

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-  
CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS  
EN SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*), EN LA  
GRANJA AGRÍCOLA, CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE,  
COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

**ALEJANDRA MARÍA CABRERA QUEZADA**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, NOVIEMBRE DE 2016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA  
EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS  
EN SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*), EN LA  
GRANJA AGRÍCOLA, CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE,  
COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**POR**

**ALEJANDRA MARÍA CABRERA QUEZADA  
200642077**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL  
TÍTULO DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, NOVIEMBRE DE 2016**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS  
RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**CONSEJO DIRECTIVO**

<b>PRESIDENTE:</b>	Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
<b>SECRETARIO:</b>	Ing. Geol. César Fernando Monterroso rey
<b>REPRESENTANTE DOCENTES:</b>	Licda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj
<b>REPRESENTANTE EGRESADO:</b>	Lic.admón. Fredy Fernando Lemus Morales
<b>REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:</b>	PEM. César Oswaldo Bol Cú Br. Fredy Enrique Gereda Milián

**COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

**COORDINADOR DE LA CARRERA**

Ing. Agr. M. Sc. Sandra Anabella Tello Coutiño

**COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

<b>COORDINADOR</b>	Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz
<b>VOCAL</b>	Ing. Agr. M. Sc. Alex Chen Chiquin.

**REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO**

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz

**REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz

**ASESOR**

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 15 de julio de 2016.  
Ref.: 15-A-252/2016.

Señores  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera de Agronomía  
CUNOR.

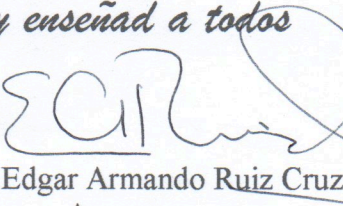
Señores:

Por este medio informo a ustedes que en mi calidad de Asesor del Trabajo de Graduación del Informe de la Práctica Profesional Supervisada, de la estudiante **Alejandra María Cabrera Quezada** supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado **“Evaluación de tres tratamientos pre germinativos en semilla de aguacate (*Persea americana*), en la granja agrícola, Centro Universitario del Norte, Cobán, Alta Verapaz”**.

Al respecto puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le de el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de PPS.

Atentamente,



*Id y enseñad a todos*  
  
Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz  
Asesor

c.c. archivo





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVERSITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 17 de febrero de 2016  
Ref. 15-A-255/2016

Señores:  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de tres tratamientos pre germinativos en semilla de aguacate (*Persea americana*), en la granja agrícola, Centro Universitario del Norte, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Alejandra María Cabrera Quezada** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente



*“Id y enseñad a todos”*

*Sandra Anabella Tello Coutiño*

Ing. Agr. M.Sc. Sandra Anabella Tello Coutiño  
Revisor de Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía  
CUNOR- USAC

c.c. archivo





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 05 de septiembre de 2016  
Ref. 15-A-256/2016

Señores:  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de tres tratamientos pre germinativos en semilla de aguacate (*Persea americana*), en la granja agrícola, Centro Universitario del Norte, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Alejandra María Cabrera Quezada** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



*“Id y enseñad a todos”*

Ing. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz  
Revisor de Redacción y Estilo  
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía –CUNOR–

c.c. archivo





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 18 de noviembre de 2016  
Ref. 15-A-353/2016

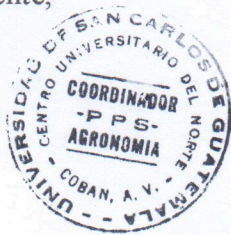
**Licenciado Zootecnista:**  
**Erwin Gonzalo Eskenasy Morales**  
**Director del Centro Universitario del Norte,**  
**CUNOR - USAC**

Señor Director:  
Saludos cordiales

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de tres tratamientos pre germinativos en semilla de aguacate (*Persea americana*), en la granja agrícola, Centro Universitario del Norte, Cobán, Alta Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Alejandra María Cabrera Quezada** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pre-grado; por lo que solicito se le dé el trámite correspondiente a fin de que el estudiante Cabrera Quezada, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,




*“Id y enseñad a todos”*

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz  
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera de Agronomía  
CUNOR- USAC

c.c. archivo

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el informe final de Práctica Profesional Supervisada titulado "Evaluación de tres tratamientos pre germinativos en semilla de aguacate (*Persea americana*)", como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Producción Agrícola.



Alejandra María Cabrera Quezada

200642077



## **RESPONSABILIDAD**

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera, es la responsable de la estructura y forma.”

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

## **AGRADECIMIENTO A:**

### **DIOS**

Por la sabiduría, fortaleza, ya que gracias a él estoy llegando a esta parte de mi vida que sin él nada se podría lograr.

### **MIS PADRES**

José Ángel Cabrera Cruz (Q.E.P.D) y Blanca Guillermina Quezada Ramos, por su apoyo, dedicación, esmero y por sobre todo su amor, porque éste logro es tanto mío como de ellos.

### **HERMANOS**

Jeasmin, Fernando y Guerson, por su apoyo y que los quiero mucho

### **MIS TIOS**

Arturo, Rudy, Olga, Rosana, Enma, Carmelina, gracias por su cariño y apoyo

### **PRIMOS**

Maria Jose, Sergio, Luis, Jose Juan, Sebastian y a mis demás primos gracias por su cariño

### **MI HIJO:**

Regalo de Dios en mi vida, a mi esposo Armando por su cariño y apoyo.

### **AMIGOS**

Alejandra, Diana, Mónica, Rosana, Leybi, Meliza, Rony, Heimo, Stive, y a todos aquellos amigos que no mencioné, gracias por su amistad y apoyo en todo momento.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7

## CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes	9
1.2 Revisión de literatura	11
1.2.1 Clasificación taxonómica	11
1.2.2 Descripción	11
1.2.3 Origen	12
1.2.4 Métodos de propagación	12
a. Propagación asexual	12
b. Reproducción sexual	13
1.2.5 Procesos de germinación	14
a. Fase de hidratación	14
b. Fase de germinación	14
c. Fase de crecimiento	15
1.2.6 Tratamiento de las semillas	16
1.2.7 Requerimientos del cultivo	17
a. Factores que intervienen en la germinación	17
b. Condiciones climáticas	17
1.2.8 Velocidad de germinación	18
1.2.9 Principales enfermedades de la semilla	21
a. Condiciones favorables para las enfermedades	21
b. Propagación de las enfermedades	21



1.3 Sustrato	21
a. Puzolana	21
b Ventajas de la puzolana	22
1.3.1 Control Fitosanitario	22
a. Ácido giberélico	22
b. Biogib 10 PS	232
1.4 Hipotesis	23

## CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Descripción general del área	26
2.1.1 Localización geográfica	26
2.1.2 Características climáticas	26
2.1.3 Características ecológicas	26

## CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del experimento	27
3.1.1 Modelo estadístico	27
3.1.2 Tamaño del experimento	27
3.1.3 Variables respuestas	28
3.2 Descripción de los tratamientos	28
3.2.1 Método tradicional (testigo)	28
3.2.2 Método de corte	29
3.2.3 Método de corte con hormona	29
3.3 Manejo del experimento	30
3.3.1 Construcción de estructura	30
3.3.2 Sustrato	30
3.3.3 Semilla	30
a. Obtención de la semilla	30
3.4 Manejo agronómico	31
3.5 Recursos	32

## CAPÍTULO 4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados	33
4.1.1 Variable diámetro del tallo	34

4.1.2 Variable porcentaje de germinación	36
4.1.3 Variable altura de la planta	38
4.1.4 Variable de peso de raíz	40
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	51

## ÍNDICE DE CUADROS

1	Tratamientos de la investigación	26
2	Promedios de los tratamientos	31
3	Diámetro del tallo de aguacate (mm) ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	32
4	Análisis de varianza del diámetro del tallo (mm) ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	32
5	Prueba de tuckey para el diámetro del tallo (mm) ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	33
6	Porcentaje de germinación del cultivo de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	34
7	Análisis de varianza de porcentaje de germinación de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	35
8	Prueba de tuckey para porcentaje de germinación ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	35
9	Altura de la planta (cm) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	36
10	Análisis de varianza de altura de la planta (cm) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	37
11	Peso de raíz fresca (gr) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013	37
12	Análisis de varianza de peso de raíz fresca (gr) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán alta Verapaz de 2013	38
13	Peso de raíz seca (gr) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán alta Verapaz de 2013	38
14	Análisis de varianza de peso de raíz seca (gr) de aguacate ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán alta Verapaz de 2013	39



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Diámetro del tallo ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013        | 33 |
| 2 | Porcentaje de germinación ( <i>Persea americana</i> ) bajo condiciones de invernadero en Cobán Alta Verapaz de 2013 | 35 |

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta de germinación en semilla de aguacate (*Persea americana*) a la aplicación de diferentes tratamientos pre germinativos, para producir patrones de alta calidad que ayuden al productor y al viverista.

Esta investigación se hizo para optimizar la reproducción de aguacate mediante el manejo de la semilla antes de la siembra con tal de disminuir las pérdidas de germinación, ya que estas se pueden tratar para una mayor germinación. La investigación se realizó en los meses de mayo a julio del 2013 en el Centro Universitario del Norte, Cobán A.V, para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar.

Los tratamientos que se utilizaron fueron método de corte, método de corte con hormona y se estableció un testigo que fue manejado de forma tradicional. Las semillas fueron sembradas en tierra blanca (aluvión) bajo condiciones de invernadero. El tratamiento que tuvo un mejor comportamiento fue el método de corte con hormona.

Existió diferencia significativa en cuanto a las variable de grosor del tallo y porcentaje de germinación de aguacate. No existió diferencia significativa en cuanto a la altura de planta, peso fresco y peso seco de la raíz; lo anterior debido a que las giberelinas actúan sobre el grosor del tallo y las hojas de la planta.

Para uso del viverista o del agricultor se debe tomar en cuenta el método de corte con hormona ya que lo que se requiere es un buen grosor de tallo.





## INTRODUCCIÓN

El árbol del aguacate (*Persea americana*) es un frutal originario de México y Centro América. Existen tres razas diferentes: raza mexicana (*Persea americana var. drymifolia*), raza guatemalteca (*Persea americana var. guatemalensis*) y raza antillana (*Persea americana var. americana*); cada una de estas variedades tienen una serie de características agronómicas como la calidad del fruto, tamaño del fruto y características de la pulpa y la semilla.

La propagación de aguacate se puede hacer de dos formas: asexual y sexual. Entre estas formas puede ser por medio de estacas, ácodos, esquejes, injertos; la mayoría de productores o viveristas de aguacate prefieren la forma asexual, ya que por la otra forma lleva mucho tiempo.

La semilla debe provenir de plantas que hayan llegado a su madurez fisiológica y los frutos a escoger deben ser cosechados directamente del árbol y no los que se encuentren caídos en el suelo, debido a que pueden dar lugar a la existencia de hongos así como también pudrición del fruto.

Durante esta investigación se trató de evitar que las semillas presentaran una respuesta negativa a los tipos de pregerminación con la remoción de la testa haciendo cortes basal y apical además de aplicarles una hormona de crecimiento ( $GA_3$ ) para poder conocer su efecto en la semilla y la manera de actuar en la planta.

El trabajo se realizó durante los meses de mayo a julio de 2013, con un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones.

Se consideraron diferentes variables respuesta como lo fueron el porcentaje de germinación, grosor del tallo, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y altura de la planta. La finalidad fue proporcionar tanto al productor como al viverista, una alternativa para mejorar la propagación de la semilla de aguacate.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La propagación por semilla exige la aplicación de varios tratamientos pre germinativos con el fin de alcanzar un adecuado porcentaje de germinación. La semilla requiere de un riego entre 30 a 60 días para que recupere su metabolismo, es necesaria la rehidratación de sus tejidos, existe un 45% de germinación en cuanto al ataque de enfermedades; que puede ser afectada por la temperatura y la materia orgánica.

El cultivo del aguacate tiene un bajo porcentaje de germinación, debido a los fenómenos fisiológicos como la madurez, viabilidad de las semillas, agua, temperatura; que impiden el crecimiento y desarrollo de la semilla. Por lo que se requirió aplicarle una giberlina para conocer su efecto en la semilla de aguacate, su principal función es la interrupción del periodo de latencia de las semillas.

Estos fenómenos fisiológicos que afectan la germinación hacen indispensable aplicarle también una hormona de crecimiento, para acelerar el proceso de desarrollo y elevar el porcentaje de crecimiento y aplicar a una concentración adecuada con sus diferentes métodos pre germinativos, para determinar cuál es la que presenta mejores resultados respecto al proceso germinativo. Otros tratamientos son: tipos de corte transversal y apical removiéndole la testa para acelerar el proceso de germinación.

Se desconoce exactamente cuál es el porcentaje de germinación, razón por lo que se hizo una búsqueda de una respuesta eficaz y eficiente que ayude a Mejorar al agricultor. Se conocen algunas técnicas comunes en las que se ha

4

trabajado para que germinen, pero no el efecto que va a tener la giberlina en la semilla.

## JUSTIFICACIÓN

La reproducción por semilla de aguacate presenta limitaciones propiamente así como el tiempo efectivo que tarda realizarse debido a la viabilidad de la semilla, madurez, temperatura y el agua. Por lo que es importante evaluar y mejorar el porcentaje de crecimiento para asegurar el éxito de la planta desde la pre germinación.

Se puso a disposición una aplicación de hormona y también un corte, con el objetivo de remover la testa para que la hormona actuara sobre el embrión de la semilla. Por lo que se realizaron técnicas para mejorar el porcentaje de germinación ya que es necesario asegurar el éxito de la planta desde la pre germinación. Para así tener un buen patrón; ya que es lo que busca alcanzar y lograr el agricultor en un mínimo de tiempo.





## OBJETIVOS

### General

Evaluar la eficiencia de los tratamientos de pre germinación en semilla de aguacate (*Persea americana*) en la granja agrícola, Centro Universitario del Norte, Cobán.

### Específicos

Determinar el efecto de hormonas de crecimiento para acelerar la germinación en la semilla de aguacate.

Saber cual es la causa de la semilla que tarda en germinar respecto a otros tipos de semillas.

Determinar qué tipo de corte aplicado a la semilla proporcionará a la misma un mayor porcentaje de germinación

Comparar el porcentaje de germinación con respecto al método tradicional y el método de corte con hormona.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

J. Flórez Medina<sup>1</sup>, menciona tres tratamientos propuestos en la pre germinación de aguacate los cuales son: semilla con corte de candado y corte basal, semilla con testa y sin corte. La que mejor dio resultado en cuanto a la germinación de semilla de aguacate fue la de semilla con corte de candado y corte basal.

Marcos Tómalas<sup>2</sup>, evaluó tratamientos para aumentar la germinación en la semilla de aguacate utilizando los métodos de fungicidas con un control hidrotérmico, el que mejor le dio resultado fue someter la semilla en fungicida sembrada en sombreado y sembrada en invernadero.

E. Bilbao<sup>3</sup>, en su estudio de tratamientos pregerminativos en semilla de *Fagus sylvatica* L. evaluó varios tratamientos pregerminativos como, mecánico, fungicida e hidrotérmico con varios tipos de sustrato. Donde obtuvo mejores resultados fue el tratamiento mecánico con el sustrato de arena en cuanto a las condiciones del clima y el tipo de tratamiento para el tipo de semilla.

---

<sup>1</sup>Flórez Medina, Jesús. *Evaluación de dos tratamientos pregerminativos de la semilla de aguacate*. 2 011. <http://es.scribd.com/doc/112642808/Practica-de-Aguacate-Con-Fotos> (23 de febrero de 2 013).

<sup>2</sup>Tómalas, Marcos. *Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en semilla de aguacate*, 2 002. [http://zamo-oti 02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2002/T1618.pdf](http://zamo-oti 02.zamorano.edu/tesis_infolib/2002/T1618.pdf) (23 de febrero de 2013)

<sup>3</sup>Bilbao, Enrique. *Estudio de tratamiento pregerminativos de la semilla de Fagus sylvatica L.* 2 010. <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1> (4 marzo 2014)

Rojas Marcos<sup>4</sup>, realizó ensayos para mejorar la germinación en nance (*Byrsonima crassifolia*) en diferentes concentraciones de ácido giberélico con diferentes secados a temperatura ambiente, secado bajo sol y refrigerado, el que dio mejor resultado fue un remojo de 24 horas con ácido giberélico y secado bajo el sol.

---

<sup>4</sup>Rojas Marcos. *Ensayos para mejorar la germinación de nance*, 1 998.  
<http://hdl.handle.net/11036/2843> (4 de marzo de 2014)

## 1.2 Revisión de literatura

### 1.2.1 Clasificación taxonómica

El aguacate pertenece a la familia Lauraceae, el nombre científico es *Persea americana* y la clasificación taxonómica se anota a continuación.

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dialipétala

Orden: Ranales

Familia: Lauraceae

Especie: *Persea americana*

Variedad *drymifolia* de raza mexicana

Variedad americana de raza antillana

Variedad *guatemalensis* de raza guatemalteca<sup>5</sup>

### 1.2.2 Descripción

En Guatemala encontramos plantaciones de aguacate, en cultivo o como árboles dispersos, tanto mejorados como criollos. Los encontramos desde la costa hasta la parte alta de Guatemala. El fruto es una drupa de color verdoso y piel fina o gruesa, según la especie. Cuando está maduro, la pulpa tiene una consistencia como de mantequilla dura y su sabor recuerda levemente al de la nuez, es muy rico en grasas y proteínas.

---

<sup>5</sup>*Aguacate (Persea Americana Mill)*. Ecoaldea, 2000. <http://www.tlahui.com/medic/medic28/aguacate.htm>. (23 de febrero de 2013)

Se utiliza principalmente en la alimentación, como complemento de todo tipo de comidas, y de su rica materia grasa puede extraerse un aceite utilizado en la industria cosmética y farmacéutica.<sup>6</sup>

### 1.2.3 Origen

Se cree que tuvo su origen en Centro América, una especie cercana "*Persea schiedeana*", conocida comúnmente como "Chucte" "Chautte" (El Progreso), "Xucte" (Zacapa) "Aguacate de monte" (Huehuetenango) se encuentra creciendo en estado silvestre especialmente en Alta Verapaz conocido como "ahuacuahuitl".<sup>7</sup>

### 1.2.4 Métodos de propagación

#### a. Propagación asexual

Muchas plantas tienen la capacidad de reproducirse asexualmente, ya sea por regeneración de órganos vegetativos como raíces y tallos o por un proceso por el cual se produce el desarrollo asexuado de la semilla. Estas son semillas con embriones donde el origen es totalmente materno y provienen de tejido que tiene doble cromosoma que rodea el saco embrionario. Entre las desventajas de la reproducción asexual tenemos la desaparición de ese genotipo en cambios ambientales desfavorables.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-. *Recomendaciones técnicas para el cultivo del aguacate*. <http://www.icta.gob.gt> (23 de febrero de 2013).

<sup>7</sup>Ibid.

<sup>8</sup>Hartmann Hudson T. y Kester Dale E. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. México: Editorial. Continental, 1981.



Muchas plantas que se reproducen asexualmente, intermitentemente utilizan la reproducción sexual, esto es para producir nuevos genotipos y que pueda ocurrir selección natural. Un clon es un organismo o grupo de organismos que derivan de otro a través de un proceso de reproducción asexual (no sexual). El término se ha aplicado tanto a células como a organismos, de modo que un grupo de células que proceden de una célula única también se considera un clon. Por lo general, los miembros de un clon tienen características hereditarias idénticas, es decir sus genes son iguales, con excepción de algunas diferencias a causa de las mutaciones.<sup>9</sup>

#### **b. Reproducción sexual**

La forma natural de reproducción del aguacate por semilla presenta un inconveniente fundamental: el carácter de diferentes cruces de razas de aguacate hace que no tengan las mismas características. Al no conseguirse el arraigo de esquejes o estaquillas, no ha sido posible obtener por estos sistemas series clonales a partir de un individuo que tuviera unos caracteres determinados que se desearan propagar; esta continuidad de una planta única se consigue injertando sobre patrones obtenidos por semilla más o menos diferentes, yemas o brotes de la variedad que se desee propagar.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup>Ibid.

<sup>10</sup>Avilán, L. Et. Al. *Manual de fruticultura*. <http://es.scribd.com> (18 de febrero de 2013)

### 1.2.5 Procesos de germinación

La germinación es el conjunto de fenómenos que ocurren cuando el embrión contenido de la semilla pasa de la vida latente a la vida activa. Ocurre cuando las reservas nutritivas son movilizadas por la acción de las semillas en condiciones de temperatura y humedad adecuada.<sup>11</sup>

En el proceso de germinación podemos distinguir tres fases:

#### a. Fase de hidratación

La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.<sup>12</sup>

#### b. Fase de germinación

Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. Hasta esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegar incluso a detenerse. Es el proceso mediante el cual el embrión se desarrolla hasta convertirse en planta.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Ibid.

<sup>13</sup> Ibid.

### c. Fase de crecimiento

Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.<sup>14</sup>

La duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas también están afectadas por las condiciones del medio, como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante es la relación con el metabolismo de la semilla. La primera fase se produce tanto en semillas vivas y muertas y, por tanto, es independiente de la actividad metabólica de la semilla.

Sin embargo, en las semillas viables, su metabolismo se activa por la hidratación. La segunda, constituye un período de metabolismo activo previo a la germinación en las semillas viables o de inicio en las semillas muertas. La tercera se produce sólo en las semillas que germinan y obviamente se asocia a una fuerte actividad metabólica que comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de las reservas. Por tanto los factores externos que activan el metabolismo, como la temperatura, tienen un efecto estimulante en la última fase.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Universidad Politécnica de Valencia. Germinación de semillas, tema 17. (en línea) Consultado 25 febrero 2013. Disponible en <http://www.euita.upv.es>

### 1.2.6 Tratamiento de las semillas

Cada tipo de semilla necesita un tratamiento pre germinativo para poder germinar: escarificado, estratificado, inmersión en agua caliente o a temperatura ambiente, lixiviación con agua corriente, estimulantes químicos. Una parte importante de las especies poseen algún impedimento para que germinen sus semillas<sup>16</sup>. Esto puede deberse a dos causas:

Cuando el medio no es favorable para el crecimiento vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o por una temperatura inadecuada. A este tipo de inhibición se le llama quiescencia.<sup>17</sup>

Este tipo de inhibición se denomina latencia o dormancia. En la naturaleza, el efecto de esos controles sirve para preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con períodos del año en que las condiciones naturales son favorables para la supervivencia de las plántulas. Estos mecanismos son en particular importantes para plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en las regiones muy cálidas y secas o frías, en donde las condiciones ambientales, después de la diseminación de las semillas, pueden no ser favorables para la germinación inmediata.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup>Ibid.

<sup>17</sup>Ibid.

<sup>18</sup>Patiño, F. *Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1983

### 1.2.7 Requerimientos del cultivo

Una de las grandes ventajas del aguacate en su adaptación a diversos climas, que va desde el nivel del mar hasta 3000 metros de altura.<sup>19</sup>

#### a. Factores que intervienen en la germinación

La germinación es una secuencia de eventos, influenciada directamente por varios factores internos y externos que interactúan permanentemente. Dentro de los factores externos, están principalmente la humedad, temperatura, luz, oxígeno, CO<sub>2</sub> y sustratos. Los factores internos que intervienen en la germinación son, la activación metabólica en general y la regulación genética particular.<sup>20</sup>

#### b. Condiciones climáticas

Condiciones climáticas que necesita para la germinación de semilla de aguacate:

- Temperaturas medias anuales entre 20 y 26 °C
- Temperaturas no inferiores a -5 °C
- No persistencia, durante muchos días, a temperatura de 0°C
- Humedad atmosférica elevada
- Pluviosidad anual entre 800- 2000 mm repartida durante todo el año, con una intensidad durante los meses cálidos.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup>Ibid

<sup>20</sup>Ibid.

<sup>21</sup>Galan Saúco. 1 990. Los frutales tropicales en los subtrópicos. Madrid, España. Ediciones Mundial prensa. 133 p. [bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2799/1/T1021.pdf](http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2799/1/T1021.pdf). (23 de febrero de 2 013)

No resiste la sequedad del aire ni los vientos demasiados fuertes, el crecimiento está alrededor de 25 a 30 °C en el día y 15 a 20 °C durante la noche. El cultivo puede tolerar hasta temperaturas de 40 °C, pero una exposición prolongada a estas con una humedad relativa baja, resulta en estrés y pérdida de rendimientos del cultivo.<sup>22</sup>

### 1.2.8 Velocidad de germinación

La velocidad de germinación es el porcentaje de número de semilla de una muestra determinada que germina dentro de un periodo determinado. También se define como el porcentaje en número de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación máxima, que generalmente significa el número máximo en días más rápidos. La velocidad de germinación es una prevención para la semilla y del germen que produce.<sup>23</sup>

El interés de la velocidad de la germinación se basa en la teoría de que probablemente solo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables son capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada provocará consecuencias negativas.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup>Ibid.

<sup>23</sup>Ibid.

<sup>24</sup>Ibid.



### 1.2.9 Principales enfermedades de la semilla

La podredumbre de las raíces es la enfermedad más grave que ataca al aguacate. Es producida por el hongo del suelo Tinta del Castaño (*Phytophthora cinnamomi*), que destruye el sistema radicular ocasionando la muerte del árbol, de aquí la importancia de la propagación de esta enfermedad.<sup>25</sup>

#### a. Condiciones favorables para evitar las enfermedades

Seleccionar adecuadamente el suelo; principalmente con relación al drenaje, los suelos arcillosos deben descartarse y ser tolerantes ó resistentes. Debe evitarse plantar en suelos arcillosos y con mal drenaje. La temperatura del suelo debe ser entre 21 y 30°C.<sup>26</sup>

#### b. Propagación de las enfermedades

Entre las mencionadas son, por medio del agua del riego; que puede pasar de zonas infectadas a zonas sanas dentro de una misma plantación. Movimiento en el traslado hacia la tierra por medio de aparatos de labranza y paso de animales.<sup>27</sup>

### 1.3. Sustrato

#### a. Puzolana

La puzolana (tierra blanca) proveniente de cenizas volcánicas se produce a partir de mezclas de hidrato de cal y

---

<sup>25</sup> Plagas y enfermedades del cultivo del aguacate. [http://www.icia.es/icia/download/noticias/Eduardo\\_Torres.pdf](http://www.icia.es/icia/download/noticias/Eduardo_Torres.pdf). (23 de febrero de 2013)

<sup>26</sup>Ibid.

<sup>27</sup>Ibid.

puzolana, con una proporción promedio de 70% de puzolana y 30% de cal.

### **b. Ventajas de la puzolana**

- Mejora en la resistencia frente al agua.
- Mejora defensa ante los sulfatos y cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión.
- Disminución del calor de hidratación.
- Menor necesidad de agua.<sup>28</sup>

### **c. Propiedades de la puzolana**

Las propiedades de las puzolanas dependen de la composición química y la estructura interna. Se prefiere puzolanas por los tres principales óxidos  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Controla la temperatura y el tiempo de residencia del material.<sup>29</sup>

## **1.3.1 Control Fitosanitario**

### **a. Ácido giberélico**

El ácido giberélico es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas. La respuesta fisiológica de los vegetales tratados dependerá del estado de desarrollo en que se encuentran.<sup>30</sup>

Es un estimulador de crecimiento caracterizado por sus efectos fisiológicos y morfológicos. Actúa a concentraciones

---

<sup>28</sup>Ibid.

<sup>29</sup>Ibid.

<sup>30</sup> Sustancia Activa, Acido Giberelico. <http://www.tecnicoagricola.es/acido-giberelico/>. (23 de febrero de 2013)

extremadamente bajas; su función es traslocar en el interior de la planta. Su efecto más claro consiste en acelerar el crecimiento vegetativo de las plantas. Se debe a la elongación de las células, además actúa rompiendo la dormancia de las semillas, acelera la germinación de algunas semillas. Rompe la dormición de los órganos vegetativos.<sup>31</sup>

### **b.Biogib 10 PS**

Su composición es: (GA<sub>3</sub>) al 10%. Es un regulador de crecimiento vegetal hecho a base de ácidos giberélicos. Presentado en forma de polvo humectable para ser utilizado en diferentes cultivos. Optimiza el amarre y el desarrollo vegetativo. La aplicación puede ser directamente a la semilla y por aspersión al follaje.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup>Ibid.

<sup>32</sup>*Nutrición vegetal*.[www.corporacionagriflife.com/nutricion.htm](http://www.corporacionagriflife.com/nutricion.htm). (23 de febrero de 2013)

#### **1.4 Hipotesis**

Se espera que el tratamiento que consiste en método de corte con hormona de crecimiento, proporcione los mejores resultados en cuanto a pre germinación de la semilla de aguacate, así como en diámetro del tallo, peso fresco de raíz y peso seco de la raíz.



## **CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA**

#### **2.1.1 Localización geográfica**

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del invernadero del Centro Universitario del Norte, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, en la finca Sachamach, aproximadamente a 2.5 Km de la cabecera. Dicho lugar se encuentra localizado geográficamente en las coordenadas 16° 21' 11" de latitud Norte y 90° 23' 16" longitud Oeste.<sup>33</sup>

#### **2.1.2 Características climáticas**

El área de la finca Sachamach reportó las siguientes condiciones en el año 2013.

- |                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| • Altitud (sobre el nivel del mar) | 1,323 m            |
| • Temperatura media anual          | 19.8 °C            |
| • Temperatura máxima promedio      | 28.5 °C            |
| • Temperatura mínima promedio      | 13.2 °C            |
| • Precipitación anual              | 2,385 mm           |
| • Humedad relativa media anual     | 82 % <sup>34</sup> |

---

<sup>33</sup> Geografía de Guate.com. Geografía. <http://www.deguate.com/municipios/pages/alta-verapaz/cobán/geografía.php#.VkJ4LrcvfiW> (23 de febrero de 2013)

<sup>34</sup> Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEH-. Tarjetas de control meteorológico. Estación Cobán: INSIVUMEH (sin publicar).

### 2.1.3 Características ecológicas

Según el sistema de clasificación de Holdridge, esta zona de vida corresponde al bosque muy húmedo subtropical frío. Según la clasificación de climas de thornthwaite, describe que el área presenta un clima templado, con abundante vegetación natural.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> De la Cruz, Jorge René. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge*. Guatemala: INAFOR 1976

## CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Descripción del experimento

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones.

#### 3.1.1 Modelo estadístico

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + E_{ij}^{36}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Condiciones homogéneas antes de aplicar los tratamientos.

$D_i$  = Efecto de la  $i$ -ésimo procedimiento de germinación.

$E_{ij}$  = Error Experimental.<sup>37</sup>

#### 3.1.2 Tamaño del experimento

La investigación se realizó en un invernadero con un área de 200 m<sup>2</sup>, en los cuales cada tratamiento midió 0.80 \* 0.60 metros que estuvieron capacitados para 16 plantas; y a la vez por cada repetición, por lo que en total se tuvieron 144 plantas para el experimento.

---

<sup>36</sup> Reyes Castañeda, Pedro. Diseños de Experimentos Aplicados. Mexico: Editorial. Trillas, 1 990.

<sup>37</sup> Ibid



**CUADRO 1**  
**Tratamientos de la investigación**

<b>Tratamiento</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Métodos</b>
1	T1	Tradicional (testigo)
2	T2	Corte
3	T3	Corte y hormona

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013.

### **3.1.3 Variable respuesta**

- 1) Porcentaje de germinación
- 2) Grosor de tallo (mm)
- 3) Peso fresco de raíz (gr)
- 4) Peso seco de raíz (gr)
- 5) Altura de la planta (cm)

## **3.2 Descripción de los tratamientos**

Los tratamientos aplicados de pre germinación en semilla de aguacate fueron;

### **3.2.1 Método tradicional (testigo)**

Este método consiste en colocar la semilla con testa y sin corte, sin aplicarle ningún tratamiento.

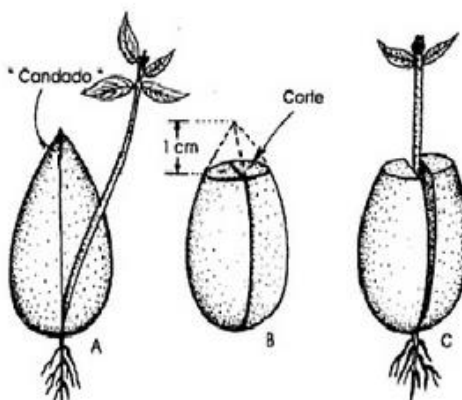
### 3.2.2 Método de corte

Este tratamiento consiste en la remoción de la testa de la semilla, combinado con un corte basal de dos milímetros y un corte apical de dos milímetros, remojándolas así durante una hora para remoción de la testa.

### 3.2.3 Método de corte con hormona

Este tratamiento consistió en la remoción de la testa de la semilla, combinado con un corte basal de dos milímetros y un corte apical de dos milímetros. Sumergiéndola en una hormona de crecimiento (biogib) durante una hora. El biogib es un ácido giberélico ( $Ga_3$ ) es un estimulante de crecimiento vegetal hecho con base en ácido giberélico de 10% y un 90% de material inerte.

**Figura 1**  
**Corte de la punta de la semilla del aguacate**



**Fuente:** Carvalho, Francisco. El aguacate, Editorial R.A. Mexico. 1966.

### **3.3 Manejo del experimento**

#### **3.3.1 Construcción de estructura**

La estructura fue construida con madera, puesto que esta es la más adecuada para el sistema de pre germinación.

Para el experimento se necesitaron 9 cajas germinadoras, con las siguientes medidas: 0.80 metros de longitud, 0.60 metros de ancho y 0.25 metros de alto forrada de nylon de polietileno negro para evitar que se drene el sustrato en la base de la caja.

#### **3.3.2 Sustrato**

Para la evaluación se utilizó tierra blanca (aluvión) para mantener la humedad necesaria para suministrar las raíces, cada caja necesitó aproximadamente 0.12 m<sup>3</sup> de tierra blanca la cual se obtuvo de una montaña.

#### **3.3.3 Semilla**

##### **a. Obtención de la semilla**

Las semillas que se utilizaron en el experimento fueron de árboles criollos, para aprovechar sus propiedades de resistencia a enfermedades, mayor crecimiento radicular y adaptabilidad a los suelos para que al desarrollar sean luego utilizados como patrones o portainjertos en la producción.

Dichos frutos fueron seleccionados con criterios de madurez y calidad para lograr características similares en la semilla.

Debido a que algunos frutos seleccionados no lograban el nivel de madurez fue necesario dejarlo unos días más al ambiente para lograr su madurez.

### **3.4 Manejo agronómico**

Se sembraron las semillas a una profundidad de 5 cm a un distanciamiento de 20 entre hilera y 10 entre planta, en el sustrato de tierra blanca. Este sustrato fue utilizado debido a la capacidad de retención de humedad que posee, debido a los altos requerimientos de la semilla.

Debido a que cada semilla requiere 1 L de agua por día según la literatura, para no sufrir de un estrés hídrico ya que esta fue sembrada bajo condiciones de invernadero, el sustrato fue mojado periódicamente.

Ocho días después de la siembra se le aplicó la hormona ( $GA_3$ ), con repeticiones cada 8 días con la finalidad de acelerar el crecimiento embrionario, aplicándole 1 g de la hormona por cada 16L de agua. En cada tratamiento se aplicó 5,33 L de solución.

En el momento que la planta alcanzó los 10 centímetros de altura, se le aplicó un insecticida de ingrediente activo Tiametoxam a los diferentes tratamientos y repeticiones; que controla de forma rápida y duradera múltiples plagas para que así las plantas no fueran atacadas y para poder obtener los datos que se requieren.

La toma de datos fue cada 8 días después de la germinación, cuando cumplió los 20 días; se realizó la toma de datos de raíz fresca. Se puso a secar la raíz fresca envuelta en papel periódico a las dos semanas se procedió a pesarla. Para saber cuánto de biomasa había perdido.

### 3.5. Recursos

- Invernadero
- Contenedores de madera
- Plástico negro
- Tierra blanca
- Semilla
- Hormona de crecimiento
- Regadera de plástico
- Insecticida
- Libreta de campo
- Regla
- Vernier
- Navaja
- Pala
- Cubeta
- Metro

## CAPÍTULO 4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos según las variables evaluadas, los datos del cuadro 2 son los promedios generales de cada uno de los tratamientos con sus repeticiones. Luego se presentan las deducciones de cada variable que se evaluó.

**CUADRO 2**  
**Promedios de los tratamientos**

<b>RESPUESTA</b>	<b>Método tradicional</b>	<b>Método con corte</b>	<b>Método con corte más hormona</b>
<b>% germinación</b>	54.16	75	89.58
<b>Diámetro del tallo (mm)</b>	0.271	0.307	0.406
<b>Altura de la planta (cm)</b>	9.633	9.766	15.08
<b>Peso de raíz fresca (gr)</b>	3.725	3.073	3.986
<b>Peso de raíz seca (gr)</b>	0.4	0.576	0.727

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013

En el cuadro anterior se puede apreciar de forma general los resultados obtenidos en la investigación de los tratamientos germinativos de semilla de aguacate (*Persea americana*).

#### 4.1.1 Variable diámetro del tallo

Los datos obtenidos de la variable de diámetro del tallo (expresada en milímetros), durante las mediciones realizadas se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**Diámetro del tallo (mm) de aguacate (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento Repetición	Método Tradicional (T1)	Método de corte (T2)	Método de corte más hormona (T3)	Y.j
1	0.275	0.30	0.403	0.978
2	0.253	0.3	0.418	0.971
3	0.287	0.323	0.397	1.007
$\bar{x}$	0.271	0.307	0.406	0.985
$\sum Y_i$	0.815	0.923	1.218	2.956
$\sum Y_i^2$	0.6642	0.8519	1.4835	2.9996

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

**Cuadro 4**  
**Análisis de varianza del diámetro del tallo (mm) (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fo	Ft	C
Tratamientos	2	0.02901089	0,01450544	73.673250	5.99	S
Error	6	0.00118133	0,00019688			
Total	8	0.03019222				

S=significativo

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

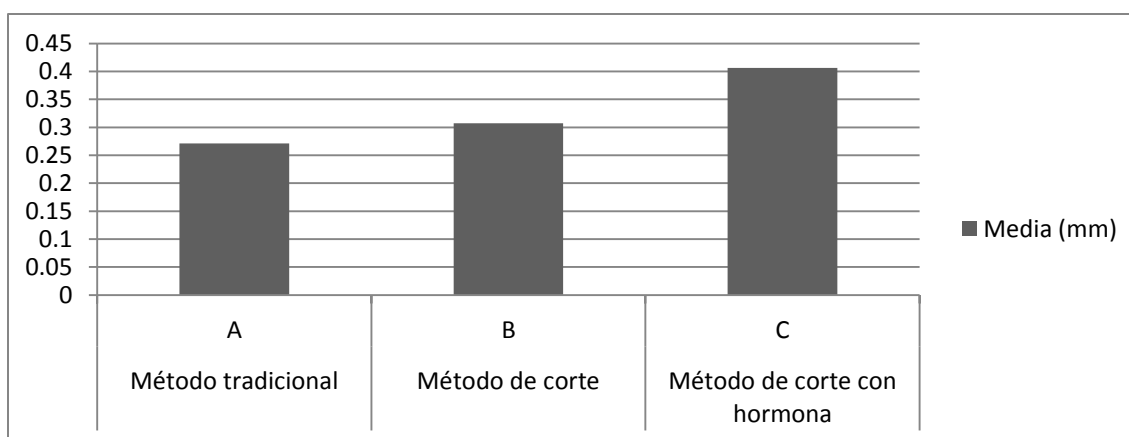
El cuadro 4 de acuerdo al análisis de varianza indica que los tratamientos producen un efecto distinto y que las diferencias entre las medias es significativa, al menos uno de ellos fue diferente del resto. Por lo que es necesario realizar una prueba de comparaciones de medias Tuckey al 5% (cuadro 5).

**CUADRO 5**  
**Prueba de comparaciones de medias Tuckey al 5%, para el diámetro del tallo (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Tuckey	Media (mm)
Método tradicional	A	<b>0.271</b>
Método de corte	B	<b>0.307</b>
Método de corte con hormona	C	<b>0.406</b>

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013.

**GRÁFICA 1**  
**Diámetro del tallo (mm) (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013

En lo que se refiere al diámetro del tallo de aguacate (*Persea americana*) existe diferencia significativa (ver gráfica 1) con los diferentes métodos, que se respaldan con los datos obtenidos en la presentación de resultados, análisis de varianza y la prueba de Tuckey para la variable diámetro de tallo para el cultivo del aguacate.



El tratamiento que tuvo mejor función fue el de corte con hormona de crecimiento ya que este estimula la elongación del tallo; su función principal es sostener y transportar los fotosintetizados (carbohidratos y otros compuestos) durante la fotosíntesis. El tratamiento de corte con hormona tuvo mejor presentación ya que el biogib actúa sobre el grosor del tallo del aguacate y esto hace que se tenga mejor grosor para poder utilizarlo para injertación; el de corte sin hormona no tuvo mucho grosor ya que no se le aplicó ninguna hormona ya que en el tiempo que germinó fue poco y esto hizo que tuviera un grosor medio.

#### 4.1.2 Variable porcentaje de germinación

En el cuadro 6 se muestran los promedios con respecto al porcentaje de germinación.

**CUADRO 6**  
**Porcentaje de germinación del cultivo de aguacate (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Método Tradicional	Método de corte	Método de corte más hormona	Y.j
1	50	81.25	87.5	72.91
2	62.5	62.5	100	75
3	50	81.25	87.5	72.91
$\bar{X}$	54.16	75	89.58	74.30
$\sum Y_i$	162.5	225	277.08	221.52
$\sum Y_i^2$	8906.25	17109.375	25312.5	51328.125

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013

Por los datos obtenidos se muestra que hay diferencia significativa respecto a los tratamientos por lo tanto fue necesario realizar el ANDEVA (cuadro 7).

**CUADRO 7**  
**Análisis de varianza de porcentaje de germinación de aguacate**  
**(*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán,**  
**A.V., 2013.**

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fo	Ft	C
Tratamientos	2	1247.21	623.61	8.94	0.0159	S
Error	6	418.55	69.76			
Total	8	1665.76				

S= Significativo

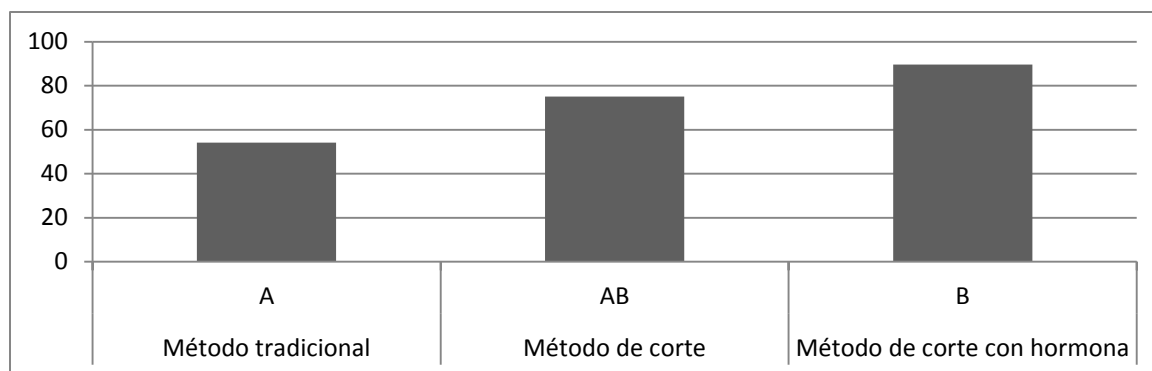
Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

**CUADRO 8**  
**Prueba de comparaciones de medias Tuckey 5%, del porcentaje**  
**de germinación (*Persea americana*) bajo condiciones de**  
**invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Tuckey 1	Media
Método tradicional	A	54.16
Método de corte	AB	75
Método de corte con hormona	B	89.58

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

**GRÁFICA 2**  
**Porcentaje de germinación (*Persea americana*) bajo**  
**condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**



Fuente: Investigación de campo. Año 2013

En cuanto a la aplicación de la hormona, la variable porcentaje de germinación mostró significancia que puede ser atribuida a la interrupción del periodo de latencia. En comparación al testigo hubo diferencia respecto a la germinación ya que esta cumplió su periodo de latencia, mostrando problemas en cuanto a enfermedades y plagas.

#### 4.1.3 Variable altura de la planta

Los datos obtenidos de la variable de altura de la planta (cm), durante las mediciones realizadas se muestran en el cuadro 9.

**CUADRO 9**  
**Altura (cm) de la planta de aguacate (*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Método Tradicional	Método de corte	Método de corte más hormona	Y.j
1	8.35	7.73	11.6	27.68
2	8.66	11.5	18.79	38.95
3	11.89	10.07	14.85	36.81
$\bar{X}$	9.63	9.77	15.08	34.48
$\sum Y_i$	28.9	29.3	45.24	103.44
$\sum Y_i^2$	286.0902	293.4078	708.1466	1287.6446

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013.

**CUADRO 10**  
**Análisis de varianza de altura de la planta (cm) de aguacate**  
**(*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán,**  
**A.V., 2013.**

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fo	Ft	C
Tratamientos	2	57.92	28.957733	4.252368	0.07078	NS
Error	6	40.86	6.8097888			
Total	8	98.77				

NS= No significativo

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

**CUADRO 11**  
**Peso de raíz fresca (gr) de aguacate (*Persea americana*) bajo**  
**condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Método Tradicional	Método de corte	Método de corte más hormona	Y.j
1	3.85	2.48	3.27	9.6
2	3.925	3.22	4.68	11.825
3	3.4	3.52	4.01	10.93
$\bar{X}$	3.725	3.07	3.98	10.785
$\sum Y_i$	11.175	9.22	11.96	32.355
$\sum Y_i^2$	41.7881	28.9092	48.6754	119.3733

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

**CUADRO 12**  
**Análisis de varianza de peso de raíz fresca (gr) de aguacate**  
**(*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán,**  
**A.V., 2013.**

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fo	Ft	C
Tratamientos	2	1.33	0.66365	2.30279	0.18107	NS
Error	6	1.73	0.28819			
Total	8	3.06				

NS= No significativo

Fuente: Investigación de campo. Año 2013

#### 4.1.4 Variable de peso de raíz

Los datos obtenidos durante las mediciones se muestran en el cuadro 13.

**CUADRO 13**  
**Peso de raíz seca (gr) de aguacate (*Persea americana*) bajo**  
**condiciones de invernadero. Cobán, A.V., 2013.**

Tratamiento	Método Tradicional	Método de corte	Método de corte más hormona	Y.j
1	0.2	0.4	0.47	1.07
2	0.45	0.58	0.86	1.89
3	0.55	0.65	0.85	2.05
$\bar{X}$	0.4	0.54	0.72	1.67
$\sum Y_i$	1.2	1.63	2.18	5.01
$\sum Y_i^2$	0.545	0.9189	1.683	3.1469

Fuente: Investigación de campo. Año 2013.

De acuerdo a los datos mostrados en el cuadro 13 fue necesario realizar el análisis de varianza de la variable grosor del tallo (cuadro 14), para saber si es significativo según los datos obtenidos.

**CUADRO 14**  
**Análisis de varianza de peso de raíz seca (gr) de aguacate**  
**(*Persea americana*) bajo condiciones de invernadero. Cobán,**  
**A.V., 2013.**

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fo	Ft	C
Tratamientos	2	0.16	0.080688	2.75170	0.14189	NS
Error	6	0.18	0.029323			
Total	8	0.34				

NS= No significativo

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2013.

Los resultados obtenidos de los cuadros: 10, 12 y 14 muestran el análisis de varianza de las variables altura de la planta, raíz fresca y raíz seca de los tres métodos de pre germinación bajo condiciones del invernadero. No existe significancia pues la diferencia no refleja grandes cambios, por lo que no se realizó la gráfica ya que no se vería diferencia, según la muestra de análisis de varianza para las diferentes variables; no tuvo ningún efecto sobre sobre los métodos de tratamiento pre germinativos.

La hormona ( $GA_3$ ) de crecimiento no afecta el desarrollo de la raíz de la planta ni la altura, debido que este actuará sobre el grosor del tallo de la planta. Para eso sirve la hormona de crecimiento esta no actúa sobre la raíz ya que se necesita grosor para poder tener un buen patrón para realizar el injerto.

En cuanto a la raíz, la hormona de crecimiento hace que por medio de ella esta absorba los nutrientes que tiene para que actúe

en el xilema y floema del tallo. Ya que esta interviene en la movilización de sustancias durante la germinación de las semillas, también cumple la función de controlar el crecimiento y grosor del tallo.

Dentro de las variables evaluadas, se obtuvo diferencia significativa en el grosor del tallo y porcentaje de germinación; mientras que la altura de planta, el peso fresco de la raíz y el peso seco de la raíz, estadísticamente no presentan diferencia significativa.

La aplicación de los tratamientos, de acuerdo a los resultados, indica que estos benefician el crecimiento primario del aguacate, es decir, un aumento en el grosor del tallo. Debido a que la hormona de crecimiento es un ácido giberélico que actúa en el proceso de germinación promoviendo el crecimiento en el embrión de una semilla. El embrión libera las giberelinas y esta llega al endospermo de la semilla, luego permite la inducción de enzimas.

Los mejores resultados fueron el tratamiento de corte con hormona de crecimiento. Ya que la hormona estimula la división y el alargamiento celular que afecta a los tallos y hojas de las plantas y tener un mejor patrón en cuanto al diámetro del tallo.

Una de las enfermedades encontradas en los diferentes tratamientos fue (*Phytophthora cinnamomi*) conocida como tinta del castaño, esta comienza a dañar las raíces absorbentes (secundarias) causando su pudrición en la raíz primaria del aguacate, luego se le aplicó un fungicida preventivo con el ingrediente activo sulfato cuprocálcico al 42%, fungicida formulado a base de óxido cuproso.

Los tres métodos aplicados tuvieron una buena adaptación a las técnicas aplicadas dentro del invernadero, así también se pudo observar qué ventajas se tuvieron en cuanto a las labores culturales del cultivo para poder obtener buenos resultados bajo condiciones del invernadero.





## CONCLUSIONES

La forma más rápida para la pre germinación de aguacate es por medio del corte del candado, se le realizó una aplicación de la hormona de crecimiento ya que esta actuará en el dicotiledón de la semilla y hace que acelere el desarrollo ya que en otro modo permanecería en dormancia. Lo que se quiere lograr es una rápida formación de la semilla.

El efecto de la hormona de crecimiento en la semilla juega un papel vital en la regulación del crecimiento y desarrollo en los órganos y procesos metabólicos celulares, que en última instancia controla todas las áreas dentro del ciclo de vida de la planta; las giberalininas también pueden interrumpir el período de latencia de la semilla natural y provocar el comienzo de los procesos de germinación.

Una de las causas importantes por la que la semilla tarda en germinar por factores internos o externos, es la madurez de la semilla ya que esta ha terminado su desarrollo, por su finalización en cuanto al embrión. La viabilidad es otra causa por el almacenamiento y porque agotan sus reservas nutritivas. Así también la humedad durante la germinación, en exceso puede dañar el embrión hasta llegar a la pudrición por lo que es necesario tener un control en cuanto al potencial hídrico.

El mayor porcentaje de germinación fue el método de corte y corte con hormona ya que a estos métodos se les aceleró cortándolos en forma de candado para que así la humedad emergiera sobre la radícula, el agua llega al

embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal donde actuó también la hormona de crecimiento, esta acelera la germinación y corta el tiempo de latencia de la semilla sobre el óvulo.

El método de corte con hormona, fue uno de los que tuvo mejor porcentaje en cuanto a la germinación por la humedad que se mantuvo; así también por la temperatura la cual es un factor que afecta a la germinación; lo que también influyó fue el ácido giberélico para acelerar la germinación y remoción de testa ya que todo esto facilita aumentar el porcentaje de germinación; en cuanto a lo tradicional en su germinación fue más tardada porque la semilla requiere de suficiente aire, que permite una adecuada disponibilidad de oxígeno y de dióxido de carbono ya que solo se le aplicó potencial hídrico.

## RECOMENDACIONES

Para incrementar el porcentaje de desarrollo de aguacate, utilizar el método de corte más hormona ya que se tuvo un alto porcentaje de germinación. A la vez aplicar reguladores de crecimiento a diferentes concentraciones, para estimular el grosor del tallo ya que lo que se pretende es tener un buen grosor para poder utilizar la planta como patrón de injerto.

Tener cuidado especial durante la evaluación de germinación, ya que se considera un punto crítico en la producción, debido a que un corte mal ejecutado a la semilla puede dar lugar a la infección por algunas enfermedades de la semilla.

Realizar una comparación de germinación en una aplicación de fungicidas a la semilla y una aplicación de tratamiento hidrotérmico para ver las ventajas y desventajas que podría presentar. Y poder obtener un porcentaje de semillas.

Probar con otros tipos de tratamientos para poder acelerar la germinación y lograr un alto porcentaje en un tiempo rápido, ya que la semilla es muy dura y tiene una latencia retardada para la germinación.

Aplicar un fungicida a la semilla para así evitar cualquier patógeno y no tener problemas a la hora del desarrollo, especialmente con la Tinta del Castaño ya que esta actuará sobre la raíz primaria y secundaria de la planta.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguacate (Persea Americana Mill)*. Eco aldea, 2 000. <http://www.tlahui.com/medic/medic28/aguacate.htm>. (23 de febrero de 2013).
- Avilán, L. Et. Al. *Manual de fruticultura*. <http://es.scribd.com> (18 de febrero de 2013).
- Bilbao, Enrique. *Estudio de tratamiento pregerminativos de la semilla de Fagussylvatica L*". 2 010. <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1> (4 marzo 2014).
- Flórez Medina, Jesús. *Evaluación de dos tratamientos pregerminativos de la semilla de aguacate*. 2 011. <http://es.scribd.com/doc/112642808/Practica-de-Aguacate-Con-Fotos> (23 de febrero de 2013).
- Germinación de semillas*. <http://www.euita.upv.es> (25 febrero de 2013).
- Germinación de semillas de aguacate*. <http://www.euita.upv.es> (25 de febrero de 2013).
- Hartmann Hudson T. y Kester Dale E. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. México: Editorial Continental, 1981.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-. *Recomendaciones técnicas para el cultivo del aguacate*. <http://www.icta.gob.gt> (23 de febrero de 2013).
- Nutrición vegetal*. <http://www.corporacionagrilife.com/nutricion.htm> (23 de febrero de 2013).
- Patiño, F. *Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1983.
- Plagas y enfermedades del cultivo del aguacate*. [http://www.icia.es/icia/download/noticias/Eduardo\\_Torres.pdf](http://www.icia.es/icia/download/noticias/Eduardo_Torres.pdf) (23 de febrero de 2013).

*Qué es una puzolana?* <http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>. (23 de febrero de 2013).

Sáuco, Galán. *Los frutales tropicales en los subtrópicos*. Madrid, España. 990bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2799/1/T1021.pdf (23 de febrero de 2013).

*Sustancia activa, acido giberelico.* <http://www.tecnicoagricola.es/acido-giberelico/>. (23 de febrero de 2013).

Tómala, Marcos. *Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en semilla de aguacate*, 2002. [http://zamo-oti.02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2002/T1618.pdf](http://zamo-oti.02.zamorano.edu/tesis_infolib/2002/T1618.pdf) (23 de febrero de 2013).

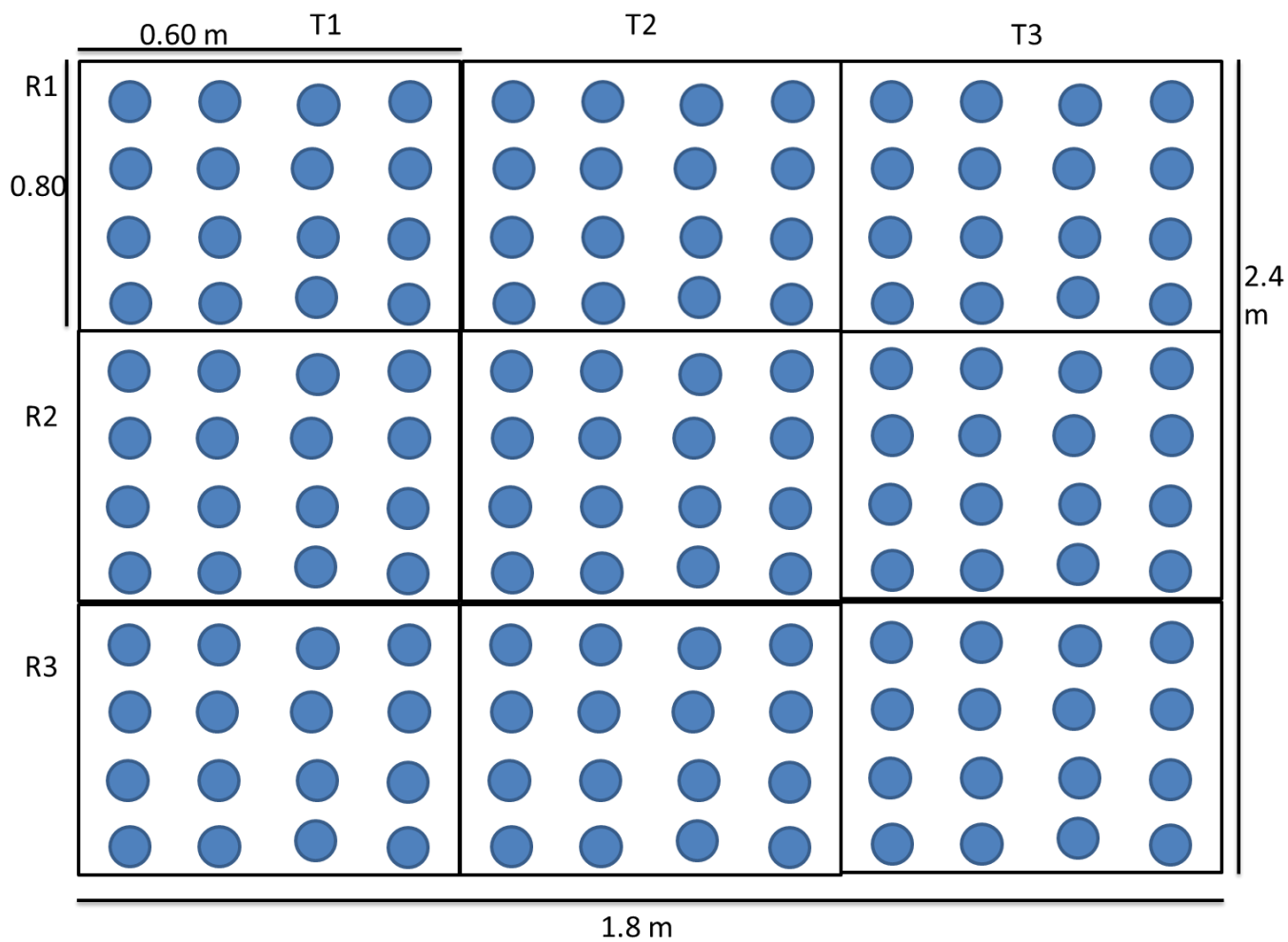


V.O.B.  
*[Handwritten signature]*

Adán García Véliz  
 Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
 Bibliotecario



## ANEXOS ESQUEMA EXPERIMENTAL



**Elaborado por:** Alejandra María Cabrera Quezada. Año 2013



## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Abril				Mayo				Junio				Julio			
	semanas				semanas				semanas							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza del lugar de trabajo	x															
Colocación de camas germinativas	x															
Desinfección del suelo con gasificante	x															
Siembra		x														
Riego			x													
Monitoreo de las condiciones ambientales del experimento		x	x	x	x	x	x	x	X	X	x	x				
Aplicación del tratamiento hormonal (T3)				x		x		x		X		x				
Riego para todos los tratamientos	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	x	x				
Toma de datos del experimento				x		x		x		X		x				
Secado de la raíz fresca													x			
Trabajo de gabinete													x	x	x	x

**Elaborado por:** Alejandra María Cabrera Quezada. Año 2013.



No. 313-2016

# USAC - CUNOR

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte



El director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

## TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Al trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN SEMILLA DE AGUACATE (*Persea americana*), EN LA GRANJA AGRÍCOLA, CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE, COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

Presentado por el (la) estudiante:

**ALEJANDRA MARÍA CÀBRERA QUEZADA**

Autoriza el

# IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 21 de noviembre de 2016

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

DIRECTOR

