

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

**INFLUENCIA DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL DESARROLLO DE TEJIDO EN PLANTAS RECEPADAS  
DE CAFÉ; UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO**

PROYECTO DE GRADO

**MARVIN YOVANY BEN ANTONIO**

CARNET 16315-13

QUETZALTENANGO, MARZO DE 2021  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

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

**INFLUENCIA DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL DESARROLLO DE TEJIDO EN PLANTAS RECEPADAS  
DE CAFÉ; UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO**

PROYECTO DE GRADO

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

POR  
**MARVIN YOVANY BEN ANTONIO**

PREVIO A CONFERÍRSELE

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

QUETZALTENANGO, MARZO DE 2021  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

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

RECTOR: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTHA ROMELIA PÉREZ CONTRERAS DE CHEN  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: MGTR. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIO GENERAL: DR. LARRY AMILCAR ANDRADE - ABULARACH

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

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

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. POMPILIO ALEJANDRO SOLÓRZANO ADOLFO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN



## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

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

Quetzaltenango 27 de noviembre de 2020.

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

Distinguidos miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe final del Trabajo de Proyecto de Grado del estudiante Marvin Yovany Ben Antonio, que se identifica con carné 1631513, titulado: **“USO DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN MANEJO DE TEJIDO TIPO RECEPA EN CAFÉ; UNION CANTINIL, HUEHUETENANGO”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pompilio Alejandro Solórzano Adolfo', written over a horizontal line.

**Ing. Agr. Pompilio Alejandro Solórzano Adolfo**  
**Código URL 16441**



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante MARVIN YOVANY BEN ANTONIO, Carnet 16315-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0635-2021 de fecha 4 de marzo de 2021, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

#### **INFLUENCIA DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL DESARROLLO DE TEJIDO EN PLANTAS RECEPADAS DE CAFÉ; UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO**

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 15 días del mes de marzo del año 2021.



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

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios:** Por sus múltiples bendiciones en el trascurso de esto proceso que día a día me dio la fortaleza y la sabiduría para poder llegar tan lejos, por su amor y paz, las cuales fueron la base para poder culminar con este proceso, por la paciencia que a pesar de mis múltiples errores siempre fui bendecido por Dios, siempre fui bendecido en los momentos donde mis fuerzas se terminaban por esto y muchas cosas más gracias señor, Amen.

**A mis padres:** A Marcelo Ben Chiroy, Rosa María Antonio Cuc, quienes fueron los ejes principales para poder sobresalir y llevar a cabo este proceso, los que siempre creyeron en mí en todo momento, por su apoyo incondicional y estar a mi lado en todo momento, y sobre todo por ese amor incondicional que me brindaron.

**A mis hermanos:** A Brenda Carolina Ben Antonio, Jony Estuardo Ben Antonio, Irma Leticia Ben Antonio, quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento, y que espero tomen el ejemplo para no darse por vencidos y poner esmero y valentía hacia aquello que desean, siempre encomendados a Dios.

**A mi familia:** a mi abuela que en paz descanse: Fermina Chiroy, quien en todo momento me apoyo a seguir por mis sueños y nunca dejar de creer en mí, en mis tíos, tías, primos y primas, quienes me mostraron su apoyo incondicional en todo momento.

**A la asociación Adesc:** Por el apoyo y permitirme realizar este proceso con uno de sus asociados, quien en todo momento me apoyaron para poder culminar.

**A los catedráticos:** Por sus enseñanzas en todo el proceso por compartir sus conocimientos y experiencias, a cada uno por nombre les agradezco y bendigo sus vidas para seguir en esta noble profesión que la enseñanza.

**A los señores:** Yoni Alva por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación en una de sus parcelas y compartir su conocimiento en el área de la caficultura y a todos los socios que conforman la asociación Adesc.

**A mi novia:** Por su apoyo en cada etapa de este proceso, por sus ánimos y amor incondicional que siempre me brindo.



## DEDICATORIA

**A**

**A Dios:** Por su gracia y por su amor, por su fidelidad y misericordia, este trabajo nunca hubiese podido realizarlo si no fuese por él. Por su amor puro, eternamente agradecido y por cual dedico cada esfuerzo y desvelo realizado.

**A mis padres:** Por sus palabras de aliento y dedicación para que tuviera los medios necesarios para llegar hasta estas instancias. Por su paciencia y amor, esto para por y para ellos con todo amor.

**A mis abuelos:** Porque si estuviera conmigo seguro estaría contenta por verme alcanzar un triunfo más en la vida. Dedico esto a Fermina Chiroy, por su amor y apoyo en todo momento, gracias abuela.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco teórico.....	2
1.1.1. Hormonas.....	2
1.1.2. Cultivo de café.....	6
1.2. Antecedentes.....	17
1.3. Justificación del proyecto .....	24
1.4. Objetivos del proyecto.....	26
1.4.1. General. ....	26
1.4.2. Específicos.....	26
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
2.1. Descripción del proyecto .....	26
2.1.1. Contexto del proyecto.....	26
2.1.2. Tipo de proyecto.....	28
2.1.3. Tamaño del proyecto.....	29
2.1.4. Descripción de la localización del proyecto.....	30
2.1.5. Procedimientos (metodología).....	31
2.2. Indicadores y medios de verificación .....	35
2.2.1 Indicadores de crecimiento vegetativo.....	35
2.2.2. Indicadores económicos.....	35
2.3 Metodología de evaluación del proyecto.....	36
2.3.1. Indicadores de resultados .....	36
2.2.4. Indicadores de gestión .....	36
2.4. Presupuesto del proyecto .....	37
2.5. Cronograma de trabajo .....	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
3.1 Parametros del proyecto .....	38
3.2 Analisis del numero de hojas por planta.....	39
3.3 Analisis de altura del tallo .....	47
3.4 Analisis de diámetro del tallo .....	55
4. CONCLUSIONES.....	64
5. RECOMENDACIONES .....	65
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
7. ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados del numero de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	39
<b>Tabla 2.</b> Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable numero de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	43
<b>Tabla 3.</b> Prueba de “t” de Student para la variable numero de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	46
<b>Tabla 4.</b> Resultados de altura del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	47
<b>Tabla 5.</b> Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable altura del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	51
<b>Tabla 6.</b> Prueba de “t” de Student para la variable altura del tallo de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	54
<b>Tabla 7.</b> Resultados de diametro del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	55
<b>Tabla 8.</b> Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable diametro del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	59
<b>Tabla 9.</b> Prueba de “t” de Student para la variable altura del tallo de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020. ....	62
<b>Tabla 10.</b> Presupuesto desglosado proyecto uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café (coffea arabica); Union Cantinil, Huehuetenango. ....	71
<b>Tabla 11.</b> Cronograma de trabajo.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Parcela bruta y neta, proyecto evaluación del uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café; Union Cantinil, Huehuetenango.....	29
<i>Figura 2.</i> Croquis de campo, proyecto evaluación del uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café; Union Cantinil, Huehuetenango.....	29

# **USO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN MANEJO DE TEJIDO TIPO RECEPA EN CAFÉ; UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO**

## **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del ácido giberélico en el manejo de tejido tipo recepa en café en Unión Cantinil, Huehuetenango realizando diversas, recopilación de datos de las variables que se evaluaron en la aplicación del ácido giberélico a través de comparación de dos muestras (muestras pareadas), en este caso se seleccionan individuos o cosas de dos en dos, es decir, por pares, de forma que a un miembro de cada par se le aplica un tratamiento y al otro miembro el segundo tratamiento. Obtenidos los datos se realizó una estadística descriptiva, prueba de medias para cada una de las variables a evaluar, además se aplicó la prueba de Student. Se logró concluir lo siguiente: se identificó que tanto para el número de hojas, altura y diámetro del tallo se dieron cambios cuantificables en valores absolutos, y en la evaluación mediante la prueba de Student se identificó falta de evidencia estadística en el cambio producido en el número de hojas por brote; una diferencia real o estadística en la altura del tallo y la falta de diferencia en el diámetro del tallo. Se recomienda el uso del ácido giberélico para mejorar el crecimiento vegetativo debiéndose, continuando un proceso de evaluación en los cuales se logre incluir otras variables para identificar los cambios reales y poder recomendar su uso para otros contextos y de esta forma se mejore el cultivo de café y la rentabilidad de la producción.

# 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se cultivan básicamente variedades de la especie (*Coffea arabica*) que es el más difundida en el mundo con un aporte de 70 a 75 % de la producción mundial. La mayoría del parque cafetalero de Guatemala en cuanto a la edad superan los 15 años, esto indica que en la mayoría de las parcelas de los caficultores se encuentran cafetales viejos (López & Pappa, 2013).

Por lo general los programas de “re poblacion” en Guatemala se realizan con fines de “sustituacion”, tomando en cuenta que las plantaciones tradicionales, son de variedades poco productivas, sembradas a distancias inadecuadas y en algunos casos son repoblaciones mal hechas, lo que generan problemas como densidades muy altas por hectárea, por lo tanto los rendimientos tienden a disminuir con el paso del tiempo.

Una de las alternativas que se utilizan actualmente para mantener la linea genética de los cafetales, es el sistema de recepa, el cual consiste en cortar los árboles, dejando unos 25 a 30 centímetros del suelo para inducir al crecimiento de brotes nuevos los cuales darán lugar a la planta nueva. En la actualidad las variedades mas usadas por los caficultores son el biasachi, catimores, paches verdes y rojos, borbon anacafé 14 y marsellés, algunas de estas variedades son utilizadas por su rendimiento, calidad de grano y por su resistencia a la roya.

En la actualidad se trata de buscar algunas alternativas que puedan ayudar para mejorar este tipo de prácticas y asi dismunir el tiempo entre la recepa y la producción nueva de café. Por lo anterior se realizará el presente Proyecto, con el objetivo de buscar una alternativa que le permita al pequeño caficultor disminuir el tiempo entre la recepa y la producción final de café, para ellos se utilizará ácido giberélico, el cual es una hormona que estimula la elongación de las células y por ello el crecimiento apical de las plantas, para ello se establecerán dos parcelas, las cuales serán evaluadas a través de la metodología de muestreo apareado.

Al finalizar lo que se pretendía era demostrar que este nuevo método es viable y que lo puedan usar los caficultores de Unión Cantinil, Huehuetenango en las prácticas de manejo de tejido tipo recepa. El proyecto se realizó en varios períodos, se consideró un tiempo de estudio de un año, para ello se generaron las condiciones para dar continuidad del proyecto.

## **1.1. Marco teórico**

### ***1.1.1. Hormonas***

Desde su descubrimiento a principios del siglo XX las ‘hormonas’ vegetales han provocado un enorme esfuerzo de investigación. Hoy ya son una herramienta agronómica fundamental, en particular en fruticultura, pero que genera cierta confusión entre los agricultores cuando se utilizan como si fueran equivalentes términos tales como fitohormonas u hormonas vegetales, biorreguladores o reguladores de crecimiento y bioestimulantes. Aquí intentaremos desentrañar esta maraña agronómico-semántica. Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que trabaja en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales.

Se reconocen cinco grupos de fitohormonas principales y en general se las divide en estimuladoras e inhibidoras de crecimiento. Entre las primeras: auxinas, giberelinas y citoquininas, y entre las segundas: etileno y ácido abcísico. Desde hace tiempo que se investigan otras familias de hormonas, por ejemplo, los brasinoesteroides, pero éstos aún no son de uso común en la agricultura comercial (Weaver, 2000).

**Clasificación.** Estas tienen diversos tipos que se describen a continuación.

***Auxinas.*** Este grupo de hormonas cuyo nombre proviene del término griego y que significa “crecer” le es dado a un grupo de compuestos que estimulan el crecimiento de las plantas,

especialmente el tallo e inhiben el desarrollo lateral de las ramas. El representante de estas hormonas es el ácido indolacético, que normalmente se dice que proviene del triptófano, debido a que su estructura tiene gran parecido a éste. La aplicación de esta hormona no sería recomendable para aumentar la producción de frutos en Rubiáceas, debido a que inhibe el crecimiento lateral que es donde se originan las flores y posteriormente, los frutos.

Cómo se mencionó anteriormente el AIA se parece mucho al aminoácido triptófano, y probablemente es éste el precursor del AIA formado en la planta viva, aunque se conocen cuatro vías de formación del AIA cada una de ellas con un intermediario distinto. Diferentes grupos de plantas emplean distintas rutas para producir AIA a partir del triptófano. Además, algunas plantas, tales como el maíz (*Zea mays*) emplean distintas rutas según su estado de desarrollo. La auxina se produce en los ápices de los coleóptilos de las gramíneas y en los meristemos apicales de los tallos y, en menor proporción, de las raíces. También se encuentra en los embriones, en cantidades notables, y en las hojas jóvenes, flores y frutos.

Descubrió que las auxinas se encuentran en mayor concentración en tejidos con crecimiento rápido, como ápices, tallo, raíces, hojas jóvenes y yemas. Ahora se sabe que las semillas y los frutos también tienen elevadas concentraciones. Went descubrió, además, que el movimiento de las auxinas es unidireccional, desde el ápice hasta la base, a éste movimiento se le denominó transporte polar. Las auxinas no se transportan a través de xilema y floema sino de célula a célula. Su movimiento es activo y no pasivo lo que significa que las células que transportan dicha molécula deben estar respirando, su movimiento es más rápido que la difusión (Went, 1988; citado por Zapata, 2013).

**Giberelinas.** Las giberelinas son el grupo más numeroso de hormonas vegetales que se conoce en la actualidad. Actualmente hay más de 90, giberelinas aisladas de tejidos vegetales, que



han sido identificadas químicamente. En actividad la mejor conocida del grupo es la GA3 (ácido giberélico), producida por el hongo (*Giberella Fujikuroi*), cuya actividad fue descubierta por Kusosawa. Se han aislado giberelinas de muchas especies de plantas superiores y en general se cree que se dan en todas las plantas superiores. Se presentan en cantidades variables en todos los órganos de la planta, pero las concentraciones mayores se alcanzan en órganos jóvenes, pero sobretodo en las semillas inmaduras. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas en puntas de las raíces y semillas en desarrollo. Esta hormona a diferencia de la auxina muestra un modo de transportarse totalmente diferente al de las auxinas, en vez de un transporte polarizado muestra un movimiento por el floema junto con los productos de la fotosíntesis y también por la xilema probablemente por un desplazamiento radial del floema a la xilema más generalmente bidireccional y que podríamos calificar como pasivo.

Se está utilizando para incrementar el tamaño del fruto en viñedos de uva si pepita haciendo que el racimo se alargue y permitiendo que la uva este más ventilada reduciendo así las probabilidades de infección por botritis. En las empresas cerveceras para aumentar la producción de malta, mediante efectos promotores de la digestión de almidón por las giberelinas pueden incrementar la producción de caña de azúcar, aumentando la longitud del tallo (Duval, 2006).

### **Fisiología de las hormonas**

*Efectos fisiológicos de la auxina.* La acción fisiológica de las auxinas puede resumirse como: actúan en la mitosis, alargamiento celular, formación de raíces adventicias, dominancia apical, herbicida, gravitropismo, diferenciación de xilema, regeneración del tejido vascular en tejidos dañados, inhibición del crecimiento radical en concentraciones bajas, floración también responsable de la elongación celular y del crecimiento de frutos. Estimulan la formación de raíces laterales y adventicias. Facilitan el cuajado y el desarrollo de frutos y retardan la abscisión de hojas

y frutos. Participan en la producción de etileno y en la dominancia apical e influyen en determinados tropismos (Pérez D. , 2012).

***Aplicaciones en la Agricultura.*** La aplicación de hormonas en casi todos los cultivos en explotación, desde los granos básicos, hasta las rentables hortalizas bajo cubierta. Sin embargo, el manejo agronómico, la agronomía tradicional, hace más referencia a la fenología de los cultivos que a su fisiología como herramienta para la toma de decisiones durante lo que dura el ciclo de un cultivo, es decir los parámetros para decidir cuándo aplicar determinado producto (nutrimentos, aminoácidos, hormonas, ácidos húmicos, etc.), son las etapas o fases fenológicas de los cultivos y no el conocimiento específico de cada proceso de desarrollo (crecimiento) de cada uno de los órganos de nuestro interés (Caravero, 2010).

***Efectos fisiológicos de la giberelinas.*** Los principales efectos fisiológicos de las giberelinas se dan en el meristemo subapical, donde producen la elongación celular. En estas células, las GAS inducen la elongación mediante dos acciones diferentes: activando unas expansinas específicas de giberelinas, un enzima que vuelve a la hemicelulosa de la pared celular menos rígida, permitiendo el crecimiento de la célula. Activando la acción de XET y XTH, dos enzimas que rompen y unen respectivamente a las cadenas de xiloglucano de la pared celular, permitiendo la flexibilidad de la misma y su crecimiento (Ortíz, 2016).

***Aplicaciones en la agricultura.*** Por lo general, la giberelina acelera el crecimiento por medio de la elongación y división de las células. Estimula la germinación de las semillas y la formación de flores en plantas de día largo. Entre otros, la giberelina se aplica en la fruticultura, para contribuir al pleno desarrollo de peras o uvas no polinizadas. Por otro lado, el tiempo para la aplicación debe ser durante las horas de mayor luminosidad y es así que las estomas permanecen abiertas y por consecuencia, la absorción se lleva a cabo de una manera óptima; solo se espera, que

los equipos de aspersión estén debidamente calibrados para que se haga un trabajo eficiente y los resultados sean eficaces (Trichodex, 2016).

**Efectos fisiológicos de la citoquinina.** El principal efecto de CPPU involucra regulación de cuaja, crecimiento y desarrollo del fruto. El forchlorfenuron es fabricado en forma comercial por Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd. (Japón) como un regulador de crecimiento sintético. El CPPU presenta una fuerte actividad citocínica, diez veces mayor que el benzil amino purina (BA) (Contreras, 2010; citado por Villatoro, 2014).

**Aplicaciones en la agricultura.** Retardo de la senescencia de flores y hortalizas de hojas, manteniendo por más tiempo el color verde, en manzanos, rosas o claveles promueve la ramificación lateral, en combinación con giberelinas controla forma y tamaño de algunos frutos (manzano), inducen partenocarpia en algunos frutos, reemplazan la necesidad de luz roja en semillas de lechuga, interrumpen dormancia en vid, disminuyen contenido de alcaloides en plantas del género *Datura*, Promueven la formación de vástagos en el cultivo in vitro (Marassi, 2007).

### **1.1.2. Cultivo de café**

**Taxonomía.** Clasificación taxonómica del café:

Reino: Plantae

Tipo: Espermatofitas

Sub-tipo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Gamopétalas inferiovariadas

Orden: Rubiales

Familia: Rubiáceas

Género: (*Coffea*) Especies: (*arábica*), (*canephora*, *liberica*)

La familia de las rubiáceas comprende alrededor de 60, especies de las cuales dos especies son las más cultivadas la (*Coffea arábica* L.) y (*Coffea canephora*). Los cafetos pueden llegar a medir entre cuatro-seis metros de alto, mediante la poda se mantiene en dos m. El café arábico es cultivado a altitudes entre los 900-2100, m.s.n.m. a una temperatura óptima entre 15-24 °C y una humedad atmosférica importante. Es una planta de semisombra, que hay que proteger de los vientos y de las temperaturas bajas (Corral & Anthony, 2003; citado por Estrada, 2015).

### **Morfología**

**Semilla.** Se compone de dos partes: almendra y pergamino. La almendra es dura y de color verdoso, está cubierta de una película plateada cuando está seca, y del embrión que es una planta muy pequeña que está dentro de la almendra y se alimenta de ella en los primeros meses de desarrollo de la planta. La semilla de café debe ser producida en plantaciones seleccionadas que cuenten con determinadas características, como una buena condición vegetativa y altas producciones establecidas de varios años. Además, la semilla después de cosechada, debe ser procesada, envasada y almacenada bajo estrictas normas técnicas de selección. Dicho proceso permite garantizar la viabilidad de la semilla y la obtención de plántulas de la mejor calidad (Vásquez & Peña, 2016).

**El fruto.** El fruto que nace del ovario de la flor fertilizada es una drupa conocida como cereza, de forma elipsoidal, ligeramente aplanado, con un diámetro de unos 15 cm. verde al principio, el color del fruto cambia luego a amarillo y, por último, toma un color rojo vivo uniforme cuando alcanza su plena madurez. En su exterior presenta una piel brillante y espesa, el exocarpio,

que recubre una capa de cerca de dos mm de una pulpa tierna y azucarada, que es el mesocarpio o mucílago (Café Imperial, 2005; citado por Matías, 2010).

***Inflorescencia.*** Las flores del cafeto se forman de yemas ubicadas en las axilas foliares que se encuentran en los nudos de las ramas. Cada nudo presenta dos axilas foliares opuestas y en cada axila se forman de tres a cuatro yemas. Cada yema consta de un tallo corto denominado *pedúnculo*. Este presenta varios nudos en los que se insertan dos hojas diminutas y opuestas (bráctea), en cuyas axilas se producen entre tres y cinco botones florales. Este conjunto constituye la inflorescencia, conocida también como glómérulo. Es decir, en un nudo se forman potencialmente de 25 a 30, botones florales (de 12 a 16 botones por axila) (Arcila, 2004).

***El tallo.*** El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. En los primeros nueve a once nudos de una planta joven sólo brotan hojas; de ahí en adelante ésta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiótropico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente.

La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema solo desarrolla si el tallo principal se ha decapitado, podado o agobiado. Si la yema apical muere por causa de enfermedades, ataque de insectos o deficiencias nutricionales puede iniciarse la activación de las yemas accesorias y forman nuevos brotes. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no

hay hojas se forman yemas. Al podar o doblar el tallo, de esas yemas brotan nuevas estructuras llamadas chupones que sustituyen el tallo podado (FUNDESYRAM, 2010).

**La raíz.** El sistema radical consta de un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces, unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras de carácter secundario y terciario, que salen de las laterales; éstas se conocen como raicillas o pelos absorbentes. El 80% de los pelos absorbentes se halla a unos 30 cm del tronco. El 94 % de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad en el suelo. Generalmente la longitud de las raíces laterales coincide con el largo de las ramas (FUNDESYRAM, 2010).

### **Requerimiento edafoclimáticos**

**Altitud.** El café en el mundo se plantan dos variedades principalmente, café arábica y robusta, el grano robusto crece a partir de los 200, hasta los 700, metros sobre el nivel del mar. Los cafés de estricta altura se plantan a más de mil 200, metro sobre el nivel del mar, reciben entre 60, y 65% de luz solar y crecen a la sombra por lo que las bayas se desarrollan lentamente (Luna, 2016).

**Precipitación.** El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750, mm anuales (7.500 m<sup>3</sup>/ha.) hasta 3000, mm (30.000 m<sup>3</sup>/ha.), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1,200 a 1,700, metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3,000, mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego) abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración

hasta finales del verano (noviembre – septiembre) para favorecer el desarrollo del fruto (Engormix, 2016).

**Temperatura.** Las características térmicas de varias localidades de la zona cafetera son afectadas por la altitud y la latitud; por tanto, al aumentar la altitud la temperatura desciende, mientras que al aumentar la latitud ésta disminuye. En diferentes investigaciones se ha encontrado que la temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21°C, con un límite inferior de 13°C y uno superior de 32°C. Por fuera de estos límites el crecimiento es casi nulo y la productividad muy baja. En general, la temperatura media es muy uniforme a través del año, pero existen grandes diferencias entre la temperatura máxima y mínima diarias. En promedio, la oscilación térmica en la zona cafetera es de 9 a 10°C (Cenicafé, 2011).

**Humedad relativa.** Cuando alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas. Se recomienda la plantación de café en regiones con humedad relativa moderada, para reducir la inoculación de enfermedades fungosas (Ramírez, 2011).

**Viento.** Fuertes vientos inducen a la desecación y al daño mecánico de tejido vegetal, asimismo favorecen la incidencia de enfermedades. Por esta razón es conveniente escoger terrenos protegidos del viento, o bien establecer rompe vientos para evitar la acción de éste (Ramírez, 2011).

**Importancia económica.** El cultivo del café es uno de los principales productos comercializados en los mercados internacionales. Guatemala es un país exportador de café desde 1859 y desde entonces este cultivo constituye un importante generador de empleo y divisas, La producción cafetalera se encuentra ampliamente distribuida en el país y se desarrolla en los 22 departamentos, siendo las mayores áreas productoras los departamentos de San Marcos, Santa Rosa, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Guatemala, Huehuetenango y Chimaltenango, en los que

además se concentra el mayor porcentaje de producción de tipos de café de altura (del semiduro al estrictamente duro).

El área empleada para producir café se ha mantenido relativamente estable, alrededor de las 305,000, mil hectáreas en los últimos años. Desde el 2001 la crisis produjo en Guatemala el abandono de fincas o cambio de producción. Muchos cafetaleros optaron por mantenerse en el sector y buscar nuevas alternativas de diversificación. La producción del café de Guatemala se distingue por su alta calidad. En los últimos cinco años, la frontera cafetalera pasó de la boca costa hacia el altiplano, con altitudes de por lo menos 3,000, metros se estima que en Guatemala hay 300,000, hectáreas dedicadas al cultivo. La producción y proceso del café en Guatemala enfrentan los problemas de infraestructura vial y portuaria, altos costos por la inseguridad, falta de inversión en maquinaria a causa de la fragmentación de la producción, entre otros.

Ante la vulnerabilidad del precio del café como un commodity, los caficultores trabajan para aprovechar su ventaja competitiva por la alta calidad de sus granos, debido a condiciones agroecológicas y microclimas propios del país. La estrategia de venta de café con valor agregado (como tostado, empacado con marcas propias o privadas) y la evolución de la cosecha del café de calidad o gourmet, está orientada a su origen de producción en las ocho regiones cafetaleras del país. No obstante, el porcentaje a nivel mundial de exportaciones de café especial y certificado no representa más del 20% del total, esta estrategia presenta una oportunidad para aminorar los problemas en la producción y la rentabilidad para los productores.

En el presente diagnóstico se presentan acciones y estrategias a corto, mediano y largo plazo que permitan superar debilidades y restricciones identificadas en cualquiera de los eslabones de la cadena productiva, clasificadas por prioridad (MARN, 2016).



**Valor nutritivo.** El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial y hoy se sabe, que tiene grandes propiedades para la salud debido a su nivel de antioxidantes. Pero, además, no podemos olvidar su valor nutritivo, por eso hoy realizamos el análisis nutricional de una taza de café: En una taza de esta bebida elaborada con tan sólo dos gramos de café, encontramos cantidades insignificantes de calorías y la mayor parte de ella son provistas por hidratos y proteínas. Esto es importante saberlo porque con frecuencia se cree que bebiendo café se engorda debido a que se le adjudican al café la presencia de muchas grasas y calorías, que distan de ser reales.

Por supuesto, si a esto añadimos una cucharadita de azúcar, tendremos 20, calorías más para sumar y si añadimos tres cucharaditas de azúcar sumaremos 60, calorías derivadas únicamente de hidratos simples. En cambio, si sólo tomamos el café sin azúcar o con un endulzante artificial, tendremos muy pocas calorías en una taza de café. A destacar es la presencia de minerales como el calcio, el magnesio, fósforo y selenio, pero por, sobre todo, destaca la cantidad de potasio que posee el café (4000 mg por ciento) que una sola taza alcanza los 80, mg. Además, el café posee cantidades importantes de vitamina B, ideales para el funcionamiento neuromuscular del organismo. Sin olvidar los antioxidantes, no podemos negar que dos o tres tazas de café al día proveen buenos nutrientes, casi sin aportar calorías al organismo. Por lo tanto, eso de que el café engorda no es más que una creencia errónea que probablemente se convierta en real si al café añadimos cantidades notables de azúcar y consumimos esta solución endulzada unas cuantas veces al día (Krauss, 2017).

### **Plagas y enfermedades**

**Plagas.** El café se produce en casi todos los países tropicales y es uno de los productos más apreciados de la agricultura. Es la materia prima más importante en el comercio internacional después del petróleo. El café es el fruto de un árbol que vive varios años y que es atacado por un

gran número de animales y plantas que le causan enfermedades, algunas muy graves. Broca del café (*Hypotenemus hampei* Ferrari). Minador del café (*Leucoptera coffeella* Guer- Men) Cochinilla (*Planococcus citri* y *Planoccus licanusi*) (Jiménez, 2016).

**Enfermedades.** Mal del talluelo. (*Rhizoctonia solani*). Antracnosis, la antracnosis es causada por el hongo (*Colletotrichum coffeanum*). Phoma, es producida por el hongo (*Phoma* sp). mancha de hierro u ojo de gallo, la mancha de hierro u ojo de gallo es ocasionada por el hongo (*Cercospora coffeicola*). Roya, la roya es producida por el hongo (*Hemileia vastatrix*). Fumagina. La fumagina es causada por el hongo (*Capnodium* sp). Cáncer del tronco, el cáncer del tronco es causado por el hongo (*Ceratocystis fimbriata*). Llaga negra, la llaga negra es ocasionada por el hongo (*Rosellinia bunodes*) (Omeño, Ovalle, García, & Garnica, 2007).

**Manejo de tejido o poda.** Para decidir el sistema de poda a emplear en la finca, es necesario conocer las alternativas o tipos de poda que pueden aplicarse, los cuales, dependerán del grado de agotamiento que manifiesten las plantas de café, al momento de tomar la decisión de realizar el manejo de tejido. Los cafetales mayores de 15 años (cafetales viejos) en principio deben podarse como una alternativa (Villeda, 2013).

**Beneficios económicos y administrativos del plan de manejo de tejido o renovación.** Con la poda de café se pretende manejar en forma controlada el tejido productivo, de tal manera que año con año las cosechas sean estables y rentables; logrando con ello, la reducción de los costos de recolección del fruto y la prolongación del ciclo productivo del cafetal. Además, con la implementación de un adecuado plan de manejo de tejido, se obtienen otros beneficios como los siguientes: cuando se implementa el sistema de poda sistemática, ya sea por lotes completos en escala o por surcos, se tiene la posibilidad de mecanizar la poda, utilizando motosierra o la chapiadora de disco tornado; con lo cual, se reduce el costo de operación.

Según Duarte, Marco Tulio, en su artículo “manejo de tejido: una forma de mejorar la productividad”, publicado en la revista cafetalera No. 31, enero-marzo de 2012 de Anacafé. El manejo del follaje o también conocido como manejo de tejido productivo; en la caficultura, es una práctica agronómica que implica el uso de podas para mantener la cantidad adecuada de tallos y ramas, con el objetivo de optimizar la producción del fruto en la planta de café, aprovechando las características morfológicas especiales en el crecimiento de los tallos y ramas (Velásquez, 2015).

**Época de poda.** La época más apropiada para podar el café es inmediatamente después de la cosecha, pues la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo. Esta fase ocurre durante el verano en la mayoría de las regiones productivas, entre los meses de marzo y abril. La edad en que se debe comenzar a podar el café está relacionada con el ambiente y con el manejo que se le ha proporcionado. Entre los factores ambientales que influyen pueden mencionarse la sombra, la fertilidad del suelo, la altura sobre el nivel del mar y el clima; el manejo incluye la variedad, la nutrición y la fertilización, la densidad de siembra y el control fitosanitario. Los cafetales a pleno sol deben comenzar a podarse antes que los que se cultivan con sombra.

De igual modo, entre menor sea la altitud sobre el nivel del mar debe adelantarse el manejo de tejido; lo mismo ocurre en los suelos de menor fertilidad. Generalmente se acepta que debe comenzar a podarse el cafetal después de obtener cuatro o cinco cosechas, pero este criterio es más aplicable cuando se utiliza poca sombra; en cafetales sombreados (40%), con buen manejo, es posible iniciar las podas un poco más tarde (René, 2015).

**Tipo de poda.** Como tipos de poda se conoce a las diferentes formas de administrar el manejo de tejido productivo planta por planta, utilizando como principal criterio la altura en que se realiza el corte sobre el tallo; siendo los más utilizados (Valverth & William, 2014).

**Poda baja o recepa.** Consiste en podar el cafeto a una altura de 25 – 35, cm. del nivel del suelo, con el fin de provocar la emisión de brotes nuevos que habrán de reemplazar al tallo cortado.

Esta altura de poda nos da un área suficiente de tejido vegetativo con abundantes yemas para producir brotes. Con mayor altura hay mucho más brote, con frecuencia más de 25, para llegar a seleccionar sólo de uno a dos (Valverth & William, 2014).

***Poda alta o descope.*** El descope consiste en la eliminación de la yema terminal de una planta para detener su desarrollo vertical u ortotrópico y estimular el crecimiento lateral o plagiótropico, para el desarrollo de las ramas secundarias, terciarias y cuaternarias. La altura del descope depende del desarrollo de las plantas, la pendiente del terreno y del alcance de las manos del recolector (CATIE, 2012; citado por Guarachi, 2015).

***Despunte.*** El objetivo es dar una forma a la planta de manera que se aproveche mejor los espacios y la luz. Según la distancia de siembra, debemos definir una altura, por lo general 1.8m. A esta altura definitiva debemos de llegar en dos o tres cortes. Despuntes escalonados, se termina de formar en 2 años (Coral, 2012).

***Poda parcial o selectiva por planta.*** La poda selectiva o poda por planta, se realiza cada año valorando las plantas para decidir si se ameritan la poda. Debe podarse la planta completa para permitir buen desarrollo de los brotes. Con ella se alcanza buena productividad, pero requiere alta inversión de tiempo. ***Sistema de poda selectiva.*** Es cuando las plantas presentan ejes improductivos como otros con preparación para la cosecha siguiente, sometiendo a poda los ejes únicamente agotados.

Otra modalidad asociada al criterio de poda selectiva diseñada en Costa Rica, es el sistema de podas por parches, mediante el cual se sigue un procedimiento combinado con el rock and roll en grupo de plantas que se encuentran en la misma área. Este sistema es el que más se utiliza en la mayoría de los países cafetaleros. Si el agotamiento es completo, se emplea la poda de recepa; en

otros casos se aplica la poda de altura media o poda de las ramas secundarias, principalmente como tratamiento posterior al descope (Palma, 2001; citado por Álvarez, 2012).

***Poda por surco.*** Es necesario hacer surcos, según el número del ciclo se numeran los surcos de cada gripo para emprender el orden de intervención. Si la densidad de población es menos a 5,000 plantas/ha se puede hacer surcos individuales. Si es mayor, se deben enumerar el proceder a intervenir pares o ternas de surcos seguidos para facilitar la penetración de la luz y el desarrollo de las plantas. Los ciclos más comunes son: cuatro y cinco años (Mestre & Ospina, 2000).

***Poda por surco con ciclos de cuatro a cinco años.*** El sistema con ciclo de cuatro años, se recomienda para plantaciones ubicadas en altitudes hasta de 1,200, m.s.n.m. Para el efecto, se enumeran los surcos del uno al cuatro; luego el primer año, se podan los surcos número uno; el segundo año, los números tres; el tercer año, los números dos y el cuarto año, los surcos número cuatro. El sistema de cinco años, se recomienda para plantaciones ubicadas en altitudes superiores a los 1,200 m.s.n.m. Se inicia enumerando los surcos del uno al cinco y, el primer año se podan los surcos número uno; el segundo año, los números tres; el tercer año, los números cinco; el cuarto año, los números dos y el quinto año, los surcos número cuatro.

La otra poda es en lote completo o compacto. Se divide la finca en cuatro o cinco lotes, de tal manera que se poda entre el 20 al 25% del cafetal anualmente. Luego, tomar un lote completo de plantación y aplicar el tipo de poda elegido (recepa, descope o despunte). La diferencia en este caso es que deberá hacerse la poda a la totalidad de plantas en el lote (Sandoval, 2015).

***Poda parcial o selectiva por planta.*** Se emplea en plantas que han desarrollado tallos de diferentes edades. Se recepan los tallos agotados y se dejan sin podar los tallos con potencial de producción para las siguientes cosechas, procurando manejar no más de dos o tres tallos productivos por planta (Rodríguez, 2017).

## 1.2. Antecedentes

Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de (*Cordia alliodora*) en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Con el objetivo de establecer una metodología para la inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de árboles de laurel, utilizando reguladores de crecimiento vegetal. A través de un diseño completo aleatorizado. El ensayo se estableció siguiendo un diseño completamente al azar con arreglo factorial tres por tres (1000 y 1500 mg de hormona ANA x 0, 1000 y 1500 mg de hormona AIB) con cinco repeticiones y cinco unidades por repetición. Las diferencias estadísticas entre tratamientos se establecieron utilizando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los datos de cada una de las variables se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias al 95% de probabilidad. Evaluando variables componentes de crecimiento (longitud del brote). Se encontró que Las concentraciones de auxinas para el enraizamiento de los brotes fueron de 0, 1000, y 1500 mg kg de ANA y AIB, mediante un DCA con arreglo factorial tres por tres (hormona ANA x hormona AIB). Se evaluó la inducción de brotes epicórmicos y se obtuvieron 2.67 brotes de 16.42 cm de longitud, con 6,000 mg kg de BAP + 2,000 mg kg de AIA. El porcentaje de enraizamiento fue 54%, número de raíces 1.78, longitud 2.59 con 1,500 mg kg de ANA + 1500 mg kg de AIB. Concluyendo que el uso de citoquininas y auxinas fue efectivo para provocar la diferenciación celular tanto en la inducción y rizogénesis de brotes epicórmicos de laurel (Ruiz, 2016).

Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento y tres tipos de podas en (*Pinus cembroides*) en Saltillo, Coahuila. Con el objetivo de encontrar el efecto de productos hormonales y tipos de podas en (*Pinus cembroides*) para árboles de navidad. Utilizando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tres por cuatro. Evaluando las variables componentes de crecimiento (número y longitud de brotes). Los tratamientos evaluados

consistieron en una combinación factorial de tres tipos de podas (Líder de rama, despunte de yema y líder del tallo) y tres productos hormonales, más un testigo (Biogib, Biozyme TF, Biozyme PP y un testigo). Los resultados obtenidos indican que el mejor tratamiento fue el tipo de poda uno (poda de líder de ramas) al presentar una media de 12.13 brotes en interacción factorial con el producto tres (Biozyme PP). El análisis estadístico, sólo por tipo de poda, dio como resultado una media de 10.38 brotes, mientras que el producto que tuvo mejores resultados para esta investigación es el producto uno (Biogib) al presentar valores significativos para número de brotes con 5.83 unidades, y la longitud de brote alcanzada es de 4.13 cm; este mismo producto en interacción factorial con el tipo de poda dos (poda despunte de yemas). Concluyendo que el mejor resultado y el cual se recomienda es el tipo de poda uno (poda líder de ramas), ya que da buenos resultados tanto en número de brotes, como en longitud de brotes, para obtener un árbol de navidad con las características deseadas (Hernández, 2013).

Evaluación de la recepada, bajo dos intensidades luminosas en el cultivo de café (*Coffea canephora*), en la provincia de Guantánamo, El Salvador. Teniendo como objetivo estudiar el comportamiento del café variedad robusta bajo un método de recepa de ciclo corto para ver su influencia sobre el desarrollo vegetativo. Utilizando un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial cuatro por cinco, con seis repeticiones, el método de recepa utilizado fue franjas e hileras, se dividió el área en franjas de cuatro hileras (cuarteta), recepándose en el primer año las tres primeras hileras (75 % del área) y en el año siguiente la hilera restante (25 % del área) y se les dejaron a los tratamientos cuatro y seis brotes. Evaluando las variables (longitud y número de brotes). Las evaluaciones realizadas a los brotes de recepa de los cafetos a los 26 meses mostraron que los indicadores estudiados que mayor modificación recibieron por parte de los tratamientos fueron la longitud de los brotes, el diámetro del tallo, el número de ramas, el área foliar, el índice

de área foliar y los rendimientos agrícolas; destacándose por presentar los mayores valores en las medias de estos indicadores; los tratamientos cuatro y tres, que presentan diferencias significativas entre ellos. Teniendo como resultado final que el método de recepa empleado (franjas e hileras) influye en la capacidad regenerativa del cultivo, en particular incide en que las plantas muestren sus potenciales adaptativos a partir de una consecuente producción agrícola, básicamente a plena exposición solar (Pérez R. , 2013).

Evaluación de la poda de renovación como práctica cultural para la producción sostenible del café. Estudio realizado en la selva central del Perú. Teniendo como objetivo principal determinar el efecto de la poda como componente del manejo agronómico de plantaciones de café. A través de un diseño de bloques completamente al azar en un arreglo factorial de tres por dos con cuatro repeticiones. Evaluando las variables componentes de crecimiento longitud y número de brotes y flores. Los tratamientos resultaron de tres niveles de altura de corte en la poda de renovación (30, 60 y 90 cm) y dos niveles de fertilización (con fertilización y sin fertilización), conformando un total de seis tratamientos en cada ensayo en las plantaciones de seis, ocho y nueve años de edad de café, Las 35 parcelas o unidades experimentales, estuvieron conformadas por tres hileras de cinco plantas cada una, haciendo un total de 15 plantas por unidad experimental y de 60 plantas por tratamiento. Se encontró que la edad de plantación influyó en la poda de renovación de los cafetales, porque a menor edad de la plantación, estas respondieron rápidamente con la brotación y emisión de brotes y mayor número de ramas. Concluyendo que el corte a mayor altura tuvo un efecto en la poda de renovación de los cafetales, siendo la poda a 60 cm quién presentó mayor capacidad de brotes con mayor longitud, por lo tanto, un mayor desarrollo de área foliar, mayor número de ramas productivas y producción de frutos (Rutte, 2016).

Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de (*Coffea arábica*) y su impacto frente al cambio climático, estudio realizado en la



provincia de Manizales, Colombia. Teniendo como objetivo establecer la relación existente entre el desarrollo de entrenudos y la floración de café, variedad castillo, frente a la aplicación foliar de ácido giberélico. Utilizando un método de diseño de bloques completamente al azar con dos repeticiones y tres tratamientos. Siendo los tratamientos: ácido giberélico en un lote de 0,5 hectáreas, con 2,959 árboles de café arábica, sembrados a una distancia de siembra de 1.3 x 1.3 m siembra en cuadro. Evaluando las variables: componentes de crecimiento (longitud de brotes y número de flores). La respuesta de la floración a la aplicación de ácido giberélico actuó de forma redundante con las vías foto periódicas y termo periódicas, de acuerdo a los resultados obtenidos, se observaron diferencias entre tratamientos t1 (testigo, t2 y t3) sin existir diferencia entre los tratamientos t2 y t3, es decir que es coherente aplicar ácido giberélico al 0,1%, los datos fueron sometidos al análisis estadístico mediante la prueba T-student con probabilidades del 95%. De nivel de significancia. Concluyendo así a través de los resultados se puede indicar que en condiciones climáticas óptimas para la floración de café el cultivo no necesita aplicación de ácido giberélico, pero en condiciones climáticas alteradas cómo ocurre en los fenómenos climáticos de niño y niña si se podría recomendar este tratamiento para inducir floración (Restrepo, 2013).

Estudio realizado sobre el manejo del tejido productivo por surco o ciclo de tres años (poda alta o descope) del café (*Coffea arábica*). En La Reforma, San Marcos. Con el objetivo determinar la rentabilidad y describir el sistema de manejo de tejido productivo por surco o ciclo de tres años con poda alta o descope del café. Basándose en metodología de sistematización de experiencias: la etapa inicial se caracterizó por el empleo de manejo de tejido de cafetales con poda selectiva por rama y planta total, la cual no permitía establecer porcentaje de la finca podada; las cosechas eran fluctuantes; su ejecución requería personal con experiencia y la respuesta de las plantas no era la deseada. De acuerdo al análisis realizado la etapa de intervención permitió implementar el sistema de manejo del tejido productivo por surco o ciclo de tres años para facilitar contratación de

personal; buscar estabilizar cosechas; mantener tejido vegetativo joven y determinar el área de la finca podada; basado en experiencias de fincas con similar altitud, permitió concluir un ciclo de tres años del manejo productivo del café; dando como ventajas ahorro de mano de obra, disminución tiempo para realizarlo, racionalización uso de fertilizantes, mantener tejido vegetativo joven, cafetales con mayor entrada de luz, aire y estabilización de cosechas. Por lo tanto, se plantearon estrategias para cambiar el criterio de podadores y personal inmerso para podar plantas con buenas características incluidas en el surco que se maneja cada año. La implementación de este sistema permitió la recuperación rápida de cafetales agotados (Orozco, 2010).

Evaluación del efecto de la aplicación de dosis de silicio más abonos orgánicos en la poda de rehabilitación en plantas de café. En la provincia de Lamas, Perú. Con el objetivo de comparar el efecto de la aplicación de una solución de minerales y ácidos orgánicos, utilizando tres dosis de silicio en mezcla con un abono órgano-mineral sobre la poda topo recepa. Utilizando un método de diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos. Evaluando las variables: componentes de crecimiento (longitud y número de brotes). Se encontró que los tratamientos con aplicación de la solución enriquecida con silicio: T2 (5 cc), T3 (10 cc) y T4 (15 cc) tuvieron mayor precocidad de brotes después de la poda de rehabilitación del café, sin existir significación estadística entre ellos. El T4 (15 cc Sí) fue el más precoz brotando a los 30.20 días, superior a T0 (testigo absoluto) y T1 (sin Sí), que brotaron a los 33.42 y 34.02 días, respectivamente. La dosis 15 cc de Si (T4), indujo el mayor número de brotes/planta con 10.03 brotes en promedio, superando a los demás tratamientos T0, T3, T1, T2, que mejores respuestas dieron. Concluyendo que los beneficios del silicio en este caso favorecieron a la aparición de un mayor número de ramas por brote después de la poda, la tendencia de que los tratamientos con mayor dosis de silicio están entre los más sobresalientes en el número de hojas/brotes, mientras que el testigo ocupó los últimos lugares (García, 2012).

Evaluación inicial de la poda esquelética y fertilización foliar (órgano-mineral) y apoyo en la producción de café (*Coffea arabica*). En la aldea Negro Norte, municipio de Morales departamento de Izabal. Teniendo como objetivo, evaluar la poda esquelética y el uso de fertilizante órgano-mineral en el cultivo de café. Utilizando un diseño experimental bloques al azar con arreglo combinatorio dos por tres por dos, con tres repeticiones para cada uno de los doce tratamientos. Evaluando las variables componentes de crecimiento (longitud de brotes), componentes de rendimiento (número de frutos y flores). Se logró determinar que la producción de flores o frutos es mucho mayor en donde no se realizó poda, mientras que la producción de brotes es mayor en donde se realizó la poda esquelética, además, con relación a las dosis aplicadas y el número de aplicaciones no hubo diferencia en cuanto a las variables; con respecto a los costos de los tratamientos del T1 al T6, en donde se realizó poda esquelética, estos costos aumentan, mientras que los tratamientos, del T7 al T12 los costos son menores porque en estos no se incluye la poda. Concluyendo que el número de aplicaciones y la dosis de fertilizante órgano-mineral producen una cantidad igual de brotes y flores o frutos, independientemente si se realizan dos o tres aplicaciones. Pero es necesario tomar en cuenta que la dosis de 1,000 cc produjo una mayor cantidad de flores o frutos, mientras que la dosis de 2,000 cc produjo un mayor número de brotes (Díaz, 2013).

Evaluación de la aplicación de cuatro reguladores vegetales, en la potencialidad productiva del limón sutil. En la cooperativa los Guayacanes, Ecuador. Con el objetivo de evaluar los efectos de cuatro grupos hormonales (auxina, giberelinas, citoquininas y etileno), aplicados después de la poda, para comparar la producción bajo tratamientos hormonales vs el manejo tradicional. Utilizando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales. Evaluando las variables: días de la brotación, crecimiento de brotes, número de chupones, días a la floración, número de frutos por árbol, tamaño y peso de los frutos. Los resultados alcanzados están relacionados con la mayor área foliar de los brotes que le permite

a la planta aumentar la actividad fotosintética, con mayor formación de frutos y reservas nutritivas. Las auxinas del T1 (A.N.A 1,5 ml/l) disuelto en alcohol y luego en agua para aplicar a las plantas de limón sutil después de la poda y el T4 también sobresalieron en los procesos de inducción foliar y floral pero el número de frutos fue inferior con respecto al T2 (GA3 0,25 g/l); El T3 (Etefón 0,60 ml/l) en las dosis aplicadas no produjeron efectos significativos en el área foliar de los brotes ni en la producción de frutos. Concluyendo que el proceso de floración y cuajado de frutos se dilato por dos meses consecutivos y al final del ensayo el mayor número de frutos en las ramas-muestreadas y planta se obtuvo con GA3 0,25ml/l (Gaoha, 2014).

Evaluación de cinco métodos de manejo de plántulas para inducir la brotación de basales en la variedad de rosa blus, en Tupigachi Cantón, Pero Moncayo, Ecuador. Con el objetivo de realizar una investigación de permita determinar que métodos de manejo de plántulas de rosa es el más adecuado para inducir una mayor brotación. Utilizando un diseño de cuadrado latino (CL) de cinco por cinco, ya que se estudió cinco manejos distintos de plántulas para inducir la brotación. Evaluando las variables de crecimiento (longitud y calibre del brote) para la variable número de basales por plántula, no existe diferencia significativa en los tratamientos. En la variable longitud de basales en centímetros, existe alta significancia entre los tratamientos, encontrándose en primer lugar de importancia el tratamiento T2 con un promedio de longitud de tallo de 97.21 centímetros y en el último rango se encuentra el tratamiento T3 con un promedio de longitud de tallo de 83.45 centímetros; para la variable calibre (diámetro en milímetros) el tratamiento T2 es el mejor de todos con un promedio de 6.39 milímetros de calibre de basales; mientras que el ultimo en el rango se encuentra el tratamiento T3 con un promedio de 4.22 milímetros de diámetro en el calibre. Concluyendo que el tratamiento T5 ocupa el rango (a) y los tratamientos T3, T2, T4 Y T1 ocupan el rango (b) de acuerdo al análisis económico de los tratamientos se determinó que los tratamientos T2 y T4 son los que mayor utilidad por hectárea presentan (Segundo, 2008).

Estudio preliminar sobre la respuesta de cafeto al ácido giberélico, en el distrito de Colombia. Con el objetivo de estudiar la influencia del ácido giberélico en las plantas de café (*Coffea arabica* L.) de la variedad local “villalobos”. Utilizando un diseño de bloques al azar, cada repetición constaba de tres plántulas trasplantadas en macetas. Las diferencias estadísticas entre tratamientos se establecieron utilizando la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los datos de cada una de las variables se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias al 95% de probabilidad. Evaluando las variables; (longitud de brotes y número de flores, número de hojas). Los resultados las plántulas de café respondieron positivamente al primer tratamiento dando una relación lineal bastante definida entre la altura y la dosis de AG, la diferencia entre los resultados de los diversos tratamientos fue significativa. En cuanto al diámetro del tallo, si bien es cierto que los tratamientos fueron significativos, no se justifica postular una correlación positiva. Concluyendo que la respuesta al AG no fue igual en todas las plantas. Se observó un crecimiento anormal en algunas de ellas, en especial en aquellas que recibieron las dosificaciones más altas el tratamiento número 5, si bien es cierto que las plantas afectadas mostraron hojas más cortas y angostas que las normales la altura de ellas fue igual en algunos casos mayor que la del resto de las plantas que había sido objetivo de la misma aplicación. Esta respuesta es tanto diferente puede tener un asiento en factores extrínsecos de carácter genético fuera del control en experiencia de esta índole (Carvajal, 1958).

### **1.3. Justificación del proyecto**

Según López y & Pappa (2013), los mayores rendimientos de café se obtienen en regiones cafetaleras en donde se cuenta con caficultura “nueva” ya que es ahí donde se encuentran plantaciones más jóvenes. Actualmente el país, el 60% de las plantaciones de café superan los 15

años, situación que ha reducido el nivel de producción y se refleja en la economía de los pequeños caficultores.

El problema que actualmente, afrontan los caficultores de Unión Cantinil, Huehuetenango, es la baja productividad, en plantaciones especialmente en variedades como el biasachi, catimores, paches verdes y rojos, borbon anacafe 14 y marsellés, algunas de estas variedades son utilizadas por su rendimiento, calidad de grano y por su resistencia a la roya. Estas variedades son las que superan los 15 años de edad. Estos problemas se caracterizan por un bajo rendimiento por área y envejecimiento de las plantaciones, por lo tanto, son más susceptibles a enfermedades, fenómeno que se empieza a observar en plantaciones que superan los 15 años de edad.

Este problema conlleva a la mayoría de caficultores a la sustitución de las variedades como el borbon que son plantas con una buena calidad de taza, pero que a su vez son susceptibles a enfermedades, esto ha llevado a los caficultores a sembrar variedades más precoces como los híbridos de catimor o marsellés que a su vez presentan problemas de variabilidad en todos los años de producción.

Ante esto el caficultor busca métodos para la conservación de estas variedades por lo tanto utiliza el manejo de tejido, con el fin de regenerar los arboles de café, pero en ocasiones pueden surgir algunos problemas como crecimiento lento de los brotes nuevos, que pueden llegar a incidir en bajos rendimientos. A esto se le agrega el tiempo extenso que le toma a la planta en ser productiva y que además el agricultor no realiza ninguna práctica que incida en la estimulación de nuevos brotes, ya que la única práctica que se realiza es una fertilización al suelo.

Estudios realizados por Carbajal (1958), encontró que la aplicación de 0.1 ml/ planta de ácido giberélico presentaron excelentes resultados. Por lo tanto, se propone evaluar esta dosis de

ácido giberélico para la estimulación de tejido bajo las condiciones edafoclimáticas de Unión Cantinil. Con el propósito de encontrar una alternativa viable que permita el crecimiento acelerado de los brotes y posteriormente incidir en producción futura.

#### **1.4. Objetivos del proyecto**

##### ***1.4.1. General***

Determinar la influencia del ácido giberélico en el desarrollo de tejido en plantas de café, en Unión Cantinil, Huehuetenango.

##### ***1.4.2. Específicos***

Evaluar el efecto del uso del ácido giberélico sobre el crecimiento vegetativo en el manejo de tejido tipo recepa en café.

Determinar el efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre el tiempo de brote en manejo de tejido tipo recepa en el cultivo de café.

Determinar la factibilidad económica del uso de ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café a través de indicadores económicos (costos totales por unidad de producción) durante un año de ejecución del proyecto.

## **2. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **2.1. Descripción del proyecto**

#### ***2.1.1. Contexto del proyecto***

El café: ocupa alrededor de 5,886.7 km<sup>2</sup>, localizándose como una franja definida sobre la boca costa del pacífico, entre los departamentos de San Marcos y Jutiapa, así como zonas de los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Jalapa, Zacapa, Chiquimula y Huehuetenango, donde a pesar de la reducción en los precios internacionales del café, se han ampliado las zonas de cultivo. En la actualidad en el municipio de Unión Cantinil hay un total de 625 productores de café

miembros de alguna organización legalizada, teniendo un total de 1,265 hectáreas registradas (Anacafé, 2015).

Algunas estadísticas sobre los niveles de producción por área y edad de las plantaciones de café del parque cafetalero de Guatemala obtenidas por el centro de investigaciones del café - Cedicafé, indican que el rango de producción es de 3,000 a 4,000 kilogramos de pergamino por hectárea. Estos datos corresponden al promedio de producción de las cosechas entre el año 2010 a 2012.

Los mayores rendimientos por área se obtienen en las regiones cafetaleras en donde se cuenta con una caficultura “Nueva”, ya que se encuentran las plantaciones más jóvenes. En cuanto a la edad de los cafetales: el 11% del parque cafetalero tiene menos de cuatro años, el 29% oscila entre las edades de cuatro a 15 años, el 35% de 15 a 25 años y el restante 25% con más de 25 años. Esto indica que el 60% de las plantaciones de café superan los 15 años de edad, situación que ha reducido el nivel de producción y es un factor determinante en el daño causado por el hongo (*Hemilea vastratrix*) roya del cafeto a la caficultura del país (López & Pappa, 2013).

Es por ello que la mayoría de los caficultores se ven en la necesidad de renovar los cafetales más viejos, pero en su mayoría lo que realizan es un manejo de tejido tipo recepa por ser más económico, el propósito de esta práctica es estimular a la planta a que pueda generar brotes nuevos que llegan a ser sustituto para regresar a la producción alta de café, pero en ocasiones los brotes nuevos toman un largo tiempo para el crecimiento es por ellos que se busca una alternativa para acortar el tiempo entre el manejo de tejido tipo recepa y la producción de café. En este aspecto se han realizado estudios destacando el de (Carbajal, 1958).

Donde encontró que la aplicación de 40 ppm/planta de ácido giberélico presentaron excelentes resultados para el crecimiento vegetativo de las plantaciones de café. En este sentido,



se propone realizar un proyecto que permite adaptar esta tecnología bajo las condiciones edafoclimáticas de la aldea Vista Hermosa, municipio de Unión Cantinil, lo cual permitirá a los agricultores de la región mejorar el crecimiento de los brotes y acortar el tiempo de producción de café.

### ***2.1.2. Tipo de proyecto***

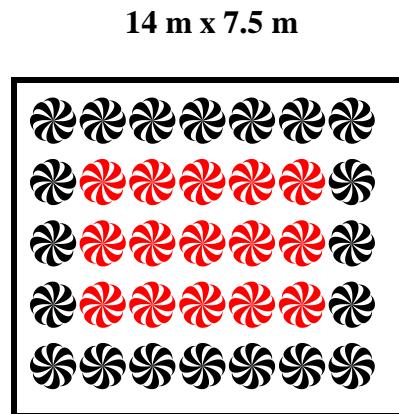
Derivado de la situación que actualmente se encuentran los caficultores del municipio de Unión Cantinil, como consecuencia de plantaciones que superan los 15 años de edad se hace necesario encontrar alternativas de adaptación o innovación que permitan mejorar la productividad actual. En este sentido el presente proyecto de grado por sus características que presenta, encaja dentro de la modalidad de innovación.

Este proyecto pretendía dar a conocer a los caficultores del área, una nueva forma para la estimulación de brotes para poder acelerar el crecimiento y de esa manera acortar el tiempo entre la realización de esta práctica tipo recepa y la producción de café, esto con el fin de demostrarle al pequeño caficultor a través de varios criterios técnicos y las consultas bibliográficas, que hay opciones para mejorar esta práctica de manejo de tejido de una manera más técnica y más eficiente que pueden dar muy buenos resultados los cuales ayudaran en mejorar la producción de café y aumentar la economía del pequeño caficultor.

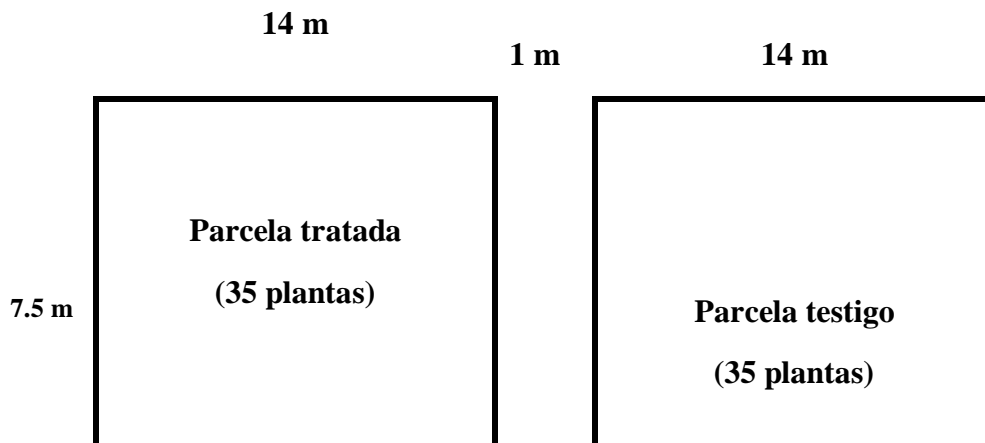
Como medio de validación se realizarán parcelas apareadas para poder tener medio y demostrar la mejor alternativa al pequeño caficultor y realizar la transferencia de tecnología y poder ofrecer el mejor método e innovar esta práctica de manejo de tejido tipo recepa. Para ello se evaluaron los indicadores agronómicos como: crecimiento vegetativo e indicadores económicos como: costos totales por unidad de producción.

### 2.1.3. *Tamaño del proyecto*

El proyecto se realizó en la aldea Vista Hermosa, del municipio de Unión Cantinil. El área utilizada es de 357.75 m<sup>2</sup>. Las dimensiones de cada parcela fue de 15 m x 15 m. Se dejó un distanciamiento de 1.0 m entre cada parcela. Se dejaron distanciamientos entre plantas de 1.50 metros y entre surcos de 2.0 metros, contemplando una densidad de plantas de 35 plantas por parcela bruta y 15 plantas por parcela neta. Por la naturaleza del estudio, se procedió a de dejar una parcela bruta y neta, tal como se detalla a continuación.



*Figura 1.* Parcela bruta y neta, proyecto evaluación del uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café; Union Cantinil, Huehuetenango.



*Figura 2.* Croquis de campo, proyecto evaluación del uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café; Union Cantinil, Huehuetenango.

#### ***2.1.4. Descripción de la localización del proyecto***

La aldea Vista Hermosa Unión Cantinil se encuentra en las siguientes coordenadas GTM: X= 365001 Y= 1724794. A la aldea se puede acceder por la ruta que conduce de la cabecera municipal de Casa Grande, Unión Cantinil, hacía El Boquerón, a 10 km de la cabecera. También se puede acceder por la ruta que conduce de aldea Rancho Viejo, San Antonio Huista, pasando por el lugar denominado “Los Encuentros” que llega directamente a aldea Vista Hermosa.

Vista Hermosa se encuentra situada a 10 km de la cabecera municipal (de la cabecera municipal a la capital se encuentra entre los 305.2 km). El clima de corresponder a la clasificación Koppen Cwbig = que corresponde a clima templado húmedo con invierno benigno, predominan las plantas mesotermas, con lluvias en verano, por lo menos 1 mes con PPT < 60 mm, verano fresco, temperatura media del mes más caliente >22°C, Isotherma, con diferencia en temperatura entre el mes más frío y el caliente < 5 °C. La temperatura promedio, oscila entre los 18°C a 20°C, con precipitación promedio de 1,400 mm anuales (Segeplan, 2018).

Los terrenos en aldea Vista Hermosa son accidentados, con pendientes que van de inclinados a laderas completamente que superan el 60% de pendiente. El área en donde se establecerá el proyecto, pertenece al grupo paisajístico montañas y laderas de los Cuchumatanes, ubicado en el eje occidental del país, desde el noroeste en el departamento de Huehuetenango, en la frontera con México hasta el noroeste de Usulután en el departamento de Quiché, con formación rocosa graníticas prepérmicas que afloran en el río Rancho Viejo, rocas sedimentarias, rocas clásticas, calizas y dolomías y en algunas partes detríticas carbonatadas, perteneciente a las tierras altas sedimentarias de la cordillera de los Cuchumatanes.

Pertenece a las siguientes clasificaciones geomorfológicas: rocas sedimentarias, Jurásico-cretácico, formación Todos Santos, jurásico superior-neocomiano (capas rojas). Incluye formación

San Ricardo, rocas sedimentarias, carbonífero-pérmico, grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas). Formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tactic y Macal (Segeplan, 2018).

Los suelos de aldea Vista Hermosa pertenecen a la siguiente clasificación: agricultura, agricultura limpia anual, con cultivo de café (más del 95% del territorio). Pertenece a la siguiente clasificación de zonas de vida: bosque húmedo montano bajo subtropical y bosque húmedo subtropical templado (Segeplan, 2018).

### **2.1.5. Procedimientos (metodología)**

#### **Material de estudio**

**El café.** El cafeto pertenece a la familia de las rubiáceas. Esta familia tiene características fáciles de reconocer: las hojas salen en pares, no tiene divisiones y los bordes son lisos, en las flores están los órganos de los dos sexos, son flores hermafroditas, generalmente los frutos poseen dos semillas. La planta de café tarda de dos a tres años en desarrollarse, desde la germinación, crecimiento, floración y cosecha. A los frutos se le conoce como cereza o baya, y granos o semillas los que se desarrollan dentro de la cereza, siendo estos granos los que se utilizan como bebida que se obtiene a partir de la mezcla en agua caliente de granos tostados de la planta de café.

En Union Cantinil se cultivan las variedades más comerciales como: catuaí, caturra, mundo novo, bourbón, pache, typica. Por su alta productividad y adaptabilidad. Para el proyecto se utilizó la variedad bourbón una de las mejores variedades en calidad de taza. Aunque comercialmente es considerada la bebida número uno del mundo se estima que solo un tercio de la población mundial la consume (Grupo Latino 2011; citado por Álvarez, 2012).

**Descripción del tratamiento a evaluar.** Para la realización del proyecto, se utilizó ácido giberélico, cuya principal función es incrementar el tamaño de la región meristemática subapical

al aumentar la proporción de células que entran en división celular; esta nueva región meristemática produce la mayoría de células que contribuyen posteriormente a la elongación del tallo (Azcón-Bieto y Talón, 2000; citado por González, 2007).

***Diseño del tratamiento.*** Para el análisis del efecto del ácido giberélico, se analizaron a través de comparación de dos muestras (muestras pareadas), en este caso se seleccionaron individuos o cosas de dos en dos, es decir, por pares, de forma que a un miembro de cada par se le aplica un tratamiento y al otro miembro el segundo tratamiento. Para el proyecto propuesto en la parcela uno se utilizó ácido giberélico y la segunda sin ningún tipo de aplicación. El empleo de muestras pareadas, esta influenciado por las variaciones del ambiente, por lo que durante el desarrollo del proyecto se llevó un registro de las variables climáticas. Para evitar la variación en las parcelas se colocó una al lado de la otra, tal como se detalla en la figura dos (Fernández, Trapero, & Domínguez, 2010).

### **Manejo del proyecto**

***Selección de la parcela.*** Para la realización de este proyecto se seleccionaron plantas de una buena línea genética, se utilizaron la variedad borbon que es una de las mejores variedades y de buena taza de café.

***Manejo de tejido (tipo recepa).*** Esta actividad inicio en la primera semana del mes de febrero, para esta actividad se utilizó como herramienta una sierra para cortar, conocida como cola de zorro, básicamente consistió en podar el cafeto a una altura de 25 - 30 cm. del nivel del suelo, con el fin de provocar la emisión de brotes nuevos que habrán de reemplazar al tallo cortado.

***Aplicación de ácido giberélico.*** Esta actividad es una de las más importantes del proyecto. Para esto se realizó una solución de 400 ppm ácido giberélico en solución de agua al 0,5 por ciento. La dosis para cada planta de esta solución fue de 2 gotas que hace un total de 0.1 ml, la aplicación

fue atreves de un gotero sobre el tronco de la planta recepada, luego a los dos meses se tomaron los primeros datos. Teniendo la información se procedió a las aplicaciones directamente sobre las hojas cotiledones y el tallo a cada 40 días hasta finalizar en el mes de enero del 2020, haciendo un total de 11 aplicaciones (Carvajal, 1958).

**Fertilización.** para la realización de esta actividad, la época de aplicación está relacionada con las lluvias y curva de crecimiento del cafeto. Según la programación de ejecución del proyecto se realizó una fertilización en el mes de mayo, esto fue con fórmula completa de Fertilizante 18-6-12 con una dosis de 3 onzas (28.53 gramos) por planta adulta y una fertilización en el mes de agosto con una fórmula de: 20-20-0, con una dosis de 3 onzas (28.53 gramos). Por planta.

**Control de malezas.** Esta es una de las actividades que se realizó en el mes de mayo; el segundo en julio y el tercero en el mes de septiembre, ya que los excesos de maleza compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes y además son hospederas de plagas y enfermedades, por lo que fue necesario ejercer un buen control sobre las mismas de preferencia cuando la maleza estuvo en su estado de prefloración. Esta actividad se realizó manualmente, utilizando machete o azadón en las calles arrancando directamente la maleza. No se utilizó herbicidas por temas de certificación.

**Control de plagas y enfermedades.** El café es uno de los cultivos que son muy propenso al ataque de plagas y enfermedades, por lo que en la ejecución del proyecto se realizaron control de enfermedades tales como: (*Phoma spp.*). Para el control de la phoma se utilizó el control químico con el ingrediente activo carbendazim, ya que esta es una de las enfermedades que más atacan a los brotes nuevos, el control fue a inicio en el mes de mayo luego a cada 30 días, para evitar perdida en los brotes. Roya (*Hemileia vastatrix*), ojo de gallo (*Mycena citricolor Berk y Curt Sacc*) y antracnosis (*Colletotrichum coffeanum Noack*), para el control de estas enfermedades se utilizó el caldo bordelés. Las aplicaciones fueron a finales del mes de mayo y la segunda a finales junio.

La roya por ser una de las enfermedades que más ataca al cultivo de café en tiempo de proliferación de la enfermedad se pudo utilizar fungicidas sistémicos con ingredientes activos de azoxystrobin + cyproconazole, la frecuencia de aplicación fue: la primera en el mes mayo, la segunda aplicación en julio. Para el control de plagas como la broca del café, se utilizaron control etológico (trampas) los cuales constaron de un difusor que contenía unos 30 cc de un atrayente, compuesto por la mezcla de los alcoholes metanol y etanol en relación 1:1, el otro componente es el cuerpo de la trampa que se utilizó un envase plástico de doble litro. Este control se realizó en los meses de marzo.

***Manejo de sombra.*** Esta actividad se realizó en los meses de mayo para poder exponer a la planta a luz solar durante el periodo lluvioso, con esto se logró el aprovechamiento de los fertilizantes y se mantuvo una mejor ventilación e iluminación dentro del cafetal.

***Registro de datos.*** Esta actividad consistió en registrar los datos de indicadores agronómicos que se obtuvieron en las parcelas netas, registro de labores culturales realizadas, registro de crecimiento vegetativo. Estuvo a cargo de esta actividad el titular del proyecto.

***Gira de Campo.*** La parcela utilizada para el proyecto de grado pertenece a uno de los productores socios de la asociación ADESC, por lo tanto, al concluir el proyecto se les invito a todos los productores pertenecientes a esta organización a poder conocer sobre los resultados y que puedan aportar su opinión sobre la utilización de este método de manejo de tejido tipo recepa aplicando ácido giberelico. Esta actividad se realizó luego de terminar de realizar el análisis de datos.

## **2.2. Indicadores y medios de verificación**

Para determinar la viabilidad de la transferencia de esta tecnología, se procedió a medir los siguientes indicadores:

### **2.2.1 Indicadores de crecimiento vegetativo**

Previo a la toma de datos se seleccionaron un número determinado de plantas, las cuales fueron identificadas, éstas sirvieron para tomar los datos de los indicadores propuestos.

**Diámetro de brotes.** Se procedió a la medición de los diámetros de los brotes por medio de un vernier, estas lecturas fueron tomadas dos meses después de la primera aplicación de 0.1 ml de ácido giberélico luego el registro fue a cada 40 días.

**Altura de brotes.** Se procedió a la medición en centímetros de la altura de los brotes con una regla milimétrica en las parcelas netas, estas lecturas fueron tomadas dos meses después de la primera aplicación de 0.1 ml de ácido giberélico luego el registro fue a cada 40 días, para esta actividad se usó un registro por parcela para llevar el control.

**Número de hojas por brotes.** Se procedió a la contabilización del número total de hojas por brotes, para esto se llevó un registro por planta y por parcela para llevar un control de los resultados, estas lecturas fueron tomadas dos meses después de la primera aplicación de 0.1 ml de ácido giberélico luego el registro fue a cada 40 días.

### **2.2.2. Indicadores económicos**

Para medir la viabilidad económica del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores: Costos totales por unidad de producción.



Como medios de verificación de los indicadores indicados anteriormente, se procedió a llevar un registro a través de la libreta de campo, bitácora de seguimiento y expediente de calidad, este último contemplo un registro de fotográfico de todas las etapas del proyecto.

## **2.3 Metodología de evaluación del proyecto**

Para la evaluación del proyecto, se consideraron los siguientes indicadores:

### **2.3.1. Indicadores de resultados**

**Indicadores de logros.** Para ello se tomó en cuenta el efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento vegetativo, determinando la existencia de una diferencia entre cada una de las parcelas del proyecto, analizando los resultados a través de una distribución de T de Student.

**Indicadores de impacto.** Se evalúa el cambio en las actividades que lleva a cabo el agricultor, para ello, se consideró la realización de giras de campo con agricultores del municipio, para observar la viabilidad técnica y financiera del proyecto.

### **2.2.4. Indicadores de gestión**

**Indicadores de procesos.** Se llevó un registro de cada una de las actividades contempladas en el manejo del proyecto, así como el cumplimiento de acuerdo al cronograma de ejecución. Toda la información se registró en la respectiva libreta de campo y bitácora de seguimiento.

**Indicadores de recurso.** Permitted llevar un registro detallado de los recursos invertidos en el proyecto, los cuales fueron de soporte para la determinación de la viabilidad económica del proyecto.

#### **2.4. Presupuesto del proyecto**

El presupuesto requerido para la implementación del proyecto fue de Q. 1,243.00, con este capital se pudo llevar a cabo las actividades detalladas anteriormente. El presupuesto detallado se muestra en anexos, Tabla 1.

#### **2.5. Cronograma de trabajo**

El cronograma de trabajo detallo cada una de las actividades a realizar, ver anexos, Tabla 2

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Parámetros del proyecto**

El procedimiento empleado fue por medio de, se estableció dos parcelas pareadas, las cuales se identifican como parcela “A” y parcela “B”.

A la parcela A se le agrego la dosis de 0.1 ml de ácido giberelico, siendo así este el grupo intervenido o de experimento y a la parcela B tuvo el procedimiento estándar, siendo este el grupo control.

Tanto la parcela A como la B estuvieron constituidas por 35 plantas de café recepado, para hacer un total de 70 plantas de café recepado. A cada planta recepada se le dejo un total de 3 brotes, para hacer un total de 105 brotes por parcela. De los cuales se le tomaron los datos de numero de hojas por planta, altura de tallo, y diámetro del tallo.

Los datos fueron tomados en 10 ocasiones, desde el mes de abril del 2019 hasta enero del 2020, a cada mes era la toma de datos.

### 3.2 Análisis del número de hojas por planta

**Tabla 1.**

*Resultados del número de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 1	1	117.40	122.00
	2	118.40	118.40
	3	124.20	129.40
Planta 2	1	89.00	99.00
	2	67.20	91.40
	3	20.50	16.50
Planta 3	1	347.70	127.80
	2	129.50	122.40
	3	34.90	107.90
Planta 4	1	105.20	97.40
	2	65.80	66.40
	3	68.70	69.70
Planta 5	1	82.30	89.10
	2	87.10	87.10
	3	80.80	84.70
Planta 6	1	93.20	95.80
	2	91.80	85.90
	3	105.80	52.70
Planta 7	1	112.80	108.80
	2	100.80	116.80
	3	0.00	108.90
Planta 8	1	92.80	109.70
	2	96.40	62.30
	3	80.10	107.10
Planta 9	1	78.30	91.90
	2	77.60	66.30
	3	83.30	0.00
Planta 10	1	91.00	83.70
	2	108.60	64.40
	3	123.40	89.10
Planta 11	1	113.20	103.40
	2	100.20	94.10
	3	107.50	0.00
Planta 12	1	144.90	119.50
	2	123.20	0.00
	3	103.50	95.60
Planta 13	1	71.00	76.30
	2	0.00	112.10
	3	75.90	51.00

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 14	1	156.60	113.00
	2	168.00	115.60
	3	151.60	90.50
Planta 15	1	190.60	107.40
	2	120.80	96.90
	3	108.90	0.00
Planta 16	1	100.50	98.30
	2	87.30	83.40
	3	83.30	81.50
Planta 17	1	136.60	155.60
	2	133.60	151.90
	3	0.00	89.60
Planta 18	1	125.60	126.30
	2	86.60	90.50
	3	0.00	79.20
Planta 19	1	126.20	116.60
	2	121.80	113.30
	3	107.90	97.80
Planta 20	1	154.30	173.00
	2	154.10	138.80
	3	138.60	118.90
Planta 21	1	39.90	117.30
	2	74.60	155.50
	3	56.20	58.40
Planta 22	1	90.60	87.10
	2	0.00	0.00
	3	0.00	111.60
Planta 23	1	72.80	76.40
	2	50.80	57.80
	3	0.00	125.80
Planta 24	1	98.00	99.90
	2	115.80	110.50
	3	114.60	79.20
Planta 25	1	178.30	148.40
	2	137.90	137.40
	3	84.50	83.60
Planta 26	1	110.10	109.40
	2	115.80	0.00
	3	121.80	115.40
Planta 27	1	120.60	123.40
	2	124.80	148.80
	3	103.20	88.20

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 28	1	89.50	90.40
	2	96.00	120.10
	3	55.80	52.70
Planta 29	1	122.10	126.90
	2	98.90	93.40
	3	105.00	0.00
Planta 30	1	0.00	90.20
	2	60.00	97.00
	3	66.30	0.00
Planta 31	1	132.30	133.10
	2	130.80	139.40
	3	35.40	107.60
Planta 32	1	130.10	140.30
	2	119.60	113.80
	3	122.40	93.80
Planta 33	1	127.60	90.90
	2	133.50	0.00
	3	81.50	52.50
Planta 34	1	109.90	110.20
	2	103.00	98.40
	3	80.30	58.40
Planta 35	1	87.80	83.60
	2	86.70	94.60
	3	87.20	0.00
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>97.51</b>	<b>91.28</b>

En la tabla anterior se muestran los resultados para el numero de hojas por planta de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico, para lo cual se buscó tener una muestra estandarizada en donde manejaron 35 plantas, con condición especifica de tres brotes cada una, siendo en el grupo intervenido o aplicado el ácido y el grupo control sin intervención, por ello se suma el total de 70 plantas y 210 brotes y de esta forma no existiera una variabilidad externa.

Durante todo el experimento que tuvo una extensión de 10 meses no se presentó la perdida de ningún brote, concluyendo con todas las que se inició. El grupo intervenido presento un máximo de 190 hojas y un mínimo de 0 casos presentado en 8 brotes; el grupo sin intervención se presentó

un máximo de 173 hojas en un brote y el mismo de 0 hojas en 9 brotes; estos datos con base a un análisis general permiten establecer un mejor rendimiento en cuanto al número de hojas por brote en el grupo con aplicación de ácido giberelico.

Una evaluación conjunta permite observar la media de hojas por brote que en el grupo donde se aplicó ácido giberelico es mayor con 97.51 a comparación del grupo sin aplicación de la sustancia que su media de numero de hojas es menor con 91.28. de lo cual se evidencia el aporte beneficioso para la planta reflejado en la formación de hojas.

El número de hojas en una planta es reflejo de su salud, esto derivado que estas reciben en la raíz las sustancias alimenticias que luego trasladan como alimento a las hojas y frutos, que en el café es determinativo para un mejor grano. El desarrollo de hojas en las plantas de café es constante según su crecimiento y se puede observar la variabilidad cada 15 o 20 días, lo cual en el experimento efectuado permitió establecer el aporte del ácido giberelico a la salud de cada mata.

En esta presentación de resultados sin el empleo de análisis matemáticos o estadísticos se observa una diferencia en el número de hojas, como efecto positivo de la sustancia definida para el experimento, demostrando una mayor formación de biomasa, habiéndose aplicado un tratamiento estándar en los dos grupos de plantas control de plagas y fertilización, siendo así que existe una que el aumento foliar es evidencia de una mayor fotosintética y que en el cultivo se reflejará en un mayor volumen.

A continuación, se presentan los datos del experimento con el análisis del número de hojas en cada grupo, evaluando la diferencia entre pares comparados, la desviación obtenida, y que serán comparados en valores promedio y totales.

**Tabla 2.**

*Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable número de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia $D = X1 - X2$	Desviación $d = D - \bar{D}$	$d^2$
Planta 1	1	117.40	122.00	-4.60	-10.84	117.42
	2	118.40	118.40	0.00	-6.24	38.89
	3	124.20	129.40	-5.20	-11.44	130.79
Planta 2	1	89.00	99.00	-10.00	-16.24	263.61
	2	67.20	91.40	-24.20	-30.44	926.36
	3	20.50	16.50	4.00	-2.24	5.00
Planta 3	1	347.70	127.80	219.90	213.66	45652.22
	2	129.50	122.40	7.10	0.86	0.75
	3	34.90	107.90	-73.00	-79.24	6278.37
Planta 4	1	105.20	97.40	7.80	1.56	2.45
	2	65.80	66.40	-0.60	-6.84	46.73
	3	68.70	69.70	-1.00	-7.24	52.36
Planta 5	1	82.30	89.10	-6.80	-13.04	169.94
	2	87.10	87.10	0.00	-6.24	38.89
	3	80.80	84.70	-3.90	-10.14	102.74
Planta 6	1	93.20	95.80	-2.60	-8.84	78.08
	2	91.80	85.90	5.90	-0.34	0.11
	3	105.80	52.70	53.10	46.86	2196.22
Planta 7	1	112.80	108.80	4.00	-2.24	5.00
	2	100.80	116.80	-16.00	-22.24	494.45
	3	0.00	108.90	-108.90	-115.14	13256.34
Planta 8	1	92.80	109.70	-16.90	-23.14	535.28
	2	96.40	62.30	34.10	27.86	776.39
	3	80.10	107.10	-27.00	-33.24	1104.64
Planta 9	1	78.30	91.90	-13.60	-19.84	393.47
	2	77.60	66.30	11.30	5.06	25.64
	3	83.30	0.00	83.30	77.06	5938.83
Planta 10	1	91.00	83.70	7.30	1.06	1.13
	2	108.60	64.40	44.20	37.96	1441.25
	3	123.40	89.10	34.30	28.06	787.58
Planta 11	1	113.20	103.40	9.80	3.56	12.70
	2	100.20	94.10	6.10	-0.14	0.02
	3	107.50	0.00	107.50	101.26	10254.36
Planta 12	1	144.90	119.50	25.40	19.16	367.25
	2	123.20	0.00	123.20	116.96	13680.53
	3	103.50	95.60	7.90	1.66	2.77
Planta 13	1	71.00	76.30	-5.30	-11.54	133.08
	2	0.00	112.10	-112.10	-118.34	14003.45
	3	75.90	51.00	24.90	18.66	348.34



<b>No. De plantas</b>	<b>No. Brote</b>	<b>Datos parcela A</b>	<b>Datos parcela B</b>	<b>Diferencia D = X1-X2</b>	<b>Desviación d = D - <math>\bar{D}</math></b>	<b>d<sup>2</sup></b>
Planta 14	1	156.60	113.00	43.60	37.36	1396.05
	2	168.00	115.60	52.40	46.16	2131.10
	3	151.60	90.50	61.10	54.86	3010.04
Planta 15	1	190.60	107.40	83.20	76.96	5923.43
	2	120.80	96.90	23.90	17.66	312.01
	3	108.90	0.00	108.90	102.66	10539.86
Planta 16	1	100.50	98.30	2.20	-4.04	16.29
	2	87.30	83.40	3.90	-2.34	5.46
	3	83.30	81.50	1.80	-4.44	19.68
Planta 17	1	136.60	155.60	-19.00	-25.24	636.87
	2	133.60	151.90	-18.30	-24.54	602.02
	3	0.00	89.60	-89.60	-95.84	9184.58
Planta 18	1	125.60	126.30	-0.70	-6.94	48.11
	2	86.60	90.50	-3.90	-10.14	102.74
	3	0.00	79.20	-79.20	-85.44	7299.34
Planta 19	1	126.20	116.60	9.60	3.36	11.32
	2	121.80	113.30	8.50	2.26	5.12
	3	107.90	97.80	10.10	3.86	14.93
Planta 20	1	154.30	173.00	-18.70	-24.94	621.81
	2	154.10	138.80	15.30	9.06	82.15
	3	138.60	118.90	19.70	13.46	181.27
Planta 21	1	39.90	117.30	-77.40	-83.64	6995.01
	2	74.60	155.50	-80.90	-87.14	7592.72
	3	56.20	58.40	-2.20	-8.44	71.17
Planta 22	1	90.60	87.10	3.50	-2.74	7.49
	2	0.00	0.00	0.00	-6.24	38.89
	3	0.00	111.60	-111.60	-117.84	13885.37
Planta 23	1	72.80	76.40	-3.60	-9.84	96.75
	2	50.80	57.80	-7.00	-13.24	175.20
	3	0.00	125.80	-125.80	-132.04	17433.56
Planta 24	1	98.00	99.90	-1.90	-8.14	66.20
	2	115.80	110.50	5.30	-0.94	0.88
	3	114.60	79.20	35.40	29.16	850.53
Planta 25	1	178.30	148.40	29.90	23.66	559.98
	2	137.90	137.40	0.50	-5.74	32.90
	3	84.50	83.60	0.90	-5.34	28.47
Planta 26	1	110.10	109.40	0.70	-5.54	30.65
	2	115.80	0.00	115.80	109.56	12004.23
	3	121.80	115.40	6.40	0.16	0.03
Planta 27	1	120.60	123.40	-2.80	-9.04	81.65
	2	124.80	148.80	-24.00	-30.24	914.23
	3	103.20	88.20	15.00	8.76	76.80

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia D = X1-X2	Desviación d = D - $\bar{D}$	d <sup>2</sup>
Planta 28	1	89.50	90.40	-0.90	-7.14	50.93
	2	96.00	120.10	-24.10	-30.34	920.28
	3	55.80	52.70	3.10	-3.14	9.84
Planta 29	1	122.10	126.90	-4.80	-11.04	121.80
	2	98.90	93.40	5.50	-0.74	0.54
	3	105.00	0.00	105.00	98.76	9754.29
Planta 30	1	0.00	90.20	-90.20	-96.44	9299.94
	2	60.00	97.00	-37.00	-43.24	1869.37
	3	66.30	0.00	66.30	60.06	3607.66
Planta 31	1	132.30	133.10	-0.80	-7.04	49.51
	2	130.80	139.40	-8.60	-14.84	220.11
	3	35.40	107.60	-72.20	-78.44	6152.24
Planta 32	1	130.10	140.30	-10.20	-16.44	270.15
	2	119.60	113.80	5.80	-0.44	0.19
	3	122.40	93.80	28.60	22.36	500.14
Planta 33	1	127.60	90.90	36.70	30.46	928.04
	2	133.50	0.00	133.50	127.26	16196.08
	3	81.50	52.50	29.00	22.76	518.19
Planta 34	1	109.90	110.20	-0.30	-6.54	42.72
	2	103.00	98.40	4.60	-1.64	2.68
	3	80.30	58.40	21.90	15.66	245.35
Planta 35	1	87.80	83.60	4.20	-2.04	4.15
	2	86.70	94.60	-7.90	-14.14	199.83
	3	87.20	0.00	87.20	80.96	6555.14
<b>TOTAL</b>	---	<b>10238.90</b>	<b>9584.10</b>	<b>654.80</b>	<b>0.00</b>	<b>280269.50</b>
<b>MEDIA</b>	---	<b>97.51</b>	<b>91.28</b>	<b>6.24</b>		

La densidad de la planta, la cual es visualmente identificable por la frondosidad derivado del número de hojas depende de un conjunto de factores como el sol o la sombra, los nutrientes del suelo, el cuidado continuo y si bien es cierto este número de hojas reduce en el tiempo de sequía, el aumento de la temperatura y la sequía, el uso del ácido giberelico puede contribuir positivamente al cultivo.

Los resultados presentados anteriormente muestran una diferencia clara, en cuanto a que el ácido giberelico provoco en valores absolutos un mejor resultado y en la comparación de medias

demuestra un valor de 97.51 por brote, siendo una diferencia promedio de 6.24, lo cual demuestra que se desarrolla mejor. En el siguiente cuadro se realiza la estimación de t de Student que permitirá evaluar mejor los resultados y obtener datos estadísticos definitorios.

**Tabla 3.**

*Prueba de “t” de Student para la variable número de hojas por brote de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

<b>Categoría</b>	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	97.51333333	91.27714286
Varianza	2232.167128	1542.943703
Observaciones	105	105
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	201	
Estadístico t	1.040037906	
P(T<=t) una cola	0.149785856	
Valor crítico de t (una cola)	1.652469842	
P(T<=t) dos colas	0.299571712	
Valor crítico de t (dos colas)	1.971836507	

Se realiza un análisis integral de los resultados para lo cual se emplea una prueba de “t” de Student para dos muestras, con varianzas desiguales, en donde se obtuvieron datos contrastantes en las varianzas de la tabla anterior, y que en este análisis se valora el dato obtenido para lo cual establecerá la relación existente.

La base metodológica de la prueba exige el establecimiento de hipótesis de análisis que se presentan a continuación.

Hipótesis nula H0: No hay diferencia estadísticamente significativa entre el número de hojas por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Hipótesis de trabajo H1: Si hay diferencia estadísticamente significativa entre el número de hojas por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Resultados: Siendo  $P(T \leq t)$  dos colas = 0.299571712 > 0.05 aplicando la regla que indica que Si  $P(T \leq t)$  dos colas > 0.05 se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ ; por lo cual el resultado indica que No hay diferencia estadísticamente significativa entre el número de hojas por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Por lo tanto, se determina que no existe significancia, se acepta la hipótesis  $H_0$  que indica la falta de diferencia estadística entre el número de hojas por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico, por lo tanto, si bien hay una diferencia absoluta y en medias, estadísticamente esta no es real.

### 3.3 Análisis de altura del tallo

#### Tabla 4.

*Resultados de altura del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Sin aplicación
Planta 1	1	85.88	75.18
	2	96.96	78.45
	3	84.56	62.48
Planta 2	1	40.45	49.17
	2	30.31	45.82
	3	11.16	10.85
Planta 3	1	84.50	75.49
	2	85.50	75.14
	3	28.16	50.73
Planta 4	1	72.80	59.33
	2	46.79	55.79
	3	48.36	8.53
Planta 5	1	67.50	69.68
	2	48.25	70.18
	3	49.34	56.14
Planta 6	1	69.96	62.67
	2	69.51	32.15
	3	69.72	10.64
Planta 7	1	72.04	64.90
	2	62.44	55.53
	3	0.00	48.83

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 8	1	61.40	27.85
	2	66.71	21.17
	3	52.36	18.27
Planta 9	1	54.47	41.07
	2	55.81	35.37
	3	32.60	0.00
Planta 10	1	79.95	63.45
	2	52.22	17.53
	3	73.40	15.96
Planta 11	1	51.83	50.05
	2	55.37	23.00
	3	54.28	0.00
Planta 12	1	70.98	23.33
	2	57.08	0.00
	3	62.11	29.21
Planta 13	1	44.12	61.28
	2	0.00	71.70
	3	39.47	12.25
Planta 14	1	90.38	47.85
	2	77.77	31.31
	3	64.05	22.01
Planta 15	1	90.71	57.45
	2	83.36	18.79
	3	59.71	0.00
Planta 16	1	67.81	59.22
	2	65.29	53.08
	3	47.36	51.06
Planta 17	1	47.97	65.66
	2	77.62	28.42
	3	0.00	21.10
Planta 18	1	61.53	53.76
	2	46.69	65.33
	3	0.00	30.18
Planta 19	1	55.89	75.88
	2	61.61	51.96
	3	60.06	32.22
Planta 20	1	94.94	80.08
	2	91.34	53.26
	3	84.12	85.33
Planta 21	1	30.69	48.80
	2	36.72	61.77
	3	29.39	39.44

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 22	1	42.67	17.80
	2	0.00	0.00
	3	0.00	34.85
Planta 23	1	36.52	76.37
	2	35.02	77.23
	3	0.00	78.28
Planta 24	1	78.43	42.22
	2	69.14	26.62
	3	72.51	18.71
Planta 25	1	89.24	50.70
	2	87.31	48.95
	3	48.66	56.46
Planta 26	1	59.02	27.13
	2	61.47	0.00
	3	66.30	24.34
Planta 27	1	63.18	74.10
	2	58.86	70.60
	3	53.71	60.61
Planta 28	1	60.09	40.22
	2	68.96	53.31
	3	6.95	14.85
Planta 29	1	70.26	20.92
	2	78.06	9.89
	3	70.95	0.00
Planta 30	1	0.00	60.70
	2	41.12	67.15
	3	37.67	0.00
Planta 31	1	58.80	61.20
	2	53.39	61.97
	3	27.35	69.53
Planta 32	1	69.73	67.69
	2	65.59	24.34
	3	69.12	18.48
Planta 33	1	83.07	52.65
	2	82.58	0.00
	3	53.38	27.14
Planta 34	1	72.68	43.18
	2	62.88	51.02
	3	57.33	25.47
Planta 35	1	60.96	43.51
	2	54.98	40.36
	3	49.96	0.00
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>56.11</b>	<b>41.92</b>

La anterior tabla expone los resultados obtenidos en el experimento sobre la altura del tallo con respecto a los dos grupos con y sin aplicación de ácido giberélico, derivado que, en botánica, el tallo es el eje de las plantas y es el órgano que sostiene las hojas, flores y frutos. Sus funciones principales son las de sostén y de transporte de fotosintato, siendo primordial para el fruto de café, ya que en este se lleva los carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis, y cumple esa función que refleja el funcionamiento sano e integral entre las raíces y las hojas.

El crecimiento en longitud del tallo se debe a la actividad de los meristemos apicales y al alargamiento subsecuente de los entrenudos, y se denomina crecimiento primario. Este crecimiento se puede fomentar por medio del adecuado cuidado, limpieza y aplicación de pesticidas, pero además se emplean sustancias como el ácido giberélico; ante esto se evidencia que los resultados absolutos de la aplicación del ácido reflejan en la parcela "A" que es con intervención un máximo de 96 centímetros y un mínimo de 0, en el grupo sin intervención el máximo alcanzado fue de 85 centímetros, y al igual un mínimo de 0.

En la comparación de promedios es superior la altura del tallo alcanzada por los brotes intervenidos con ácido giberélico, ya se tiene 56.11 y en el grupo sin intervención, el promedio de altura de los tallos es de 41.92 centímetros, con una diferencia de 14.19 centímetros, resaltando así que el ácido estimula a las células de las plantas para lograr un mayor crecimiento y que esta sustancia es una fitohormona muy potente cuya presencia en plantas fomenta su desarrollo incrementando alturas. El ácido giberélico es una giberelina, que promueve el crecimiento y la elongación celular. Este ácido estimula a las células de las plantas a producir moléculas de ARN mensajero (ARN) que codifican las enzimas hidrolíticas.

**Tabla 5.**

*Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable altura del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia $D = X1 - X2$	Desviación $d = D - \bar{D}$	$d^2$
Planta 1	1	85.88	75.18	10.69	-3.49	12.19
	2	96.96	78.45	18.51	4.33	18.73
	3	84.56	62.48	22.08	7.90	62.35
Planta 2	1	40.45	49.17	-8.72	-22.91	524.89
	2	30.31	45.82	-15.52	-29.70	882.38
	3	11.16	10.85	0.31	-13.88	192.55
Planta 3	1	84.50	75.49	9.01	-5.18	26.80
	2	85.50	75.14	10.35	-3.83	14.69
	3	28.16	50.73	-22.57	-36.76	1351.02
Planta 4	1	72.80	59.33	13.47	-0.72	0.51
	2	46.79	55.79	-9.00	-23.19	537.62
	3	48.36	8.53	39.83	25.65	657.73
Planta 5	1	67.50	69.68	-2.18	-16.37	268.01
	2	48.25	70.18	-21.93	-36.11	1304.25
	3	49.34	56.14	-6.80	-20.99	440.58
Planta 6	1	69.96	62.67	7.28	-6.90	47.63
	2	69.51	32.15	37.36	23.17	537.02
	3	69.72	10.64	59.08	44.89	2015.26
Planta 7	1	72.04	64.90	7.14	-7.05	49.67
	2	62.44	55.53	6.90	-7.28	53.02
	3	0.00	48.83	-48.83	-63.01	3970.80
Planta 8	1	61.40	27.85	33.56	19.37	375.16
	2	66.71	21.17	45.54	31.36	983.18
	3	52.36	18.27	34.09	19.90	396.00
Planta 9	1	54.47	41.07	13.40	-0.79	0.62
	2	55.81	35.37	20.43	6.25	39.03
	3	32.60	0.00	32.60	18.41	338.99
Planta 10	1	79.95	63.45	16.50	2.32	5.36
	2	52.22	17.53	34.69	20.51	420.50
	3	73.40	15.96	57.44	43.26	1871.19
Planta 11	1	51.83	50.05	1.78	-12.40	153.87
	2	55.37	23.00	32.37	18.19	330.80
	3	54.28	0.00	54.28	40.09	1607.41
Planta 12	1	70.98	23.33	47.66	33.47	1120.20
	2	57.08	0.00	57.08	42.90	1840.11
	3	62.11	29.21	32.91	18.72	350.40
Planta 13	1	44.12	61.28	-17.16	-31.35	982.70
	2	0.00	71.70	-71.70	-85.89	7376.96
	3	39.47	12.25	27.22	13.04	169.94



<b>No. De plantas</b>	<b>No. Brote</b>	<b>Datos parcela A</b>	<b>Datos parcela B</b>	<b>Diferencia D = X1-X2</b>	<b>Desviación d = D - <math>\bar{D}</math></b>	<b>d<sup>2</sup></b>
Planta 14	1	90.38	47.85	42.53	28.34	803.18
	2	77.77	31.31	46.46	32.28	1041.87
	3	64.05	22.01	42.03	27.85	775.51
Planta 15	1	90.71	57.45	33.26	19.07	363.70
	2	83.36	18.79	64.57	50.38	2538.44
	3	59.71	0.00	59.71	45.53	2072.68
Planta 16	1	67.81	59.22	8.58	-5.60	31.38
	2	65.29	53.08	12.21	-1.97	3.90
	3	47.36	51.06	-3.71	-17.89	320.12
Planta 17	1	47.97	65.66	-17.69	-31.88	1016.12
	2	77.62	28.42	49.20	35.02	1226.27
	3	0.00	21.10	-21.10	-35.28	1244.95
Planta 18	1	61.53	53.76	7.77	-6.42	41.20
	2	46.69	65.33	-18.64	-32.83	1077.82
	3	0.00	30.18	-30.18	-44.37	1968.48
Planta 19	1	55.89	75.88	-20.00	-34.18	1168.59
	2	61.61	51.96	9.65	-4.54	20.57
	3	60.06	32.22	27.84	13.65	186.41
Planta 20	1	94.94	80.08	14.85	0.67	0.45
	2	91.34	53.26	38.08	23.90	571.05
	3	84.12	85.33	-1.21	-15.40	237.07
Planta 21	1	30.69	48.80	-18.11	-32.30	1043.35
	2	36.72	61.77	-25.05	-39.23	1539.33
	3	29.39	39.44	-10.05	-24.24	587.35
Planta 22	1	42.67	17.80	24.88	10.69	114.26
	2	0.00	0.00	0.00	-14.19	201.25
	3	0.00	34.85	-34.85	-49.03	2404.15
Planta 23	1	36.52	76.37	-39.84	-54.03	2918.94
	2	35.02	77.23	-42.21	-56.40	3180.60
	3	0.00	78.28	-78.28	-92.46	8549.72
Planta 24	1	78.43	42.22	36.21	22.02	484.91
	2	69.14	26.62	42.51	28.33	802.51
	3	72.51	18.71	53.81	39.62	1569.74
Planta 25	1	89.24	50.70	38.54	24.36	593.18
	2	87.31	48.95	38.36	24.18	584.48
	3	48.66	56.46	-7.80	-21.99	483.48
Planta 26	1	59.02	27.13	31.89	17.71	313.56
	2	61.47	0.00	61.47	47.28	2235.62
	3	66.30	24.34	41.96	27.77	771.21
Planta 27	1	63.18	74.10	-10.92	-25.11	630.41
	2	58.86	70.60	-11.74	-25.93	672.41
	3	53.71	60.61	-6.91	-21.09	444.96

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia D = X1-X2	Desviación d = D - $\bar{D}$	d <sup>2</sup>
Planta 28	1	60.09	40.22	19.87	5.68	32.29
	2	68.96	53.31	15.65	1.46	2.13
	3	6.95	14.85	-7.90	-22.09	487.85
Planta 29	1	70.26	20.92	49.35	35.16	1236.42
	2	78.06	9.89	68.17	53.99	2914.47
	3	70.95	0.00	70.95	56.77	3222.60
Planta 30	1	0.00	60.70	-60.70	-74.89	5608.12
	2	41.12	67.15	-26.03	-40.22	1617.66
	3	37.67	0.00	37.67	23.48	551.40
Planta 31	1	58.80	61.20	-2.40	-16.58	275.03
	2	53.39	61.97	-8.58	-22.77	518.34
	3	27.35	69.53	-42.18	-56.37	3177.40
Planta 32	1	69.73	67.69	2.04	-12.15	147.51
	2	65.59	24.34	41.26	27.07	732.74
	3	69.12	18.48	50.64	36.45	1328.58
Planta 33	1	83.07	52.65	30.41	16.22	263.25
	2	82.58	0.00	82.58	68.40	4678.33
	3	53.38	27.14	26.25	12.06	145.42
Planta 34	1	72.68	43.18	29.51	15.32	234.72
	2	62.88	51.02	11.86	-2.32	5.40
	3	57.33	25.47	31.85	17.66	312.05
Planta 35	1	60.96	43.51	17.45	3.27	10.67
	2	54.98	40.36	14.63	0.44	0.20
	3	49.96	0.00	49.96	35.78	1279.87
<b>TOTAL</b>	---	<b>5891.25</b>	<b>4401.70</b>	<b>1489.54</b>	<b>0.00</b>	<b>106947.73</b>
<b>MEDIA</b>	---	<b>56.11</b>	<b>41.92</b>	<b>14.19</b>		

En el análisis de diferencia de pares comparados, muestra en la mayoría, valores positivos lo que permite reconocer que ha habido un cambio sustancioso en la altura de los tallos de brotes de café del grupo de 35 plantas a las cuales se les aplico la dosis de 0.1 ml de ácido giberelico, de lo cual se cuenta una diferencia positiva total de los 105 brotes de 1,489.54 centímetros y una media positiva o superior en ese grupo de 14.19, lo cual demuestra lo positivo del empleo de esta sustancia.

Para la función de la producción de café el tallo es fundamental, ya que esto responde a un proceso reproductivo en donde el tallo sostiene las flores y los frutos. El tallo es además uno de los órganos de reserva de agua y foto asimilados, especialmente con antelación a la etapa reproductiva, de esta cuenta favoreciendo la producción de más y mejores granos. A continuación, se realiza la evaluación estadística de las diferencias de altura de tallo que dará la evidencia de cambio real.

**Tabla 6.**

*Prueba de “t” de Student para la variable altura del tallo de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

<b>Categoría</b>	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	56.10712009	41.92099109
Varianza	568.3331904	575.6608099
Observaciones	105	105
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	208	
Estadístico t	4.297804745	
P(T<=t) una cola	1.32456E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.652212376	
P(T<=t) dos colas	2.64912E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	1.971434659	

Una evaluación estadística es la forma más certera de determinar cambios reales, de ello que efectuando la prueba de “t” de Student para dos muestras, con varianzas desiguales, aplicando un valor de varianzas similar a la tabla anterior, enfocado en el valor de P se emplea la metodología correcta con la formulación de hipótesis de evaluación que se emplean a continuación.

Hipótesis nula H0: No hay diferencia estadísticamente significativa entre la altura de tallo del brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Hipótesis de trabajo H1: Si hay diferencia estadísticamente significativa entre la altura de tallo del brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Resultados: Siendo  $P(T \leq t)$  dos colas = 2.64912E-05 (0.0000264912) < 0.05 aplicando la regla que indica que Si  $P(T \leq t)$  dos colas < 0.05 se acepta H1 y se rechaza H0; por lo cual el resultado indica que si hay diferencia estadísticamente significativa entre la altura de tallo del brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Los resultados indican que, si existe significancia, tomando como válida la hipótesis H1 que indica la existencia de diferencia estadística entre la altura del tallo por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico, siendo así se determina que la sustancia si fomenta un mayor crecimiento o desarrollo en el tallo de las plantas de café.

### 3.4 Análisis de diámetro del tallo

**Tabla 7.**

*Resultados de diámetro del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 1	1	12.73	12.03
	2	11.21	10.49
	3	11.67	9.99
Planta 2	1	5.35	13.11
	2	9.11	10.14
	3	5.14	5.42
Planta 3	1	13.82	14.61
	2	10.44	10.77
	3	8.22	8.53
Planta 4	1	10.98	12.79
	2	10.13	9.61
	3	8.37	8.19
Planta 5	1	9.36	16.44
	2	13.74	14.34
	3	8.36	9.45
Planta 6	1	12.03	11.70
	2	11.76	9.42
	3	11.87	4.29
Planta 7	1	10.72	12.01
	2	8.00	8.88
	3	0.00	10.94

	1	10.09	10.40
Planta 8	2	9.08	7.33
	3	6.73	2.74
<hr/>			
No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	
		Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
<hr/>			
	1	9.23	9.92
Planta 9	2	7.57	9.95
	3	8.09	
	1	16.06	10.11
Planta 10	2	11.08	7.33
	3	10.85	7.33
	1	10.39	11.19
Planta 11	2	9.06	12.32
	3	8.69	0.00
	1	12.75	10.76
Planta 12	2	11.07	0.00
	3	8.79	10.76
	1	8.61	12.87
Planta 13	2	0.00	12.98
	3	7.53	4.93
	1	13.81	9.06
Planta 14	2	11.96	7.08
	3	11.24	7.33
	1	12.53	9.53
Planta 15	2	11.74	10.35
	3	10.51	0.00
	1	11.45	10.79
Planta 16	2	9.67	11.46
	3	8.69	8.17
	1	12.96	12.19
Planta 17	2	12.09	7.37
	3	1.65	2.40
	1	11.72	12.50
Planta 18	2	7.78	12.31
	3	0.00	9.07
	1	12.92	15.09
Planta 19	2	9.29	9.40
	3	8.59	9.07
	1	12.70	14.18
Planta 20	2	12.65	13.22
	3	11.17	10.83
	1	8.22	9.57
Planta 21	2	7.53	12.20
	3	7.53	9.07
	1	8.51	7.24
Planta 22	2	0.00	0.00

	3	0.00	9.07
No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A Aplicación de dosis de 0.1 ml de ácido giberelico	Datos parcela B Sin aplicación
Planta 23	1	7.53	14.21
	2	9.25	12.91
	3	0.00	11.60
Planta 24	1	10.42	10.53
	2	12.24	9.80
	3	9.35	7.33
Planta 25	1	13.13	10.13
	2	11.53	13.89
	3	10.82	10.02
Planta 26	1	13.39	10.21
	2	13.34	0.00
	3	11.44	9.07
Planta 27	1	10.07	12.63
	2	10.92	13.08
	3	10.84	11.53
Planta 28	1	14.01	7.49
	2	14.04	8.17
	3	3.69	7.33
Planta 29	1	11.08	9.07
	2	9.75	9.07
	3	14.18	0.00
Planta 30	1	0.00	10.86
	2	8.11	12.39
	3	8.11	0.00
Planta 31	1	11.93	10.27
	2	10.49	9.38
	3	8.22	10.10
Planta 32	1	14.20	12.13
	2	11.45	9.69
	3	11.62	9.07
Planta 33	1	15.88	10.46
	2	13.69	
	3	9.61	7.33
Planta 34	1	11.06	7.96
	2	12.75	7.53
	3	7.88	7.33
Planta 35	1	9.81	9.15
	2	8.32	9.07
	3	10.24	0.00
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>9.71</b>	<b>9.26</b>

El desarrollo de la planta medido por medio del diámetro del tallo obtiene relevancia debido a que en su interior se forman una serie de conductos que transportan tanto el agua y abonos que absorben las raíces como los productos de la fotosíntesis que proceden de las hojas, por el llamado sistema vascular.

En la razón de su importancia a factores externos, una planta con un mayor diámetro de tallo permite resistir mejor las inclemencias del clima, soportar fuertes vientos, posibles inundaciones, o en el caso del café que es sembrado en laderas, el poder resistir las escorrentías que frecuentemente se forman y de esta forma conjuntamente con el apoyo de las raíces permanecer fuerte en su lugar de siembra.

El crecimiento secundario se caracteriza por el aumento del grosor del tallo y es el resultado de la actividad de los denominados meristemos secundarios (cambium y felógeno). Este tipo de crecimiento es característico de las gimnospermas y la mayoría de las eudicotiledóneas arbóreas y arbustivas, y da como resultado la producción de madera.

Tanto para el cultivo de café, como para otros tipos de planta el ácido gibérelico se ha utilizado para inducir la elongación de tallos, muchas plantas que deben ser protegidas en alrededor de tallos para resistir las inclemencias se ha empleado dicha sustancia, además que para el café se requiere la fortaleza para sostener los frutos. Se ha evidenciado que este ácido puede revertir el efecto negativo de bajas temperaturas y ayudar a incrementar la altura de la planta, lo cual es importante para el café de altura que debe soportar dichas características de temperatura, además ayuda a retrasar la abscisión de brácteas, hojas e inflorescencia.

Los resultados obtenidos de las dos parcelas refieren una evidencia, que, si bien no es particularmente amplia, si se marca y que posteriormente será evaluada mediante herramientas

estadística. El mayor diámetro alcanzado en los brotes donde se aplicó El ácido gibérelico es de 16.60 y un mínimo de 0; en el grupo sin intervención, el mayor diámetro alcanzado fue de 16.44 y el mínimo de 0. Con medias en intervención de 9.71 y sin intervención 9.26 centímetros, lo cual da una diferencia de medias de 0.45 centímetros.

**Tabla 8.**

*Comparación de dos muestras por el método de muestras pareadas para la variable diámetro del tallo de las plantas en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia D = X1-X2	Desviación d = D - $\bar{D}$	d <sup>2</sup>
Planta 1	1	12.73	12.03	0.70	0.07	0.00
	2	11.21	10.49	0.71	0.08	0.01
	3	11.67	9.99	1.68	1.04	1.09
Planta 2	1	5.35	13.11	-7.76	-8.39	70.37
	2	9.11	10.14	-1.03	-1.66	2.77
	3	5.14	5.42	-0.28	-0.92	0.84
Planta 3	1	13.82	14.61	-0.79	-1.42	2.02
	2	10.44	10.77	-0.33	-0.97	0.93
	3	8.22	8.53	-0.31	-0.94	0.88
Planta 4	1	10.98	12.79	-1.81	-2.44	5.96
	2	10.13	9.61	0.52	-0.11	0.01
	3	8.37	8.19	0.18	-0.45	0.20
Planta 5	1	9.36	16.44	-7.08	-7.71	59.45
	2	13.74	14.34	-0.60	-1.23	1.52
	3	8.36	9.45	-1.08	-1.72	2.95
Planta 6	1	12.03	11.70	0.33	-0.30	0.09
	2	11.76	9.42	2.33	1.70	2.89
	3	11.87	4.29	7.58	6.94	48.23
Planta 7	1	10.72	12.01	-1.29	-1.93	3.71
	2	8.00	8.88	-0.89	-1.52	2.31
	3	0.00	10.94	-10.94	-11.58	134.01
Planta 8	1	10.09	10.40	-0.31	-0.94	0.89
	2	9.08	7.33	1.75	1.11	1.24
	3	6.73	2.74	3.99	3.36	11.28
Planta 9	1	9.23	9.92	-0.69	-1.32	1.76
	2	7.57	9.95	-2.38	-3.02	9.10
	3	8.09		8.09	7.46	55.60
Planta 10	1	16.06	10.11	5.95	5.31	28.24
	2	11.08	7.33	3.75	3.11	9.70
	3	10.85	7.33	3.51	2.88	8.30
Planta 11	1	10.39	11.19	-0.80	-1.43	2.05



	2	9.06	12.32	-3.26	-3.90	15.19
	3	8.69	0.00	8.69	8.05	64.86
No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia $D = X1-X2$	Desviación $d = D - \bar{D}$	$d^2$
Planta 12	1	12.75	10.76	1.99	1.35	1.83
	2	11.07	0.00	11.07	10.43	108.88
	3	8.79	10.76	-1.98	-2.61	6.82
Planta 13	1	8.61	12.87	-4.26	-4.89	23.94
	2	0.00	12.98	-12.98	-13.62	185.46
	3	7.53	4.93	2.61	1.97	3.90
Planta 14	1	13.81	9.06	4.74	4.11	16.90
	2	11.96	7.08	4.88	4.24	18.02
	3	11.24	7.33	3.91	3.28	10.74
Planta 15	1	12.53	9.53	3.00	2.36	5.58
	2	11.74	10.35	1.39	0.76	0.58
	3	10.51	0.00	10.51	9.88	97.54
Planta 16	1	11.45	10.79	0.66	0.03	0.00
	2	9.67	11.46	-1.79	-2.43	5.89
	3	8.69	8.17	0.53	-0.11	0.01
Planta 17	1	12.96	12.19	0.77	0.14	0.02
	2	12.09	7.37	4.72	4.08	16.68
	3	1.65	2.40	-0.75	-1.38	1.90
Planta 18	1	11.72	12.50	-0.77	-1.41	1.98
	2	7.78	12.31	-4.53	-5.16	26.66
	3	0.00	9.07	-9.07	-9.71	94.22
Planta 19	1	12.92	15.09	-2.17	-2.80	7.85
	2	9.29	9.40	-0.12	-0.75	0.56
	3	8.59	9.07	-0.49	-1.12	1.26
Planta 20	1	12.70	14.18	-1.48	-2.11	4.47
	2	12.65	13.22	-0.57	-1.20	1.44
	3	11.17	10.83	0.34	-0.29	0.09
Planta 21	1	8.22	9.57	-1.35	-1.98	3.93
	2	7.53	12.20	-4.66	-5.30	28.04
	3	7.53	9.07	-1.54	-2.17	4.72
Planta 22	1	8.51	7.24	1.27	0.63	0.40
	2	0.00	0.00	0.00	-0.63	0.40
	3	0.00	9.07	-9.07	-9.71	94.22
Planta 23	1	7.53	14.21	-6.68	-7.31	53.50
	2	9.25	12.91	-3.67	-4.30	18.50
	3	0.00	11.60	-11.60	-12.23	149.58
Planta 24	1	10.42	10.53	-0.12	-0.75	0.56
	2	12.24	9.80	2.44	1.81	3.26
	3	9.35	7.33	2.02	1.39	1.92
Planta 25	1	13.13	10.13	3.01	2.37	5.64
	2	11.53	13.89	-2.36	-2.99	8.97
	3	10.82	10.02	0.80	0.16	0.03

No. De plantas	No. Brote	Datos parcela A	Datos parcela B	Diferencia D = X1-X2	Desviación d = D - $\bar{D}$	d <sup>2</sup>
Planta 26	1	13.39	10.21	3.18	2.54	6.48
	2	13.34	0.00	13.34	12.70	161.37
	3	11.44	9.07	2.37	1.73	3.00
Planta 27	1	10.07	12.63	-2.56	-3.19	10.19
	2	10.92	13.08	-2.15	-2.79	7.76
	3	10.84	11.53	-0.68	-1.32	1.73
Planta 28	1	14.01	7.49	6.52	5.89	34.68
	2	14.04	8.17	5.87	5.23	27.39
	3	3.69	7.33	-3.65	-4.28	18.33
Planta 29	1	11.08	9.07	2.01	1.38	1.90
	2	9.75	9.07	0.68	0.05	0.00
	3	14.18	0.00	14.18	13.55	183.51
Planta 30	1	0.00	10.86	-10.86	-11.50	132.15
	2	8.11	12.39	-4.29	-4.92	24.20
	3	8.11	0.00	8.11	7.47	55.87
Planta 31	1	11.93	10.27	1.65	1.02	1.04
	2	10.49	9.38	1.11	0.48	0.23
	3	8.22	10.10	-1.88	-2.51	6.30
Planta 32	1	14.20	12.13	2.07	1.44	2.07
	2	11.45	9.69	1.76	1.13	1.27
	3	11.62	9.07	2.55	1.92	3.67
Planta 33	1	15.88	10.46	5.43	4.79	22.99
	2	13.69		13.69	13.06	170.49
	3	9.61	7.33	2.27	1.64	2.69
Planta 34	1	11.06	7.96	3.10	2.47	6.10
	2	12.75	7.53	5.22	4.59	21.03
	3	7.88	7.33	0.55	-0.08	0.01
Planta 35	1	9.81	9.15	0.65	0.02	0.00
	2	8.32	9.07	-0.76	-1.39	1.93
	3	10.24	0.00	10.24	9.61	92.31
<b>TOTAL</b>	---	<b>1020.03</b>	<b>953.51</b>	<b>66.52</b>	<b>0.00</b>	<b>2566.04</b>
<b>MEDIA</b>	---	<b>9.71</b>	<b>9.26</b>	<b>0.45</b>		

Como bien se ha indicado el diámetro del tallo es fundamental para la salud y resistencia de la planta, derivado que el café más productivo se debe de cargar de frutos y lograr un mejor rendimiento esperado, mientras antes se alcancen valores que garanticen su madures, mayor será su producción.

La comparación de pares demuestra que la variabilidad es reducida entre aplicación y el grupo no afectado con el ácido giberélico, aun así, demostrando un valor absoluto positivo de un mayor engrosamiento con 66.52 centímetros de diámetros totales y 0.45 en promedio. Lo cual indica una diferencia relativa que deberá ser evaluada mediante parámetros estadísticos para identificar una diferencia sensible.

**Tabla 9.**

*Prueba de “t” de Student para la variable altura del tallo de las parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberélico; Unión Cantinil, Huehuetenango, 2020.*

<b>Categoría</b>	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	9.714553407	9.257387142
Varianza	12.4647282	13.17626813
Observaciones	105	103
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	206	
Estadístico t	0.92054577	
P(T<=t) una cola	0.179182184	
Valor crítico de t (una cola)	1.652284144	
P(T<=t) dos colas	0.358364368	
Valor crítico de t (dos colas)	1.971546669	

Tal como se ha efectuado para el número de hojas y la altura del tallo, el diámetro se somete a la prueba de “t” de Student para dos muestras, con varianzas desiguales, en donde se obtuvieron datos comparados iguales en varianzas de la tabla anterior, para lo cual se procede al análisis estadístico P que permitirá conocer la diferencia real. Se emplean hipótesis de evaluación que son las siguientes:

Hipótesis nula H0: No hay diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del tallo por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberélico.

Hipótesis de trabajo H1: Si hay diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del tallo por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Resultados: Siendo  $P(T \leq t)$  dos colas = 0.358364368 > 0.05 aplicando la regla que indica que Si  $P(T \leq t)$  dos colas > 0.05 se acepta H0 y se rechaza H1; por lo cual el resultado indica que No hay diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del tallo por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico.

Por lo tanto, se determina que no existe significancia, se acepta la hipótesis H0 que indica la falta de diferencia estadística entre el diámetro del tallo por brote en parcelas con aplicación y sin aplicación de ácido giberelico, por lo tanto, si bien hay una diferencia absoluta y en medias, estadísticamente esta no es real valuado estadísticamente, o bien se necesitaran posteriores análisis con mayor número de datos.

## 4. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos sobre la evaluación del efecto del uso del ácido giberélico sobre el crecimiento vegetativo en el manejo de tejido tipo recepa en café, se identificó que tanto para el número de hojas, altura y diámetro del tallo se dieron cambios cuantificables en valores absolutos, y en la evaluación mediante la prueba de “t” de Student se identificó falta de evidencia estadística en el cambio producido en el número de hojas por brote; una diferencia real o estadística en la altura del tallo y la falta de diferencia en el diámetro del tallo.

Se determinó que el efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre el tiempo de brote en manejo de tejido tipo recepa en el cultivo de café fue evidente, debido al incremento absoluto en el número de hojas, así como en la altura y diámetro del brote.

La factibilidad económica del uso de ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café a través de indicadores económicos, durante un año de ejecución del proyecto, evidencia ser baja, ya que si bien es cierto los costos estimados del uso de la sustancia fue de Q3,243.00 por hectárea, los resultados fueron poco representativos, y se puede mejorar la salud de la planta, en cuanto a la mejora de su desarrollo.

## **5. RECOMENDACIONES**

Es necesario que, mediante el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA, así como de la Asociación Nacional del Café, ANACAFÉ, y otras entidades relacionadas se promueva la investigación del empleo del ácido giberélico en el cultivo de café, con el fin de identificar formas innovadoras de cultivo que mejoren su rentabilidad y con ello sea más competitivo a nivel internacional.

Se recomienda darle un seguimiento más amplio al experimento para demostrar otras variables como rendimiento y que los resultados sean más concluyentes

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, G. (2012). *Herramientas para orientar estrategias de poda de café de pequeños productores en Corquín, Copan, Honduras*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza escuela de posgrado, Facultad de agronomía, Turrialba.
- Anacafé. (2015). *Proyecto de cadena de valor rurales*. Recuperado el 24 de octubre de 2018, de Anacafe web site: <http://pcvr.anacafe.org/documents/10184/20760/Reporte-Tercer-A%C3%B1o.pdf/b1754cd6-778d-48d9-b0f4-1c644ab93894>
- Arcila, J. (2004). Anormalidades en la floración del cafeto. *Avances técnicos*, v, 2-8. Obtenido de Avances tecnicos.
- Caravero, S. (04 de agosto de 2010). *Engormix*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Engormix Web site: <https://www.engormix.com/agricultura/foros/foro-sobre-fisiologia-vegetal-t11547/>
- Carvajal, F. (1958). *Estudio preliminar sobre la respuesta del cafeto al ácido giberélico*. Revista de Biología tropical, Ciudad universitaria San José del SITICA, Laboratorio Químico de Investigaciones Agronómicas, Costa Rica.
- Cenicafé. (2011). *Factores que determinan la productividad del cafetal septiembre 2011: CENICAFE*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Cenicafé Web site: [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/clima](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/clima)
- Coral, L. (2012). Manejo integrado de plagas y enfermedades, poda y fertilización en el cultivo de café. *Guía Técnica, ll*.
- Díaz, C. (2013). *Evaluación inicial de la poda esquelética y fertilización foliar (órgano-mineral) y apoyo en la producción de café (Coffea arábica l.) a pequeños productores de la aldea negro norte, municipio de morales departamento de Izabal, Guatemala, c. a*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Duval, R. (2006). Hormonas vegetales crecimiento y desarrollo de la planta. *Grower Talks, 1*, 22-25.

- Engormix. (5 de junio de 2016). *Engormix*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Engormix Web site: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cafe-clima-suelos-t26410.htm>
- Estrada, P. (2015). “*Severidad de (hemileia vastatrix). en plántones de cuatro variedades de (Coffea arabica l.) en río Negro Satipo*”. tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad nacional del centro del Perú, Facultad de ciencias agrarias, Satipo.
- Fernández, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Sevilla, España.
- FUNDESYRAM. (2010). *Biblioteca Agroecología FUNDESYRAM*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de FUNDESYRAM web site: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2729>
- Gaoha, G. (2014). *aplicación de cuatro reguladores vegetales en la potencialidad productiva del limón sutil en la cooperativa Los Guayacanes cantón Arenillas*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencia Agropecuarias, Guayacanes.
- García, D. (2012). *Efecto de la aplicación de dosis de silicio más abonos orgánicos en la poda de rehabilitación en plantas de café variedad Catimor en el distrito de Alonso De Alvarado Roque - provincia de Lamas*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, facultad de ciencias agrarias, Perú.
- González, M. (2007). *Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor (Brassica oleraceae L.) var. Botrytis DC*. Tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de agronomía, Colombia.
- Guarachi, P. (2015). *Técnica del descope – poda alta en café (Coffea arabica l.) variedad Catuai, en tres colonias productoras del municipio de Caranavi – La Paz*. Tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad mayor de San Andrés, Facultad de agronomía, La Paz.
- Hernández, H. (2013). *Evaluación del efecto de hormonas reguladoras de crecimiento y tres tipos de podas en (Pinus cembroides Zucc.) en Saltillo, Coahuila*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de agronomía, Saltillo, Coahuila.
- Jiménez, E. (2016). *Plagas de cultivos*. Managua, Nicaragua.



- Krauss, R. (3 de Junio de 2017). *Misiones online*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Misiones online Web site: <https://misionesonline.net/2017/06/03/conoce-los-aportes-nutricionales-del-cafe-cuanto-debemos-tomar-dia-aprovecharlos/>
- López, J., & Pappa, F. (24 de julio de 2013). *Anacafé*. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de Anacafé Web site: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Renovacion-de-cafetales-2013>
- Luna, N. (24 de febrero de 2016). *El universal*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de El universal Web site: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/menu/2016/02/24/el-cafe-que-supera-las-alturas>
- Marassi, M. (20 de marzo de 2007). *Hipertextos del área de la biología*. Recuperado el 10 de septiembre de 2018, de Biología Web site: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>
- MARN. (2016). *Proyecto paisajes productivos resilientes al cambio climático y redes socioeconómicas fortalecidas en Guatemala: 2016*. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de MARN web site: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/9809.pdf>
- Matías, O. (2010). “*Manejo del tejido productivo por surco o ciclo de 3 Años (poda alta o descope) del Café (Coffea arabica, Rubiaceae) en finca Nueva América, La Reforma, San Marcos*” . tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar , Facultad de ciencias ambientales y agrícolas , Quetzaltenango.
- Mestre, A., & Ospina, H. (2000). Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en las fincas cafetaleras. *Avances técnico*, 8.
- Omeño, M., Ovalle, A., García, R., & Garnica, J. (2007). *Manejo agroecológico del cultivo de café*. Mérida, Venezuela.
- Orozco, E. (2010). *Estudio realizado sobre el manejo de tejido productivo por surco ciclo de tres años (poda o descope) del café (Coffea arabica)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.

- Ortíz, P. (3 de septiembre de 2016). *Infobiología*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Infobiología Web site: <https://www.infobiologia.net/2016/09/hormonas-vegetales-giberelinas.html>
- Pérez, D. (23 de junio de 2012). *It agrícola*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de It agrícola Web site: <https://perezguarinos.wordpress.com/2012/06/23/efectos-fisiologicos-de-las-principales-fitohormonas/>
- Pérez, R. (2013). *Evaluación de la recepada, bajo dos intensidades luminosas en el cultivo de café (Coffea canephora), en la provincia de Guantánamo, El Salvador*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad del Zamorano, Facultad de Agronomía, Honduras.
- Ramírez, J. (2011). *Guía técnica para el cultivo del café*. Heredia, Costa Rica.
- René, M. (14 de Febrero de 2015). *La tribuna*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de La Tribuna Web site: <http://www.latribuna.hn/2015/02/14/tipos-de-poda-en-el-manejo-de-los-cafetales/>
- Restrepo, L. (2013). *Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de (Coffea arabica l.) y su impacto frente al cambio climático*. Tesis de grado, Magister en desarrollo sostenible y medio ambiente, Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables y Económicas, Manizales.
- Rodríguez, W. (2017). Poda correcta del café. *Información y comunicación*, 1.
- Ruiz, E. (2016). *Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de (cordia alliodora)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencia Ambientales, Quevedo.
- Rutte, R. (2016). *Evaluación de la poda de renovacion como práctica cultural para la producción sostenible de (Coffea arabica)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Perú.
- Sandoval, A. (8 de noviembre de 2015). *Anacafé*. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de Anacafé Web site: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Sistemas\\_de\\_poda](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Sistemas_de_poda)
- Segeplan. (2018). *Descargas SINIT*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Segeplan web site: <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/servicios/sistemas-en-linea/sinit>

- Segundo, H. (2008). *Estudio de cinco métodos de manejo de plántulas para inducir la brotación de basales en la variedad de rosa Blush de los Andes en la empresa Rose Connection. Tupigachi, Cantón Pedro Moncayo*. Tesis de grado, Ingeniero Agropecuario, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencia Agropecuarias y Ambientales, Quito.
- Trichodex. (13 de Septiembre de 2016). *Trichodex*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Trichodex Web site: <https://www.trichodex.com/aplicacion-de-las-hormonas-vegetales-en-los-cultivos/>
- Valverth, M., & William, O. (2014). *Manejo de tejido en el cultivo de café*. Guatemala .
- Vásquez, M., & Peña, E. (6 de Octubre de 2016). *Anacafé*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Anacafé Web site: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cuidados\\_a\\_la\\_semilla\\_cafe](https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cuidados_a_la_semilla_cafe)
- Velásquez, R. (2015). Recomendaciones y consideraciones para la renovación exitosa de una plantación. *Boletín técnico*(v), 14.
- Villatoro, D. (2014). *Efecto de la citoquinina (cypu) sobre el cuaje y rendimiento de minisandía (citrullus lannatus), cucurbitaceae; Estanzuela, Zacapa*. Tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de ciencias ambientales y agrícolas , Zacapa .
- Villatoro, R. (1997). *Evaluación del efecto de choreque como abono verde y cinco niveles de fertilización química en maíz*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Villeda, A. (20 de Junio de 2013). *Anacafé*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de Anacafé Web site: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Manejo\\_del\\_tejido\\_productivo](https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Manejo_del_tejido_productivo)
- Weaver, R. (2000). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Distrito Federal, México, México.
- Zapata, N. (2013). *Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de (coffea arábica l.) y su impacto frente al cambio climático*. Tesis de grado, Magister en desarrollo sostenible y medio ambiente., Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables y Económicas.

## 7. ANEXOS

**Tabla 10.**

*Presupuesto desglosado proyecto uso del ácido giberélico en manejo de tejido tipo recepa en café (coffea arabica); Union Cantinil, Huehuetenango.*

Conceptos	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>A. Costos directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos agrícolas</b>				
Fertilizante 18-6-12	Kg	14	Q. 3.50	Q. 49.00
Fertilizante 20-20-0	Kg	14	Q. 4.00	Q. 56.00
Ácido Giberelico BIOGIB 10 SP	20 gramos	2	Q. 25.00	Q. 50.00
Control de enfermedades	0.250 litros de Ciclon, Fungicida Triazol	1	Q. 150.00	Q. 150.00
Control de plagas	1 litro de Carbendazim	1	Q. 60.00	Q. 60.00
<b>Sub Total</b>				<b>Q365.00</b>
<b>2. Mano de obra</b>				
Actividades de manejo de tejido tipo recepa.	Jornal	2	Q. 91.00	Q. 182.00
Limpia	Jornal	3	Q. 91.01	Q. 273.00
Fertilización	Jornal	2	Q. 91.02	Q. 182.00
Aplicaciones de ácido giberelico.	Jornal	1	Q. 91.03	Q. 91.00
<b>Sub Total</b>				<b>Q728.00</b>
<b>B. Costos Indirecto (Fijo)</b>				
Arrendamiento del terreno	media cuerda	1	Q. 150.00	Q. 150.00
<b>Sub Total</b>				<b>Q150.00</b>
<b>Total</b>				<b>Q1,243.00</b>

**Tabla 11.**

*Cronograma de trabajo*

Planificación	Programación 2019												2020	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Enero	Febrero
1. Manejo de tejido tipo: (recepta)														
2. Aplicación de ácido giberelico														
3. Fertilización.														
4. Control de maleza														
5. Control de enfermedades														
6. Control de plagas.														
7. Manejo de sombra														
8. Registro de datos														
9. Análisis de datos														
10. Gira de campo														
11. Presentación de informe final														