratamientos.



Fotografía 7: Floración de melocotón Diamante.



Fotografía 8: Floración de melocotón en Río Blanco.



Fotografía 9: Podas de fructificación en Tejutla.



Fotografía 10: Podas de fructificación en Tejutla.



Fotografía 11: Cosecha en Río Blanco.



Fotografía 12: Productividad en parcela de Río Blanco.



Fotografía 13: Melocotones producidos en aldea Cuyá, Tejutla.



Fotografía 14: Productividad en Tejutla.



Fotografía 15: Pesaje de frutos en Río Blanco.



Fotografía 16: Frutos de poda media en parcela de Tejutla.



Fotografía 17: Excesivo desarrollo foliar del testigo.



Fotografía 18: Frutos producidos en Tejutla.



Fotografía 19: Medición de diámetro de frutos de melocotón en aldea Cuyá. Tejutla.



Fotografía 20: Medición de diámetro horizontal de frutos de melocotón de Río Blanco.



Fotografía 21: Medición de grados brix de frutos de melocotón.



