

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

Trabajo de graduación presentado por Alexander Tzay Tun para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Agroforestal

Guatemala,

2022

Evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




Evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

Trabajo de graduación presentado por Alexander Tzay Tun para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Agroforestal


Guatemala,

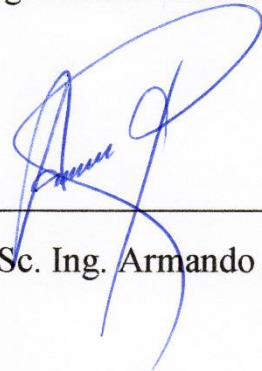
2022

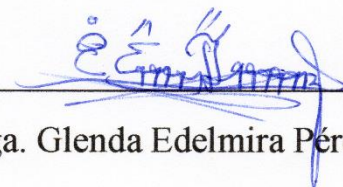
Vo. Bo.:

(f) 
Inga. Glenda Edelmira Pérez García

Tribunal Examinador:

(f) 
MA. Ing. Manuel Zacarías Ixmatá Guarchaj

(f) 
MSc. Ing. Armando José Cutz Tax

(f) 
Inga. Glenda Edelmira Pérez García

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 21 de abril de 2022

PREFACIO

Agradezco a Dios por acompañarme en mi proceso de crecimiento académico y, permitirme lograr las metas propuestas y dar un paso más hacia el éxito.

Agradezco el apoyo incondicional que me brindó mi familia en mi transcurso de aprendizaje por la Universidad, a mi padre por sus sabios consejos y apoyo incondicional durante mis estudios, a mi madre que estuvo ahí presente asegurándose que no me faltara nada, a mis hermanos quienes me apoyaron cuando más requería ayuda, durante mis pasos por la universidad, la animación mutua para luchar en nuestros procesos de aprendizaje, a mis tíos y primos por la motivación continua en este recorrido, así también mis amigos por la animación en seguir adelante.

Agradezco a la Ing. Glenda Pérez, por asesorar el trabajo realizado, así mismo a los ingenieros Arnoldo Bulux y Armando Cutz por la ayuda en la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

PREFACIO	v
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
A. OBJETIVO GENERAL	3
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III. HIPÓTESIS.....	4
A. HIPÓTESIS NULA.....	4
B. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	4
IV. JUSTIFICACIÓN.....	5
V. MARCO TEÓRICO	6
A. SEMILLA	6
1. Tipos de semillas	6
2. Gimnosperma	6
a. Las coníferas.....	6
b. Las cícadas.	6
c. Ginkgophytas.....	7
d. Gnetophytas.....	7
3. Angiospermas.....	7
a. Monocotiledóneas.....	7
b. Eudicotiledóneas o dicotiledóneas	7
B. BIODIVERSIDAD.....	8
1. La biodiversidad y su importancia.....	8
2. La biodiversidad de las especies medicinales	8
C. TAXONOMÍA	9
D. EL GÉNERO STEVIA.....	9
E. <i>Stevia polycephala</i> Bertol.....	10
F. USO.....	10
1. Como planta medicinal.....	10

a.	Indicaciones.....	10
b.	Vía de administración. Oral.....	10
c.	Dosificación.....	10
d.	Contraindicaciones.....	10
e.	Lugar donde se encuentra.....	10
2.	Planta nodriza.....	11
3.	Información general.....	11
G.	TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.....	12
1.	Latencia o letargo de las semillas.....	12
2.	Duración de la dormición.....	12
3.	Tipos de latencia.....	12
4.	Tratamiento pregerminativo de lixiviación (agua).....	14
a.	Remojo en agua.....	14
b.	Remojo en agua caliente.....	14
H.	SUSTRATOS.....	16
1.	Características físicas.....	16
2.	Características químicas.....	17
3.	Características biológicas.....	17
4.	Sustrato ideal.....	17
a.	¿Existe el sustrato ideal?.....	17
5.	El almácigo.....	18
6.	Peat moss.....	18
7.	Lombricompost.....	18
8.	Broza de montaña.....	18
VI.	METODOLOGÍA.....	19
A.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	19
1.	Colindancias.....	19
B.	CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	19
1.	Clima.....	19
2.	Flora y fauna.....	20
C.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	20
1.	Recolección de semillas.....	20
2.	Sustratos.....	20
a.	Los sustratos evaluados fueron:.....	20
3.	Siembra.....	20

4.	Lugar de trabajo.....	21
5.	Embolsado.....	21
6.	Riego.....	21
D.	Tratamientos pregerminativos.....	21
1.	Tratamiento pregerminativo (A1): inmersión en agua a 50°C, por 10 minutos.	21
2.	Tratamiento pregerminativo (A2): inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	21
3.	Testigo.....	22
4.	Siembra de las semillas.....	22
5.	Limpia o deshierbe.....	22
6.	Semisombra.....	22
7.	Conteo de las semillas germinadas.....	22
E.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	23
1.	Porcentaje de germinación de semillas.....	23
2.	Días de germinación.....	23
3.	Altura de la planta al día 70.....	23
F.	PLAN EXPERIMENTAL.....	23
1.	Modelo estadístico:.....	23
2.	Análisis de datos:.....	23
3.	Diseño experimental.....	23
4.	Número de repeticiones.....	23
5.	Factor A.....	23
a.	Primer factor.....	23
6.	Factor B.....	24
a.	Segundo factor.....	24
7.	Croquis de distribución de los tratamientos.....	24
8.	Materiales para la ejecución del experimento.....	25
a.	Herramientas y materiales utilizadas:.....	25
9.	Fases del experimento:.....	25
VII.	RESULTADOS.....	26
A.	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.....	26
B.	DÍA DE GERMINACIÓN.....	27
C.	GERMINACIÓN.....	28
D.	ALTURA DE LA PLANTA.....	28
VIII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30

A.	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.....	30
B.	DÍAS DE GERMINACIÓN	32
C.	ALTURA DE LA PLANTA.....	34
D.	NÚMERO DE HOJAS.....	35
IX.	CONCLUSIONES	36
X.	RECOMENDACIONES	37
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	38
XII.	ANEXOS	43
A.	RECOLECCIÓN DE SEMILLAS Y SECADO.....	44
B.	PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS Y LLENADO DE BOLSAS.	45
C.	COSECHA DE SEMILLAS.....	45
D.	ELABORACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.	46
E.	SIEMBRA DE LAS SEMILLAS.	47
F.	GERMINACIÓN	48
G.	DESARROLLO Y CRECIMIENTO.....	48
H.	LIMPIA.....	49
I.	MEDICIÓN DE ALTURA, 30 DÍAS DESPUÉS DE LA GERMINACIÓN	49
J.	DATOS DE GERMINACIÓN Y ALTURA DE PLANTA.....	50
K.	TABULACIÓN DE DATOS EN INFOTAT	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1 Comparación de las características estructurales.....	8
Cuadro No. 2 Información general sobre <i>Stevia polycephala</i> Bertol.....	11
Cuadro No. 3 Tipos de latencia	13
Cuadro No. 4 Croquis de distribución.	24
Cuadro No. 5 Análisis de varianza Factor A (Pretratamientos) y Factor B (Sustratos) para el porcentaje de	26
Cuadro No. 6 Comparación de medias de los pretratamientos, en la germinación de semillas de Chicajol.....	26
Cuadro No. 7 Comparación de medias de sustratos, de los pretratamientos, en el porcentaje de germinación de semilla de.....	27
Cuadro No. 8 Interacción de medias de los pretratamiento y sustratos en la germinación de la semilla de Chicajol.....	27
Cuadro No. 9 Análisis de varianza Factor A (Pretratamientos) y Factor B (Sustratos) para la altura de la planta de Chicajol	28
Cuadro No. 10 Comparación de medias de los pretratamientos.	28
Cuadro No. 11 Comparación de medias de los sustratos.	29
Cuadro No. 12 Interacción de los tratamientos y sustratos.	29
Cuadro No. 13 Días de germinación tratamiento A1 (inmersión en agua a 50°C, durante 10 minutos)	32
Cuadro No. 14 Días de germinación tratamiento A2 (inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas)	33
Cuadro No. 15 Días de germinación del testigo	50
Cuadro No.16 Porcentaje de germinación de semilla en el tratamiento en agua a 50 °C, sin transformación.	50
Cuadro No. 17 Porcentaje de germinación en el tratamiento en agua a temperatura ambiente por 24 hora, sin transformación.	51
Cuadro No. 18 Porcentaje de germinación, testigo, sin transformación.	51
Cuadro No. 19 Altura de planta, 30 días después de la germinación, expresadas en milímetros	51
Cuadro No. 20 Altura de planta, 30 días después de la germinación, expresadas en milímetros.	52
Cuadro No. 21 Altura de planta, 30 días después de la germinación, testigo, expresadas en milímetros.	52
Cuadro No. 22 Altura de planta70 días después de la siembra, expresadas en milímetros.	52
Cuadro No. 23 Altura de planta70 días después de la siembra, expresadas en milímetros.	53
Cuadro No. 24 Altura de planta70 días después de la siembra.	53

LISTA DE FIGURAS

Figura No 1 Emergencia en semillas de café en función de los tratamientos pregerminativos.....	16
Figura No. 2 Porcentaje promediada de germinación.....	30
Figura No. 3 Altura promediada.....	34
Figura No. 4 Cronograma de actividades	43
Figura No. 5 Chicajol (<i>Stevia polycephala Bertol</i>). en su habitat natural, floreciendo.	44
Figura No. 6 Colecata de flores de Chicajol.	44
Figura No. 7 Secado de la flor de Chicajol, después de la colecta.....	44
Figura: No. 8 Sustrato, Peat moss	45
Figura: No. 9 Sustrato, Lombricompost	45
Figura: No. 10 Sustrato, broza de montaña	45
Figura No. 11 Después del secado de la flor se agitó ligeramente la rama para la liberación de las semillas, observando el tamaño pequeño de la semilla.....	45
Figura No. 12 Conteo de semillas a utilizar.....	46
Figura No. 13 Inmersión de las semillas en agua a 50 °C por 10 minutos.	46
Figura No. 14 Termómetro.....	46
Figura No. 15 Desinfección de la pinza.....	46
Figura No. 16 Manipulación de la semilla con la pinza.....	46
Figura No. 17 Conteo de semillas.	46
Figura No. 18 Inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	46
Figura No. 19 Siembra de semillas tratadas en agua a 50 °C.....	47
Figura No. 20 Siembra de semillas tratadas en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	47
Figura No. 21 Siembra del testigo.	47
Figura No. 22 Incorporación del mismo sustrato para cubrir las semillas.	47
Figura No. 23 Proceso de germinación.....	48
Figura No. 24 Verificación de germinación.	48
Figura No. 25 Limpia en el sustrato de lombricompost y broza de montaña.	49
Figura No. 26 Toma de datos de altura, 30 días después de la germinación.....	49
Figura No. 27 Recolección de datos, 70 días después de la siembra	49
Figura No. 29 Incorporación de datos en InfoStat	54
Figura No. 30 Proceso de análisis de varianza del porcentaje de germinación	54
Figura No. 31 Proceso de análisis de varianza, colocación de los respectivos datos en cada casilla, requerida. Y aceptar	55
Figura No. 32 Agregar interacción, ir en la siguiente ventana, marcar las casillas y aceptar.....	55

Figura No. 33 Análisis de varianza del porcentaje de germinación	56
Figura No. 34 Análisis de varianza, altura.....	56
Figura No. 35 Proceso de análisis de varianza, colocación de los respectivos datos en cada casilla, requerida. y aceptar.	57
Figura No. 36 Agregar interacción, ir en la siguiente ventana, marcar las casillas y aceptar.....	57
Figura No. 37 Análisis de varianza, altura.....	58
Figura No. 38 Gráfica de barra, porcentaje de germinación	58
Figura No. 39 Agregar los datos en las respectivas casillas y aceptar.	59
Figura No. 40 Gráfica de barra del porcentaje de germinación	59
Figura No. 41 Agregar los datos en las respectivas casillas y aceptar.	60
Figura No. 42 Gráfica de barra de altura.	60

RESUMEN

La especie Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol) es una planta nativa, posee propiedades medicinales, y es utilizada en las diferentes comunidades del occidente del país, las comadronas la han dado uso a la hora de que las mujeres en el área rural dan a luz. De igual manera este tipo de planta arbustiva, contribuye en los procesos de restauración ecológica en su nicho natural, es por ello que se planteó la siguiente investigación, para contribuir en el resguardo de la especie, dado a las propiedades y características que posee, por ende, se planteó un experimento de dos tratamientos pregerminativos, los cuales consistieron en: el primer tratamiento de inmersión en agua a una temperatura de (50 °C), durante 10 minutos; el segundo consistió en colocar las semillas en agua, a temperatura ambiente, durante 24 horas, para acelerar el proceso de germinación y tres sustratos para la germinación de la semilla de Chicajol, se procedió a colocar las semillas en los sustratos, peat moss, lombricompost y broza de montaña, más el testigo que no tuvo ningún tratamiento pregerminativo, con el fin de verificar el efecto de los tratamientos pregerminativos, durante 70 días. Para establecer información sobre las técnicas y alternativas de regeneración de plantas, dado que no cuenta con información sobre métodos de germinación alternativo para esta especie, por ello se realizó dicha investigación.

Los resultados reflejan que, no influyen los tratamientos pregerminativos en las semillas durante la germinación, debido al tamaño de las semillas (4 a 6 mm) a pesar de la inmersión en agua a 50 °C e inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas, no mostró efecto en las mismas por ende, las semillas no necesitan estos tratamientos para el aumento del porcentaje de germinación debido a lo anterior, no hay diferencia estadística, pero si existe diferencia significativa en comparación de medias de los sustratos, siendo peat moss como mejor sustrato (Cuadro No. 5), de acuerdo con Tukey con un valor de 0.05.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el ser humano ha alterado el rumbo de los ecosistemas naturales, debido a las acciones desorientadas y como consecuencia del mismo, se han ido perdiendo poco a poco la biodiversidad de las plantas medicinales en los bosques, las más afectadas son las plantas nativas, aún más las especies con propiedades curativas, dado que las personas las ignoran o las arrancan, sabiendo que estas plantas han sido el motor y la motivación para la medicina moderna, a pesar del tiempo hay personas que siguen utilizando estas plantas, tal es el caso de especie Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol), aparte de las propiedades medicinales que posee, también es una planta nodriza. Debido a las diversidades y las inestabilidades de las estaciones del año (cambio climático), tanto la flora como la fauna han sido afectados fuertemente, las plantas están en auge en su sobrevivencia, debido a lo anterior grupos de personas han estado buscando alternativas para salvaguardar la especie. Las semillas es la forma en que se puede reproducir la especie Chicajol y la aplicación de los tratamientos pregerminativos en las semillas son técnicas que ayudan al aumento del número de porcentaje de germinación, reduciendo el tiempo de germinación y consiguiendo resultados que influyen en aumentar el número de plantas, por ello existen diversos tipos de tratamientos pregerminativos, como inmersión en agua fría o caliente, escarificación manual, tratamientos con ácidos, entre otros, las plantas nativas, han tenido problema en la germinación, tal es el caso de Chicajol, por consiguiente, la presente investigación es una evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol, más el testigo sin ningún tratamiento, de manera que se tuvieron en evaluación 72 unidades experimentales con 8 repeticiones, los tratamientos pregerminativos para las semillas fueron de lixiviación, inmersión en agua a 50°C, durante 10 minutos e inmersión en agua a temperatura ambiente por 24, las semillas fueron incorporados en los 3 sustratos, peat moss, lombricompost y broza de montaña, más el testigo en cada sustrato sin tratamiento alguno, concluyendo lo siguiente, primero: No existe diferencia significativa entre los tratamientos pregerminativos, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey con un valor del 5%, ya que las semillas no necesitan tratamientos pregerminativo para aumentar el porcentaje de germinación, por lo que la hipótesis nula se acepta debido a que menciona lo siguiente: Los tratamientos pregerminativos no influye en el aumento del porcentaje de

germinación de semillas, aunque, si existe diferencia significativa en comparación de medias de los sustratos, siendo peat moss como mejor sustrato (Cuadro No. 5). Y, segundo: No Existe diferencia significativa entre los sustratos, de acuerdo con la prueba de medias de Tukey con un valor del 5%, la hipótesis nula menciona lo siguiente: Los sustratos no contribuyen en el desarrollo y crecimiento de la planta de Chicajol. Las semillas germinaron 11 días después de la siembra, 70 días después de su siembra alcanzo una altura promedio 20.8 milímetros en el tratamiento de inmersión en agua 50 °C por 10 minutos, 23 milímetros en inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas y el testigo, alcanzo una altura promedio de 22.6 milímetros.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Establecer el efecto de dos tratamientos pregerminativos con tres tipos de sustrato para la propagación y desarrollo vegetativo de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol), a campo abierto, con el fin de mejorar la producción de plantas en Sololá.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el mejor tratamiento pregerminativo de semilla de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).
2. Establecer cuál es el tiempo que se requiere en cada tratamiento para lograr alcanzar un 75 % de germinación de la semilla de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol), o superar dicho porcentaje.
3. Identificar el sustrato más adecuado para el desarrollo de la plántula de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

III. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS NULA

1. **Ho.** Los tratamientos pregerminativos no influyen en el porcentaje de germinación de semillas de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).
2. **Ho.** Los sustratos no contribuyen en el desarrollo y crecimiento de la planta de, Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

B. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

1. **Ha.** Uno de los tratamientos pregerminativos influye en la germinación de semillas de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).
2. **Ha.** Al menos uno de los sustratos, contribuirá en el desarrollo y crecimiento de la planta Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

IV. JUSTIFICACIÓN

El uso de las plantas medicinales nativas, propias del lugar, tiene importancia en el medio cultural, en estos tiempos, las condiciones climáticas y el desconocimiento de las nuevas generaciones, se ha ido perdiendo la utilización de dichas plantas, siendo sustituidos por productos farmacéuticos, de acuerdo con lo anterior, los conocimientos ancestrales no transmitido de generación en generación, y la falta de prácticas en las comunidades se ha ido perdiendo poco a poco. En la actualidad, la utilización de plantas nativas con características medicinales ha perdido su utilidad en las diferentes comunidades, sabiendo que las plantas nativas han ocupado un papel importante en el desarrollo y crecimiento de nuestra cultura, aunque en algunas partes rurales aún perdura la utilización, principalmente como plantas medicinales han reducido su producción en forma natural como es el caso de Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol).

Según F. Matías, S. Godínez, y G. Bulux (2014: 62 y 63), mencionan el uso de diferentes plantas medicinales nativas, entre ellas se encuentra la Chicajol, es una especie que posee propiedades energéticas al momento de utilizarlo en baños de vapor (temascal), de igual manera, esta planta no se encuentra entre las especies domesticadas, y se localiza en las montañas del occidente del país.

Estudios realizados por J. Martínez (2015:108-113), comenta la importancia que presenta esta planta como resguardo para otras plantas dentro del ecosistema ecológico, o también llamada, plantas nodrizas, son plantas que tienen la capacidad de poder contribuir en el desarrollo de otras especies. Según S. Godínez, P. Mendoza y M. Aguilar (2018:84 y 85) esta planta posee propiedades aromáticas y es sobresaliente en la restauración ecológica. Esta planta crea otro tipo de ambiente para otras plantas, ya que tiene condiciones idóneas para la etapa de crecimiento, aunque antes se veía como una correlación negativa entre plantas, dado que se observaba una alteración entre ambas plantas, y que habría una competencia entre planta, es decir que habría dominancia entre las mismas, según hace mención P. Huelgas y E. del Val (2014:10-14), esa tema ha sido descartado, hay que mencionar también que las plantas nodrizas pueden crear microambientes en su entorno, de igual manera, considerando la interacción, dependerá de la planta nodriza los recursos para la realización de crecimiento y desarrollo, mencionando de luz, temperatura y la sombra que vaya a dar, así también dependerá de la especie que se esté utilizando, según hace mención, J. Martínez (2015:108-113).

De acuerdo con lo anterior y con el propósito de rescatar la especie que se encuentra en decadencia dentro de su ecosistema, esta investigación pretende documentar los procesos de evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol.

V. MARCO TEÓRICO

A. SEMILLA

J. Doria. (2010:74-85) comenta que las semillas son los principales órganos reproductores de la mayoría de las plantas terrestres y acuáticas superiores, desempeña un papel clave en la renovación, persistencia y reproducción de poblaciones vegetales, renovación forestal y sucesión ecológica, así como también, la semilla es una unidad de reproducción sexual de las plantas tiene la finalidad de multiplicarse y continuar la especie a la que pertenece y, es uno de los elementos dispersos más eficaz. En el ambiente es una alimentación básica para los animales, de igual manera para el ser humano es la fuente de alimento y una herramienta ya que dependen mucho del mismo, en tiempos de antaño, los agricultores dependían de sus propias provisiones de semillas, luego de la segunda guerra mundial, se incrementó la demanda de semillas, tanto en calidad como en cantidad.

1. Tipos de semillas

Según J. Doria. (2010:74-85) recalca que:

«la semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización.». Se observa en las plantas que contiene flores de la angiospermas y en las gimnospermas. Las angiospermas, sus óvalos se desarrollan en el ovario, en caso de las gimnospermas la estructura es desemejante, ya que no compone una autentica flor, las semillas de estas son igual a las plantas que poseen flores.

2. Gimnosperma

Se les conoce gimnosperma a las semillas desnudas, las gimnospermas comunes CNX (2016). Menciona que:

«las semillas desnudas, gametos femeninos y masculinos separados, polinización por viento y traqueidas, que transportan agua y solutos en el sistema vascular», las gimnospermas se caracterizan por no poseer flor.

Según CNX (2016), se clasifican en cuatro partes y, compuesto por más de 1000 especies;

a. Las coníferas.

Las coníferas son una especie de gran variedad, generalmente estos árboles son de gran tamaño y, para las gimnospermas es el grupo más dominante

b. Las cícadas.

Poseen conos de gran tamaño, así como también las hojas, comúnmente se confunden con las palmas debido a la forma de hoja que posee, para la polinización son significativamente los escarabajos, se encuentra en ambientes húmedos.

c. Ginkgophytas.

Es única en su especie y única entre las plantas con semillas, posee hojas en forma de abanico.

d. Gnetophytas.

Estas plantas poseen hojas anchas, se dan en zonas tropicales y subtropicales, son lo más cercano a las angiospermas, y se clasifica en tres géneros distintos: Gnetum, Welwitschia y Ephedra.

3. Angiospermas

Las angiospermas son semillas envasadas, haciendo referencia a que sus óvulos están cubiertas por la hoja fértil portadora del carpelo, se agranda hasta llegar a ser un fruto. Es el grupo de semillas más grande en el ecosistema, casi el 90%.

Las semillas dependen de la polinización y a la vez de las flores y frutos ya que de ello depende el éxito reproductivo.

Se dividen en dos grupos las plantas que poseen flores, de acuerdo a la estructura de sus cotiledones, granos de polen y otros rasgos: monocotiledóneas; pastos y lirios dicotiledóneas o eudicotiledóneas, grupo polifilético.

a. Monocotiledóneas

En este grupo se encuentran las plantas con solo un cotiledón, así mismo con hojas con nervaduras paralelas y flores principalmente trímeras

b. Eudicotiledóneas o dicotiledóneas

En este grupo se encuentran las plantas que poseen dos cotiledones, las venas en sus hojas forman, constituyen la tercera parte de las plantas con flores, los verticilos de las flores puede estar formados por cuatro, cinco o varias partes, en caso de las monocotiledóneas el tejido vascular está esparcido en el tallo.

Las angiospermas basales, es un grupo separado, representando al grupo de Magnoliidae; árboles de magnolia, laurel, nenúfares y la familia de la pimienta.

Cuadro No. 1 Comparación de las características estructurales

Comparación de las características estructurales de monocotiledóneas y eudicotiledóneas		
Característica	Monocotiledónea	Eudicotiledónea
Cotiledón	Uno	Dos
Nervadura de las hojas	Paralelas	Ramificadas
Tejido vascular	Disperso	Organizado en un patrón anillado.
Raíces	Red de raíces adventicias	Raíz principal con muchas raíces laterales.
Polen	Monosulcado	Tricolpado
Partes de la flor	Tres o en múltiplos de tres.	Cuatro, cinco, en múltiplos de cuatro o cinco y en verticilios.

Fuente: CNX (2016)

B. BIODIVERSIDAD

Según A. Pereira *et al* (2006) a biodiversidad, son las diferentes formas de vida u organismos vivos, abarcando la diversidad genética entre las especies (plantas, animales, hongos y microorganismos). La biodiversidad biológica que existe no es similar a otros lugares o regiones, ya que las condiciones climáticas y edáficas son las que intervienen, por lo mismo es que la biodiversidad aumenta exponencialmente, específicamente en el trópico, en donde existe la mayor variedad de vidas. El género *Stevia* se encuentra en los países con mayor diversidad: China, Brasil, India, Argentina, Colombia, México, Indonesia, Perú, Sudáfrica, Bolivia, Venezuela, Kenia, Ecuador y Costa Rica, debido a que se encuentran en la línea ecuatorial.

1. La biodiversidad y su importancia

En la actualidad, la conservación de la biodiversidad está tomando importancia, debido a que se está perdiendo por las acciones del ser humano, un mundo donde los cambios son irreversibles (Nuñez, Irma; E. González y A. Barahona 2003:84 y 85).

2. La biodiversidad de las especies medicinales

Según V. Fuentes (2004) la biodiversidad en las especies medicinales está en auge debido a la destrucción del hábitat, aunque no se menciona que el principal amenazante es el hombre, muchas de las especies que no ha sido identificadas se estén perdiendo a un ritmo alarmante y las pérdidas son numerosas. Para el ser humano, la pérdida de la biodiversidad de las especies es desfavorable, aunque la industria farmacéutica está en su punto

más alto, las plantas continúan siendo indispensable para las personas. Las personas que viven en países en desarrollo, 3, 000 millones de ellos, poseen plantas medicinales, su principal fuente de medicamento.

Según V. Fuentes (2004) menciona qué:

«En el caso de Cuba, que posee una rica flora con un 51 % de endemismo, más de 1 300 especies vegetales posee algún grado de amenaza, la mayor parte de las cuales, no ha sido estudiada desde el punto de vista medicinal, ni de otros posibles usos.»

C. TAXONOMÍA

Reino	Plantae
Filo/División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	Stevia
Epíteto específico	polycephala
Nombre científico	Srevia polycephala Bertol.

Fuente: Migill. B.; Solomon J y Stimmel H (2019)

D. EL GÉNERO STEVIA.

Desde el sur de Estados Unidos de América, hasta Argentina y Brasil, hay 250 especie de Stevia distribuidos. Según E. Villagómez; O. Espinosa y J. Villaseñor (2018) el género Stevia (Eupatorieae) en Mexico, perteneciente a la familia Asteraceae es el tercero más diverso, dado que 107 especies son endémicas de los 116 que se encuentra en el México. Este género Stevia es muy simple de identificarlo, aunque hay problemas en reconocer las especies, dado que gran parte de la misma no están claramente delimitados, aparte de lo mencionado, muchos hibridan o se producen de manera apomíctica.

Según G. Calderón y J. Rzedowski (2005), el género Stevia es una «plantas herbáceas o arbustivas; hojas opuestas o alternas, enteras a divididas; cabezuelas corimbosas o paniculadas; involucre cilíndrico, formado por 5 (6) brácteas de largo subigual; receptáculo plano, desnudo, flores liguladas ausentes; flores del disco 5, hermafroditas, sus corolas tubulosas, actinomorfas o algo zigomorfas; anteras con las bases obtusas; ramas del estilo largas, filiformes, obtusas; aquenios prismáticos, 4 a 5-angulosos, vilano en forma de escamas o de escamas y aristas, rara vez ausente

E. Villagómez; O. Espinosa y J. Villaseñor (2018:7-36), hace mención que las especies de *Stevia* tienen una gran diferencia en su desarrollo morfológico, dado que se puede encontrar hierbas anuales de igual manera perennes o arbusto, con corolas infundibuliformes, color blanco, rosadas o moradas.

E. *Stevia polycephala* Bertol

Según E. Villagómez; O. Espinosa y J. Villaseñor (2018:7-36) dice que la:

«*S. polycephala*, la altura promedio es de 1.85 ± 0.740 m y una cobertura de 0.83 ± 0.790 m² con el mayor coeficiente de variación de las seis especies, en ambas medidas. Con un rango de 8 a 14 ramas primarias, con inflorescencias/infrutescencias en cabezuelas que producen un rango de 13,500-23,040 aquenios.»

F. USO

1. Como planta medicinal

Según Godínez, *et al.* (2018:84 y 85) dice que:

a. Indicaciones.

«Es utilizada como una planta energética en baños de vapor en el temascal, también es utilizada para limpiar las vías respiratorias, problemas de la garganta y si es consumido es bueno para la diarrea.»

b. Vía de administración. Oral.

«La preparación y modo de empleo. Si es para baños de vapor en temascal se utiliza combinando otras plantas como el Kruzun q'ayes, eucalipto, salb'ia santa dos manojos cada uno y hervirla en un recipiente grande para luego, bañarse con las misma realizándose masajes.»

«Para curar la diarrea poner a hervir en un litro de agua las hojas y un pedazo de panela para endulzar y beberla después de haberla preparado.»

c. Dosificación.

«Para la diarrea tomar un vaso por la mañana y uno por la tarde durante nueve días.»

d. Contraindicaciones.

«No utilizar en mujeres embarazadas, agregando otros componentes.»

e. Lugar donde se encuentra.

Se encuentra a las orillas de las montañas o a unos metros del mismo, especialmente en lugares donde hay arbustos y hierbas.

2. Planta nodriza

Según Godínez, S.; P. Mendoza y M. Aguilar (2018:84 y 85), dice que esta:

«planta posee propiedades aromáticas y es pionera en procesos de restauración ecológica.»

Según S. Cruz *et al* (2018:7-15) en la protección o regeneración ecológica, dentro del sistema natural existen ciertas especies que tienen gran importancia para el desarrollo de otras especies. Se les conoce a las plantas que cumplen un papel importante en el desarrollo de especies arbóreas, plantas nodrizas, dado que ayuda a la planta en sus primeros ciclos de desarrollo.

S. Cruz *et al* (2018:7-15) dice la:

«planta nodriza ofrece protección a sus plántulas o a las de otras especies de alta radiación, nutrientes, humedad y herbivoría.»

Según J. Martínez (2015:108-113) dice:

«considerando que en la práctica ya se tiene el conocimiento del papel positivo de las plantas arbustivas como nodrizas en el establecimiento de plantaciones forestales en bosques templados, es necesario conocer su biología y silvicultura para proponer un adecuado aprovechamiento en su papel dentro del ecosistema.»

3. Información general

Cuadro No. 2 Información general sobre *Stevia polycephala* Bertol

Especie	Floración	Tipo de fruto	Semilla	Obtención de semilla	Tratamiento	Germinación
S. polycephala Bertol	Mayo-junio y octubre a diciembre	Infrutescencias en corimbos redondeados	Aquenios de 4 a 6 mm, color negro	Agosto-septiembre y febrero a mayo	Secado y limpieza	La emergencia inicia a los 9 días y continua por 5 más, hay 90% de germinación

Fuente: J. Martínez (2015:108-113).

G. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Son tratamientos que interrumpen la latencia y acelera la germinación.

1. Latencia o letargo de las semillas.

Estado de dormición o la incapacidad de las semillas de germinar, esto se da ya que las condiciones que rodea las semillas no idóneas para la germinación, hay frío o demasiado calor, no dispone de agua.

Según lo citado por G. Alonzo (2018:11-33), latencia es un término latín “latensis” significa oculto o escondido, supuestamente inactivo, refiriéndose a la incapacidad de las semillas para germinar, y es un problema para la producción de plántulas.

2. Duración de la dormición

Según C. de la Cuadra (2006:1-24) comúnmente se le conoce duración de la dormición al tiempo (día, mes y año) que un grupo de semillas permanece durmiente, en otras palabras, el tiempo que dura en completar su posmaduración, haciendo mención que, entre las primeras y segundas semillas, la dormición variable, ya que en las primeras semillas la posmaduración se da en poco tiempo, mientras que las segundas semillas, tarda un poco más.

Las segundas semillas son más pequeñas y livianas que las primeras, pero aún más las terceras semillas, son las más pequeñas, C. de la Cuadra (2006:1-24) dice que:

«podría pensarse que la diferencia en la dormición de estas semillas era debida a su peso y no a la posición que ocupan en la espiguilla. Pero se ha demostrado que grupos de semillas que ocupan la misma posición, pero que se diferencian en peso, tienen la misma dormición, y que grupos de semillas de distinta posición y el mismo peso tienen diferente dormición.»

La latencia se mide por la fuerza del ácido giberélico, porque esta sustancia es una hormona que regula el crecimiento de las plantas y puede romper la latencia de las semillas que son incubadoras en el medio en el que se disuelve. Dependiendo de si la atención requerida es mayor o menor, se dice que la intensidad del sueño es más o menos alta.

3. Tipos de latencia.

La latencia puede variar ya que hay varios tipos distintos, y así mismo, la semilla puede presentar más de un tipo.

R. L. Willan (1991) comenta que:

«La clasificación más sencilla distingue: latencia exógena o del pericarpo/cubierta seminal, latencia endógena o del embrión, y latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión.». Existen otras clasificaciones publicadas más descriptivas de la latencia.

R. L. Willan (1991) comenta que:

«La de Nikolaeva (1977) la han aplicado en forma simplificada Gordon y Rowe (1982) a las semillas de árboles y arbustos latifolios de la zona templada. Estos autores distinguen los siguientes tipos de latencia: »

Cuadro No. 3 Tipos de latencia

A. Latencia exógena		
Af	Física	Es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpo al agua.
Aq	Química	Es decir, inhibidores en el pericarpo o la cubierta.
Am	Mecánica	Es decir, resistencia mecánica del pericarpo o la cubierta al crecimiento del embrión.
B. Latencia endógena (morfológica)		
B	Morfológica	Es decir, subdesarrollo del embrión.
C. Latencia endógena (fisiológica)		
C	Fisiológica	Es decir, mecanismo fisiológico inhibidor que impide la germinación.
C1	Superficial	Mecanismo inhibidor débil.
C2	Intermedia	Mecanismo inhibidor intermedio.
C3	Profunda	Mecanismo inhibidor fuerte.
B-C. Latencia combinada morfofisiológica		
B-C3	Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibidor fuerte	
BC3e	Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibidor fuerte del crecimiento del epicótilo.	
A-C. Latencia combinada exógena/endógena		
A-C	Diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpo con latencia fisiológica endógena; por ejemplo, en <i>Tilia cordata</i> se combina la impermeabilidad física de la cubierta con una latencia fisiológica profunda	

Fuente: R. L. Willan (1991)

4. Tratamiento pregerminativo de lixiviación (agua).

Según F. Camacho (2011:104-109), comenta sobre el remojo continuo de las semillas que debe de ser durante un periodo, terminando el tiempo de remojo o el tratamiento, se siembra, el tiempo de remojo depende mucho del tipo de semillas. Estados realizados por Salvador, F. M. *et al.* (2005), vieron la gran diferencia que había en remojar las semillas en agua esterilizada, ya que el porcentaje de germinación fue entre 12 a 98% de diferencia, «en relación directa con la duración del tratamiento; así mismo, se redujo el tiempo de inicio de la germinación.»

a. Remojo en agua

La inmersión en agua a temperatura ambiente, consiste en remojar en agua corriente con el objetivo de remover los inhibidores químicos presentes en lo envoltorio. De igual manera, es un tratamiento también empleado con el objetivo de ablandar la testa. El período de remojo toma a 12, 24, 48 y hasta 72 h y, en algunas ocasiones, el agua utilizada se cambia con cierta frecuencia. (G. Alonzo 2018:11-33). Con este tratamiento la humedad es retenida por las semillas, obteniendo una rápida germinación.

Según G. Alonzo (2018:11-33), para remover los inhibidores químicos presentes en la cobertura de las semillas, se remueve en agua corriente, es un tratamiento empleado con el objetivo de ablandar la testa, varía el tiempo inmerso de las semillas, puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 horas, en ocasiones se puede cambiar el agua.

Comúnmente se utiliza agua a temperatura ambiente, para la inmersión o remojo de las semillas, asimismo se han conseguido efectos positivos con agua caliente, en este caso, las semillas son incorporadas en agua hervida, continuamente se retira el recipiente de la fuente de calor, para dejarlo en reposo, hasta que llegue a temperatura ambiente, 12 horas aproximadamente, para el enfriamiento (G. Alonzo 2018:11-33).

b. Remojo en agua caliente

La sumersión en agua caliente, es un tratamiento efectivo dado que ha brindado buenos resultados en algunas semillas, ya que este tratamiento ayuda a eliminar la latencia de la cubierta, aunque hay que realizarlo meticulosamente, de lo contrario se puede dañar la semilla, ya que el exceso de calentamiento (I. Apaza, 2011:8-9).

J. Hurtado (2014:24-47), comenta, preparando una olla con agua hirviendo, mientras coloca las semillas en un trapo, se sumerge el trapo con semillas en agua hirviendo durante 3 a 4 minutos, teniendo el cuidado de menear la tela o red para que los efectos del tratamiento alcancen a todas las semillas. Mediante este tratamiento

se suaviza la capa dura que protege la semilla para permitir la entrada de la humedad, de modo la semilla empieza a germinar.

EL método de escarificación en agua caliente permite la entrada de agua y promueve el intercambio de gases, lo cual es una ayuda positiva para la germinación de la semilla. El tratamiento con agua caliente produjo buenos resultados en varias semillas de leguminosas. Particularmente se colocan las semillas en agua hirviendo, que se retira prontamente de la fuente de calor y se deja enfriar.

Por lo general, las semillas se hinchan a medida que el agua se enfría, así mismo el autor recalca que sobre el volumen de agua y el volumen de la semilla, debe de haber una relación adecuada y eso puede determinarse experimentalmente, Por lo anterior, esto varía fuertemente según la especie que se trabaje, se sugiere que la cantidad de agua se superior a la de la semilla (Según J. Hurtado, 2014:24-47).

Según menciona R. L. Willan (1991) en los bosques tropicales húmedos, la latencia no constituye un problema para la mayoría de las especies, ya que el ambiente es adecuado para la germinación inmediata, por lo mismo es que casi todas las especies germinan en poco tiempo (días o semanas), debido a esto, las semillas no tienen latencia.

Es frecuente la latencia en las semillas, en lugares trópicos más secos, por lo anterior se realizan tratamientos pregerminativos, para conseguir altos porcentajes de germinación uniforme y rápida.

La presencia de la latencia fascia en las cubiertas o pericarpos duros, con capas cutinizadas, y es un problema para la entrada de humedad, como también la latencia química, se da por las sustancias químicas presentes en la semilla, posiblemente estos dos tipos de latencias estén presentes en la semilla a la vez. Sin embargo, es dificultoso diferenciar uno del otro.

Según estudios realizado por T. Ortiz *et al.* (2018:68-73), los tratamientos pregerminativos inmersión en agua por 24 horas, como tratamiento 1 (T1) produce mayor efecto en la velocidad de emergencia, así como en *C. arabica* como en *C. canephora* (0.55 y 0.40 plántulas emergidas por día, proporcionalmente), «expresando el vigor de las semillas El T1 en el PE (Porcentaje de Emergencia) a los 30, 40 y 50 días de la siembra, superó a los demás tratamientos (59, 92 y 97%, respectivamente). A los 30 días se comportó estadísticamente igual al T2 y, a los 40 días al T2 y al T3. A los 30 días, el PE en *C. canephora* con T1 fue de 42%, comportándose estadísticamente igual al T2 y al T3. El PE a los 40 y 50 días de T1 y T2, fueron superiores a 60%», como se muestra en la siguiente figura (Figura No. 5)

Resultados de investigación por parte de T. Ortiz *et al.* (2018:68-73).

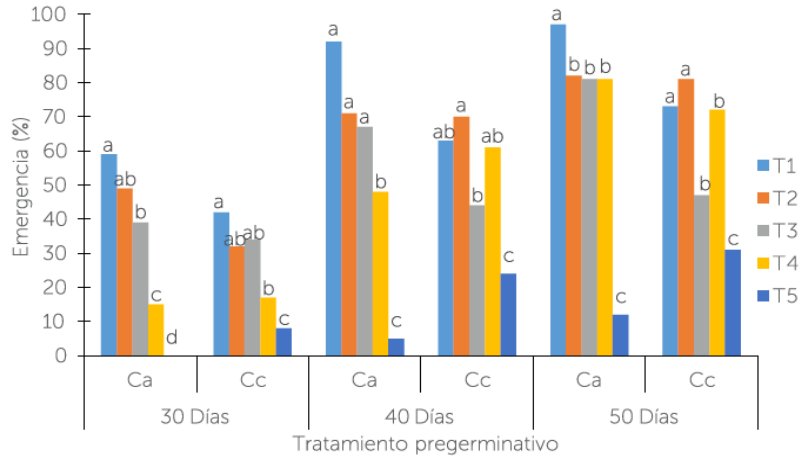


Figura No 1 Emergencia en semillas de café en función de los tratamientos pregerminativos. T1=inmersión 24 horas; T2=lijado más inmersión 24 horas; T3=inmersión a 40°C por una hora; T4=inmersión 48 horas; T5=lijado más inmersión 48 horas. Ca=Coffea arabica; Cc=Coffea canephora. Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

Fuente: T. Ortiz *et al* (2018:68-73),

H. SUSTRATOS

Se considera sustrato, aquel con espacio donde se desarrolla el sistema radicular de las plantas sembrada, por lo mismo se puede referirse a todo material sólido o combinación de materiales utilizados para proveer la aireación, retención de nutrientes, diferente al suelo, mineral u orgánico y soporte para el crecimiento de la planta, ya sea que el sustrato interviene o no en el proceso de nutrición (P. Narciso 1999:231-235).

Gran parte de los sustratos que existe actualmente, son mezclas de dos o más componentes, con el objetivo de maximizar las propiedades, físicas, químicas o biológicas.

Según P. Narciso (1999:231-235) y S. Burés (2006:41-50), dice que:

1. Características físicas

Son las más importantes en un sustrato y determina las características internas de las partículas, entre las características sobresalientes son:

- ✓ Distribución granulométrica
- ✓ Estabilidad estructural
- ✓ Temperatura

- ✓ Densidad real y aparente
- ✓ Retención de agua
- ✓ Permeabilidad
- ✓ Porosidad y aireación
- ✓ Distribución de tamaños de poros
- ✓ Conductividad hídrica

2. Características químicas

Estas características vienen marcadas por la composición elemental de los materiales, el cambio de materia entre el material sólido que compone el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas se destacan:

- ✓ Capacidad de intercambio catiónico
- ✓ pH
- ✓ Capacidad tampón
- ✓ Contenido de nutrientes
- ✓ Relación C/N

3. Características biológicas

Son características proporcionados por la materia orgánica Según N. Pastor (1999:231-235) dice que:

«cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos».

Entre las características se destaca:

- ✓ Contenido de materia orgánica
- ✓ Estado y velocidad de descomposición

4. Sustrato ideal

a. ¿Existe el sustrato ideal?

No, ya que el sustrato es solo un elemento más del sistema de producción, aunque depende de varios factores según N. Pastor (1999:231-235) dice que:

«el tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato.»

5. El almácigo.

Almacigar es la acción de colocar las semillas en un sustrato adecuado y darles condiciones ambientales adecuadas para que germinen y produzcan plantas.

Se utilizarán dos sustratos abonados y un sustrato estéril fertilizado para determinar cuál será más efectivos para el estudio:

6. Peat moss

Según lo citado por A. López, (2007:28-30), la turba son restos vegetativos acuáticos (de pantanos o marismas), que han sido almacenados bajo el agua en estado de desintegración, dado a la ausencia de oxígeno, lo que hace aún más lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetativo. Comúnmente se encuentra en aguas muy acidas, con un pH de 4.0 aproximadamente, F. Toledo (2006:17-20).

7. Lombricompost

Según lo citado por E. Sagastume (2015:6-8) la producción de lombricompost consiste en dar tratamiento a los desechos o residuos orgánicos no dañinos, transformando materiales de mejor estructura para el suelo, aumentando actividades bacterianas benéficas, obteniendo suelos más fructíferos. Para la degradación de residuos orgánicos no tóxicos, es hábitat de las lombrices de tierra, de cuerpo alargado y segmentado, estos mismos viven a profundidades de metro y medio o a pocos centímetros de la superficie, según da a conocer el A. Fallas y A. Escoto (2007).

8. Broza de montaña

La broza de montaña se da manera natural, descomponiéndose los restos de las plantas (hojas secas, cortezas, maleza y otro despojo de la planta). Es el deterioro del material vegetativo que ha desfallecido a nivel de suelo y forman sobre él una cobertura orgánica.

VI. METODOLOGÍA

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se realizó en el Caserío la Guadalupe, Aldea Chaquijyá, se localiza al noroeste del municipio y departamento de Sololá, se encuentra aproximadamente 14 kilómetros de la cabecera municipal y 135 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Uno de los caseríos que se encuentra a la orilla de la carretera interamericana CA1. Tiene una altitud de 2,420 metros sobre el nivel del mar, una longitud de 91° 11' 41.3" y una latitud de 14° 49' 14.1".

1. Colindancias

Chaquijyá colinda con: al norte, la Aldea Pixabaj, sur, Cantón Tablón y Argueta, al Este con el Cantón Xajaxac y Tablón y al Oeste Aldea Argueta.

B. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

1. Clima

El clima que predomina en Sololá es templado, temperaturas de 10 a los 22 grados Celsius. Precipitación de anual de 1396 mm de lluvia con vientos de hasta 3.9 km/h, según, estación Santiago Atitlán del INSIVUMEH, citado por G. Sánchez (2008:1-10).

Las estaciones del año, sobresale el invierno de mayo a noviembre, con mayor intensidad de lluvia en el mes de septiembre, con precipitaciones promedio de 330.2 milímetros de lluvia al mes y el verano se da en diciembre a abril, aunque se dan precipitaciones leves.

Según lo citado por D. Alemán (2013) se obtuvieron los parámetros meteorológicos los cuales son:

- ✓ Temperatura media: 14,7 °C
- ✓ Temperatura máxima: 20,8 °C
- ✓ Temperatura mínima: 5,7 °C
- ✓ Temperatura máxima absoluta: 26,5 °C
- ✓ Temperatura mínima absoluta: 0,5 °C
- ✓ Temperatura mínima absoluta: 0,5 °C
- ✓ Lluvia promedio anual: 1 668,8 mm/año
- ✓ Humedad relativa media anual: 81%
- ✓ Brillo solar anual: 234,5 horas

- ✓ Velocidad de viento: 6,5 km/hora
- ✓ Evaporación a la intemperie: 127,9 mm/año

2. Flora y fauna

En la comunidad la flora es poca pero diversa, entre los árboles se encuentran el pino (*Pinus*), el encino (*Quercus xalapensis*), el pino blanco (*Pinus strobus*) y el aliso, (*Alnus glutinosae*), estos mismos, están en decadencia ya que la comunidad la utiliza para la leña y construcción (G. Sánchez 2008:1-10). La fauna, están dispersos en las altas de la Sierra Madre y en el lago de Atitlán, los mamíferos son pocas y dispersos en el área y comúnmente tienden a desaparecer. Los mamíferos son escasos y dispersos en el área y tienden a desaparecer.

Según G. Sánchez (2008:1-10). menciona que «la cuenca del lago de Atitlán posee 141 especies de mamíferos que constituyen el 70% de las especies reportadas para Guatemala, el 30% de las especies de lagartijas, el 40 % de las serpientes y el 36 % de los anfibios del país».

C. MANEJO DEL EXPERIMENTO

1. Recolección de semillas

Se recolectaron las semillas en el bosque mixto, en el departamento de Totonicapán, aldea Vásquez, kilómetro 176 de la carretera interamericana en jurisdicción de Totonicapán, (longitud de 91°23'30.9" y latitud de 14°51'45.5").

Para la ejecución de la investigación se necesitaron 360 semillas de Chicajol, aproximadamente.

2. Sustratos

a. Los sustratos evaluados fueron:

- ✓ Peat moss
- ✓ Lombricompost
- ✓ Broza de montaña (Testigo)

3. Siembra

Las semillas se sembraron en bolsas las cuales tenían el sustrato correspondiente. En los distintos tratamientos, las semillas se sembraron en días diferentes, tratamiento A1 y el testigo se sembró el mismo día, y el tratamiento A2, se sembró, el siguiente día.

4. Lugar de trabajo.

Se trabajó bajo techo con el fin de conservar condiciones homogéneas en el experimento. Se ocupó un espacio 5.36 metros cuadrados.

- ✓ 2 Tratamientos pregerminativos más el testigo = 3
- ✓ Sustratos = 3
- ✓ Repeticiones = 8
- ✓ $3 \times 3 \times 8 = 72$

72 unidades experimentales distribuidas en 6 filas y 12 columnas (Cuadro No. 4).

5. Embolsado

Según J. Hurtado (2014:24-47), señala, la profundidad que se siembre las semillas debe ser lo suficiente para que el riego no destape la semilla, la siembra no debe ser mayor a dos veces el tamaño de la semilla.

6. Riego

EL riego debe realizarse antes y después de la siembra con el fin de obtener un buen crecimiento de los plantines la humedad inicial depende de la cantidad de agua utilizada, por lo que es importante regar homogéneamente y lentamente (J. Hurtado 2014:24-47).

D. Tratamientos pregerminativos

- ✓ Siembra directa de las semillas (Testigo)
- ✓ Inmersión en agua a 50°C, durante 10 minutos.
- ✓ Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.
- ✓ Se inició con el llenado de bolsas con los sustratos a evaluar, para luego humedecerla.

1. Tratamiento pregerminativo (A1): inmersión en agua a 50°C, por 10 minutos.

Se colocó agua en un recipiente sobre la hornilla de la estufa, se esperó a que el agua llegara a una temperatura de 50°C, tomando la lectura con un termómetro de mercurio (Figura No. 13 Anexo), se procedió a quitarlo de la fuente de calor, manteniendo la temperatura. Se procedió a envolver las semillas en una tela, (Figura No. 12 Anexo), y se sumergió por 10 minutos en el agua a 50°C.

2. Tratamiento pregeminativo (A2): inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

Se colocó agua a temperatura ambiente, en un recipiente, las semillas se envolvieron dentro de una tela, (Figura No. 177 Anexo), seguidamente se procedió a incorporar las semillas en el recipiente (Figura No. 18 Anexo), por 24 horas, bajo techo, transcurrido el tiempo, se procedió a sembrarlos en los sustratos respectivos, segundo día después de la ejecución.

3. Testigo

El testigo no se le realizó ningún tratamiento pregerminativo, la siembra se realizó directamente en los respectivos sustratos.

4. Siembra de las semillas

Después de los tratamientos pregerminativos se procedió a la siembra, en los sustratos correspondientes, se procedió al monitoreo cada 2 días por un lapso de 70 días. Continuamente se procedió al riego, para las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas.

5. Limpia o deshierbe.

Se realizó después de la germinación (Figura No. 25 Anexo), se debe de verificar bien cual planta arrancar ya que las plantas no deseadas, algunos se parecen a las de Chicajol, cuando estos germinan o emergen, este problema se di en los dos sustratos (lombricompost y broza de montaña).

6. Semisombra

J. Hurtado (2014:24-47) señalan que, «la semisombra puede ser alta o baja y se utiliza en la mayoría de los casos para que las especies no reciban directamente la luz del sol, especialmente en la fase inicial y gradualmente se puede controlar su exposición al sol».

7. Conteo de las semillas germinadas

Recopilación de datos.

Para la obtención de datos se trabajó 70 días y, la cual fue de la siguiente manera:

- ✓ Primero; desde la siembra hasta el último día de obtención de datos, fueron 70 días.
- ✓ Segundo; la toma de datos de la germinación fue 11, días después de la siembra. A partir de la primera semilla germinada se tomó la lectura a cada dos días, hasta la última semilla germinada.
- ✓ Tercero; la toma de datos del crecimiento de la altura fue, 41 días después de la siembra

E. VARIABLES DE RESPUESTA

1. Porcentaje de germinación de semillas
2. Días de germinación
3. Altura de la planta al día 70.

F. PLAN EXPERIMENTAL

1. Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + A_iB_j + E_{ij}$$

La variable respuesta, está función de la media general (U), del efecto del i-ésimo nivel del factor A, del efecto del i-esimo nivel del factor B, de la posible interacción entre los factores A y B y del error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

2. Análisis de datos:

Para el análisis de dato se utilizó el software de InfoStat versión estudiantil, para obtener el cuadro de ANDEVA, de las variables, porcentaje de germinación y altura de planta. Los datos de germinación de semilla, se transformaron utilizando la fórmula $\sqrt{(\times + 0.5)}$, para un mejor análisis estadístico.

3. Diseño experimental.

Se utilizó, un arreglo bifactorial con un diseño completamente al azar.

4. Número de repeticiones.

Cada nivel de tratamiento tuvo 8 repeticiones, la unidad experimental estuvo conformado por el promedio de 5 semillas

5. Factor A.

- a. Primer factor

- ✓ A1 = Tratamiento 1 (Inmersión en agua a (50°C), durante 10 minutos).
- ✓ A2 = Tratamiento 2 (Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas), más el Testigo (siembra directa)

6. Factor B

a. Segundo factor

- ✓ B1 = Peat moss
- ✓ B2 = Lombricompost
- ✓ B3 (T) = Broza de montaña

Estableciéndose 6 combinaciones (2X3= 6) más el testigo.

7. Croquis de distribución de los tratamientos.

En el Cuadro No. 4 se observa la distribución de los pretratamientos en los sustratos y las repeticiones.

Cuadro No. 4 Croquis de distribución.

												↑ N
TB2r	TB1r	TB2r	A1B	TB3r	A1B	TB1r	A2B	A1B	A2B	A1B1	TB3r	
2	8	1	1r2	4	1r3	5	2r2	2r1	2r8	r7	6	
TB2r	A1B	A2B	TB1r	A2B2	A1B	A1B	TB3r	A2B	A1B	TB3r	A1B	
7	3r3	2r6	6	r4	1r6	3r4	7	2r7	2r8	5	2r4	
A2B	A2B	A2B	TB3r	A1B3	A2B	A1B	TB2r	A1B	TB2r	A1B3	TB3r	
3r7	1r7	3r8	1	r6	2r1	3r5	5	1r1	8	r8	8	
A1B	A1B	A1B	A2B	A2B1	A2B	A1B	A1B	A1B	TB1r	A2B1	TB1r	
3r1	2r6	3r2	1r1	r5	2r3	2r3	2r7	1r8	1	r3	3	
TB3r	TB3r	A2B	A2B	TB1r	A2B	A2B	TB2r	TB1r	A1B	A1B1	A1B	
2	3	3r5	3r1	2	1r2	3r4	3	4	3r7	r5	2r5	
A2B	A2B	A2B	A2B	TB2r	A1B	A2B	A1B	A2B	A2B	TB1r	TB2r	
2r5	1r6	3r6	1r8	6	2r2	3r3	1r4	3r2	1r4	7	4	

Fuente: Elaboración propia



A1 = Tratamiento 1 (Inmersión en agua a (50°C), durante 10 minutos).



A2 = Tratamiento 2 (Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas).

T = Testigo

B1 = Peat moss

B2 = Lombricompost

B3 (T) = Broza de montaña

r = Repetición

1, 2... 8 = Número de repeticiones

8. Materiales para la ejecución del experimento.

a. Herramientas y materiales utilizadas:

- ✓ Bolsas
- ✓ Atomizador
- ✓ Regla
- ✓ Peat moss
- ✓ Lombricompost
- ✓ Broza de montaña
- ✓ Pinza
- ✓ Cubeta
- ✓ Termómetro

9. Fases del experimento:

- ✓ Colecta de flores. (Figura No. 6 Anexo)
- ✓ Semillas de Chicajol. La semilla mide entre 6 a 8 milímetro.
- ✓ Secado de flor (Figura No. 7 Anexo)
- ✓ Semillas (Figura No. 11 Anexo)
- ✓ Tratamiento pregerminativo, inmersión en agua a 50°C
- ✓ En las siguientes figuras se describe la ejecución del experimento en campo, y los procedimientos realizados durante para el tratamiento pregerminativo inmersión en agua a 50°C por 10 minutos, como se observa en las siguientes figuras (Figura No 12, 13 y 16 Anexo).
- ✓ Tratamiento pregerminativo, inmersión en agua a temperatura ambiente.
- ✓ Para el tratamiento inmersión en agua a temperatura ambiente por 24, se realizaron los pasos correspondientes durante la ejecución experimental, como se observa en las figuras (Figura No 17 y 18 Anexo) y en anexo, continuamente, se procedió a sembrarlos en los sustratos correspondientes.
- ✓ Después de los tratamientos pre germinativos se procedió a sembrarlos (Figura No 19 al 22 Anexo).

VII. RESULTADOS

A. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

Cuadro No. 5 Análisis de varianza Factor A (Pretratamientos) y Factor B (Sustratos) para el porcentaje de germinación.

FV	S. C.	G. L.	M. C.	F. C.	p – valor
Tratamiento	58.04	8	7.25	2.76	0.0111
Factor A	10.64	2	5.32	2.03	0.1405
Sustratos B	41.65	2	20.83	7.93	0.0009
Interacción A*B	5.74	4	1.44	0.55	0.7023
Error	165.54	63	2.63		
Total	223.57	71			

Coefficiente de variación

$$CV = 24.08$$

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro No. 5 Anexo), de acuerdo a la prueba de medias de Tukey con una significación de 0.05, en el factor B señala que hay diferencia significativa dado que p-valor es menor a la significación.

En el tratamiento pregerminativo A1, (inmersión en agua a 50°C, durante 10 minutos), germinó 29 semillas en peat moss y en lombricompost 15. Total, de semillas germinadas, 57, incluye el testigo. 47.5% de germinación, en el tratamiento pregerminativo A1 (Cuadro No. 13 Anexo).

En el tratamiento pregerminativo A2, (inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas), germinó, 29 semillas en peat moss y en lombricompost 15. Total, de semillas germinadas, 49, incluye el testigo. 40.83 % de germinación, en el tratamiento pregerminativo A2 (Cuadro No. 14 Anexo).

Cuadro No. 6 Comparación de medias de los pretratamientos, en la germinación de semillas de Chicajol

Pretratamientos	Medias	
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	6.29	A
Inmersión en agua 50 °C.	6.68	A
Testigo	7.23	A

En la comparación de medias de los pretratamientos, en la germinación de semillas de Chicajol (Cuadro No. 6 Anexo), no hay diferencia significativa.

Cuadro No. 7 Comparación de medias de sustratos, de los pretratamientos, en el porcentaje de germinación de semilla de Chicajol.

Sustratos	Medias	
Lombricompost	6.10	A
Broza de montaña	6.30	A
Peat moss	7.80	B

En la comparación de medias de sustratos, de los pretratamientos, en el porcentaje de germinación de semilla de Chicajol (Cuadro No. 7 Anexo), existe diferencia entre la comparación de medias de los sustratos, siendo superior el sustrato peat moss.

El peat moss, tuvo efecto significativo en la germinación de semillas de Chicajol, en la comparación de medias de los sustratos, debido a las características físicas, buena retención de humedad, aireación, porosidad, entre otros.

Cuadro No. 8 Interacción de medias de los pretratamiento y sustratos en la germinación de la semilla de Chicajol

Pretratamientos	Sustratos	Medias	n	
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Lombricompost	5.63	8	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Broza de montaña	5.80	8	A
Remojo en agua 50 °C por 10 minutos.	Broza de montaña	5.86	8	A
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	Lombricompost	6.04	8	A
Testigo	Lombricompost	6.63	8	A
Testigo	Broza de montaña	7.23	8	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Peat moss	7.44	8	A
Testigo	Peat moss	7.83	8	A
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	Peat moss	8.14	8	A

La Interacción de medias de los pretratamientos y sustratos en la germinación de las semillas de Chicajol (Cuadro No. 8 Anexo), no fueron significativas

B. DÍA DE GERMINACIÓN.

La germinación se dio 11 días después de la siembra (Figura No. 22 y 23 Anexo).

C. GERMINACIÓN

Los días de germinación del testigo, se dio 11 días después de la siembra, la cual se tomó como día 1 de la germinación, en el día 5 de la germinación, hubo más semillas germinadas (19 semillas en A1 y en A2 15 semillas). Total, de semillas germinadas A1, 57 y en A2, 49 semillas (Cuadro No. 13 y 14 Anexo).

D. ALTURA DE LA PLANTA.

Cuadro No. 9 Análisis de varianza Factor A (Pretratamientos) y Factor B (Sustratos) para la altura de la planta de Chicajol

FV	S. C.	G. L.	M. C.	F. C.	p-valor
Tratamiento	247.13	8	30.89	1.79	0.0958
Factor A	65.41	2	32.70	1.89	0.1588
Factor B	31.74	2	15.87	0.92	0.4041
Interacción A*B	149.99	4	37.50	2.17	0.0823
Error	1087.36	63	17.26		
Total	1334.49	71			

Coefficiente de variación

$$CV = 18.76$$

De acuerdo con Tukey con un valor de 0.05, no existe diferencia significativa entre los sustratos, debido a que p-valor es superior al nivel de significación (Cuadro No. 9 Anexo).

Cuadro No. 10 Comparación de medias de los pretratamientos.

Pretratamientos	Medias	
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	20.80	A
Testigo	22.65	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	22.96	A

En la comparación de medias de los pretratamientos, no existe diferencia significativa (Cuadro No. 10 Anexo).

Cuadro No. 11 Comparación de medias de los sustratos.

Sustratos	Medias	
Broza de montaña	21.67	A
Lombricompost	21.68	A
Peat moss	23.08	A

En La comparación de medias de los sustratos, no existe diferencia (Cuadro No. 11 Anexo).

Cuadro No. 12 Interacción de los tratamientos y sustratos.

Pretratamientos	Sustratos	Medias	n	
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	Peat moss	19.23	8	A
Testigo	Broza de montaña	20.50	8	A
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	Lombricompost	20.50	8	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Broza de montaña	21.81	8	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Lombricompost	22.00	8	A
Testigo	Lombricompost	22.53	8	A
Inmersión en agua 50 °C por 10 minutos.	Broza de montaña	22.69	8	A
Testigo	Peat moss	24.94	8	A
Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.	Peat moss	25.08	8	A

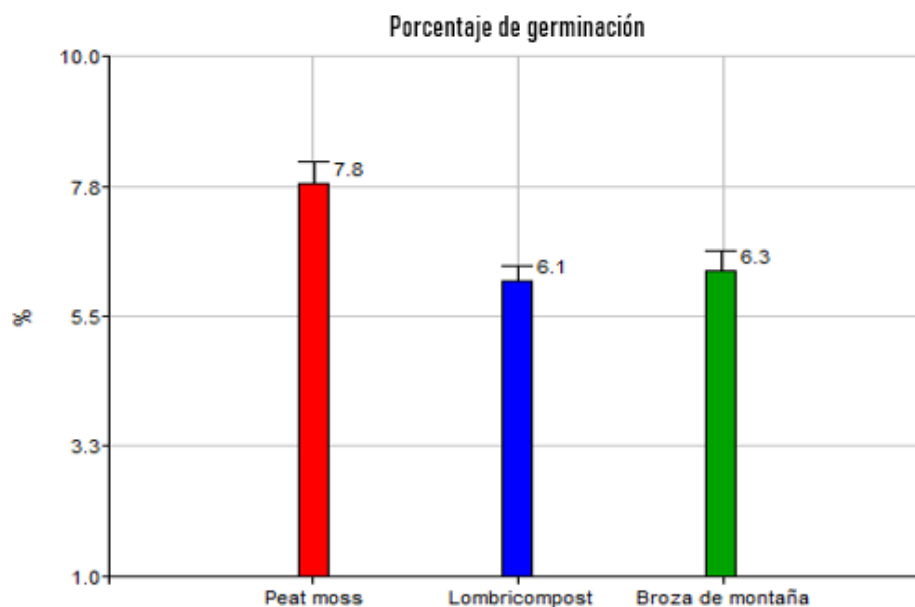
En la interacción de los tratamientos y sustratos, no hay diferencia significativa (Cuadro No. 12 Anexo).

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

En la Figura No. 2 se observa el promedio del porcentaje de germinación a los 24 días después de la siembra.

Figura No. 2 Porcentaje promediada de germinación



De acuerdo con el Cuadro No. 5, se observa los resultados del análisis de varianza, señalando que no existe diferencia significativa entre los pretratamientos, las semillas no necesitan ser tratadas ni con agua a 50 °C por 10 minutos, o inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Según lo citado por J. Hurtado (2014:24-47), en relación a la inmersión en agua caliente, seguramente, se debe al tiempo que se colocó las semillas en agua caliente, se corre el riesgo de que el embrión de las semillas se dañe por la temperatura excesiva.

A pesar de que no existió diferencia significativa entre los tratamientos pregerminativos, en la comparación de medias de sustratos, de los tratamientos pregerminativos, en la germinación de semilla de Chicajol, si hubo diferencia de medias entre los sustratos como señala el Cuadro No. 7, siendo superior el sustrato de peat moss, con un porcentaje de germinación de medias de 7.8 %, el

testigo que obtuvo una comparación de medias de 6.3 % y, el lombricompost que obtuvo una comparación de medias de 6.1%, con un coeficiente de variación de 24.08 %.

Cabe mencionar que el peat moss posee características sobresalientes como, presenta una mejor porosidad que permite que el sistema radicular se expande adecuadamente y sin ningún problema, buena retención de humedad, estructura estable, quiere decir que no se expande con temperatura adecuada y cuenta con una porosidad sobresaliente, el lombricompost y la broza de montaña, no influyó en el proceso de germinación de semillas, podría ser causada por la actividad biológica, es claro que perjudica a las semillas ya que los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes.

Según lo citado por C. Huaynoca (2020:20-33), indica que «la germinación de las semillas se encuentra fuertemente influidas por las características físico-químicas del sustrato empleado, ya que puede favorecer o entorpecer la germinación».

En el Cuadro No. 6 Comparación de medias de los pretratamientos, en la germinación de semillas de Chicajol, no refleja ningún tratamiento sobresaliente.

En el Cuadro No. 8 se observa la comparación de medias de la interacción entre tratamientos pregerminativos y los sustratos en la germinación de la semilla de Chicajol, donde se observa que no existe diferencia significativa, y esto se debe a que los factores son independientes.

B. DÍAS DE GERMINACIÓN

Cuadro No. 13 Días de germinación tratamiento A1 (inmersión en agua a 50°C, durante 10 minutos)

Día 11, después de la siembra.	Peat moss	Lombricompost	Broza de montaña
Día X	Semillas germinadas		
Día 1 después de la germinación	1	1	0
Día 3 después de la germinación	8	1	1
Día 5 después de la germinación	10	6	3
Día 7 después de la germinación	0	3	5
Día 9 después de la germinación	4	4	4
Día 11 después de la germinación	1	0	0
Día 13 después de la germinación	5	0	0
Día 15 después de la germinación	0	0	0
Total de semillas germinadas	29	15	13
Total de semillas germinadas en tratamiento A1			57

Para el tratamiento pregerminativo A1, germinó las semillas, 11 días después de la siembra, se recolectó datos a cada 2 días, 41 días después de la siembra, se realizó el último monitoreo y registró de datos de germinación, aunque las últimas germinaciones se dio en el día 24, después de la siembra, se identificó con día 1 cuando se dio las primeras germinaciones de semillas, la germinación terminó 13 días después, 24 días después de la siembra.

Cuadro No. 14 Días de germinación tratamiento A2 (inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas)

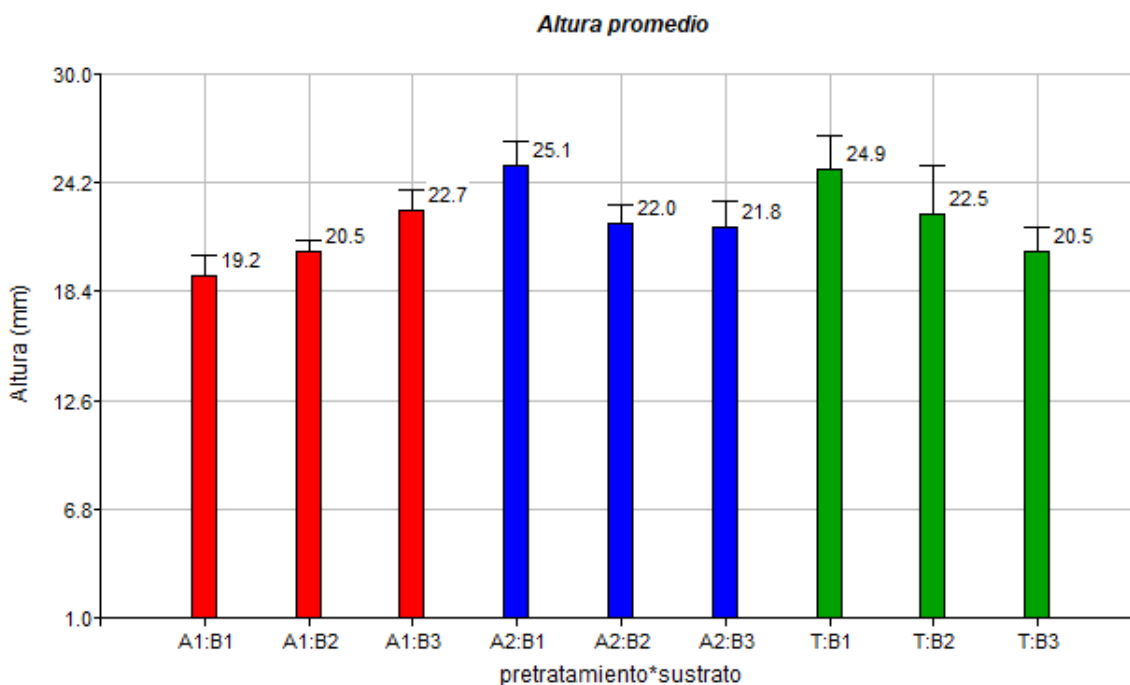
Día 11 después de la siembra.	Peat moss	Lombricompost	Broza de montaña
Día 1 después de la germinación	2	0	0
Día 3 después de la germinación	1	3	2
Día 5 después de la germinación	7	2	6
Día 7 después de la germinación	3	2	2
Día 9 después de la germinación	5	4	3
Día 11 después de la germinación	5	0	2
Día 13 después de la germinación	0	0	0
Día 15 después de la germinación	0	0	0
Total de semillas germinadas	23	11	15
Total de semillas germinadas en tratamiento A2			49

Para el tratamiento pregerminativo A2, germinó las semillas, 11 días después de la siembra, se recolectó datos a cada 2 días, 41 días después de la siembra, se realizó el último monitoreo y registró de datos de germinación, aunque las últimas germinaciones se dio en el día 24, después de la siembra, se identificó con día 1 cuando se dio las primeras germinaciones de semillas, la germinación terminó 13 días después, 24 días después de la siembra.

C. ALTURA DE LA PLANTA

En la Figura No. 3 se observa la altura promedio de las plantas en cada interacción, entre tratamiento y sustrato.

Figura No. 3 Altura promediada.



Según el análisis de varianza en relación a la altura de la planta (Cuadro No. 9), realizando la prueba de Tukey con un valor de significación 0.05, se obtuvo el siguiente dato: No existe diferencia significativa entre los sustratos, por lo tanto, el tipo de sustrato utilizado (peat moss, lombricompost y broza de montaña) no es relevante para su proceso de crecimiento de altura de la planta, a pesar de las diferentes características que posee cada sustrato. En 59 días después de la germinación, 70 días después de la siembra, la planta alcanzó una altura promedio de 25.1 milímetros, con un coeficiente de variación de 18.76.

La altura de la planta no se vio afectado por los sustratos, a pesar de las características del peat moss, descritos anteriormente, no afectó el crecimiento de la planta, en cuanto al lombricompost y la broza de montaña, esto se debió, posiblemente, afectado por los microorganismos o semillas de plantas no deseadas, que compitieron por los nutrientes presentes en los mismos, también la actividad

biológica, haya degradado estos sustratos y sus características físicas, y eso disminuyó la capacidad de aireación produciendo asfixia radicular, como señala F. Toledo (2006:17-20).

Los efectos que posiblemente desfavoreció el crecimiento de la altura de la planta, incluso en la germinación de las semillas;

En el Cuadro No. 10 “Comparación de medias de los tratamientos pregerminativos”, no existe diferencias de medias entre los tratamientos a pesar de las diferencias numéricas, la estadística señala que son iguales.

En el Cuadro No. 11 “Comparación de medias de los sustratos”, no hay diferencias estadísticas entre los mismos.

Cuadro No. 12 “Interacción de los tratamientos y sustratos”, evidentemente no hay diferencia estadística.

D. NÚMERO DE HOJAS.

Durante 70 días, las plantas brotaron 3 hojas (primarias, secundarias y terciario), en cada tratamiento y repetición.

IX. CONCLUSIONES

Los tratamientos pregerminativos de lixiviación en agua (inmersión en agua a 50 °C e inmisión a temperatura ambiente por 24 horas) a las semillas evaluadas, no presentaron diferencia significativa, de acuerdo con los resultados obtenidos, debido al tamaño de las semillas, los tratamientos pregerminativos empleados, no mostró efecto en las mismas

De acuerdo con los resultados obtenidos, los dos tratamientos pregerminativos alcanzaron un 75 % de germinación en 20 días promediados, de establecido el experimento, se concluye entonces que se requiere de aproximadamente 20 días para obtener el máximo porcentaje de germinación de semillas de Chicajol.

La altura promedio obtenida en 70 días después de la siembra en cada sustrato fue de: 23.1 mm en peat moss, 21.67 mm en lombricompost, y 21.67 mm en broza de montaña. debido a las características físicas del sustrato, como: la capacidad de retención de humedad y la aeración.

X. RECOMENDACIONES

Según datos presentados en este trabajo, las semillas no necesitan algún tratamiento de lixiviación por lo que se recomienda otros tratamientos de lixiviación con tiempo más prolongado la inmersión mayor a 24 horas, así también la inmersión en agua a 50 °C, reducir el tiempo o aumentar la inmersión de semillas o cambiar la temperatura, o utilizar productos químicos.

El peat moss, fue el sustrato que presentó un mejor porcentaje de germinación de Chicajol, por lo que es importante aprovechar las propiedades que posee tales como, una composición porosa que permite que el sistema radicular se expande adecuadamente y sin ningún problema, buena retención de humedad, estructura estable, temperatura adecuada y cuenta con una porosidad adecuada.

Realizar mezclas (arena, tierra y broza de montaña), y proporciones de sustratos, con el fin de tener un buen desarrollo y crecimiento de altura de la planta.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Alemán, Daniel. 2013. *Diseño de puente vehicular para el caserío Santa Rosa de la Aldea Xajaxac y sistema de agua potable por gravedad para el sector Julajuj de la Aldea Chaquijyá, Sololá, Sololá*. Tesis Universidad De San Carlos De Guatemala. Guatemala. 230 Págs.

Alonzo, Guillermo. 2018. *Evaluación de tres tratamientos pregerminativos y tres Sustratos para la producción de semilleros de guayacán (guaiacum sanctum l.), bajo condiciones de invernadero y Análisis histológico e histoquímico de su semilla*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 192 Págs.

Apaza, Isabel. 2011. *Evaluación del efecto de tres tratamientos pregerminativos en tres tipos de sustratos en la germinación de paraserianthes lophanta en el centro experimental de cota cota de la umsa*. Tesis Universidad Mayor De San Andrés. La Paz, Bolivia. 14 Págs.

Calderón, Graciela y J. Rzedowski. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 2a ed. México. 1406 Págs.

Camacho, Francisco. 2011. *Dormición de semillas: causas y tiramientos*. 2ª ed. México: Trillas. 104-109 Págs.

Cruz, Stella *et al.* 2018. «Bioactividad de extracto de seis especies vegetales nodrizas de bosques de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) de Ixchiguán, San Marcos, Guatemala». *Revista ciencia, tecnología y salud. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y ²Sub-área de Ciencias Biológicas, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)*. [Guatemala] 5 (1): 07-08.

De La Cuadra, Celia. 2006. «Germinación, latencia y dormición de las semillas». *Ministerio De Agricultura Pesca Y Alimentación*. [Madrid] (3) 18-19.

Doria, Jessica. 2010. «Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento». *Reserva Científica del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. [Cuba] 31 (1): 74-85

Fallas, Aníbal y Albert, Escoto. 2007. *Reducción de la contaminación ambiental mediante la producción de lombricompost a partir de residuos orgánicos*. Informe final de proyecto. Cartago, Costa Rica. 39 Págs.

Fuentes, Víctor. 2004. «Biodiversidad de las especies medicinales». *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, [La Habana] 9 (3)

Godínez, S.; P. Mendoza y M. Aguilar. 2018. Especies útiles del ecosistema Bosque Tropical Montano Nuboso de Sierra María Tecún, Cadena Volcánica Occidental de Guatemala. Totonicapán. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 95 págs.

Huaynoca, Christian. 2020. *Evaluación de los efectos de tres tratamientos pregerminativos y tres combinaciones de sustrato en Molle (schinus areira l.) En el macro-distrito de Cotahuma, la paz*. La Paz, Bolivia. Tesis Universidad Mayor de San Andrés. 62 Págs.

Huelgas, Paulette y E. del Val 2014. «La historia de las plantas nodriza» *Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (U.M.S.N.H.)*. Michoacán, México. (15): 10 - 14

Hurtado, Jiménez. 2014. *Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pregerminativos en vivero comunal, Sapecho - Alto Beni*. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. Facultad de Agronomía. 24-47 Págs.

Lobato, Rosa y Cidras, J. 2013. *Evolución vegetal: la conquista de la tierra firme*. Universidad De Vigo. Tesis Universidad De Vigo. 8 Págs.

López, Abraam. 2007. *Efecto de cuatro sustratos orgánicos en la sobrevivencia y crecimiento de pinus pincea gordon, bajo condiciones de invernadero*. Tesis Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro. México. 73 Págs.

Martínez, José. 2015. «características in situ y de propagación de seis especies arbustivas utilizadas como plantas nodrizas en la región occidental de Guatemala». *Revista ciencia, tecnología y salud. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala*, [Guatemala] 2 (2): 105-113.

Matías, Ferlandy; S. Godínez, y G. Bulux. 2014. Guía de identificación de plantas medicinales, de uso ancestral de los bosques de Santa María Chiquimula y Totonicapán CARE Guatemala. Proyecto FCA, CARE Totonicapán, Guatemala. 7. 68 págs.

Narciso, Pastor. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.* [México] 17 (3): 231-235

Núñez, Irma; González, Edgar y Barahona, Ana. 2003. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Asociación Interciencia*. [Venezuela] 28 (7): 387-393.

Ortiz, Timoteo. *et al.* 2018. Tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género *coffea*. *Revista Agro productividad. Universidad Autónoma Chapingo*. [México] 11 (4): 68-73 <https://core.ac.uk/reader/249320115> [25 de noviembre de 2021]

Reyes, Pedro Castañeda. 1990. *Diseño de Experimentos Aplicados*. 3rd Edición. México: Editorial Trillas. Cap. 6.

Sagastume, Estuardo. 2016. *Evaluación de lombricompost de coqueta roja (Eisenia foetida) en la producción de chile dulce; la Fragua, Zacapa*. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 56 Págs.

Sanchez, Guillermo. 2008 *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá y diseño del puente vehicular para el caserío hierba buena del municipio de Sololá, Departamento de Sololá*. Guatemala. Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad De Ingeniería. 166 Págs.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Secretaría-CDB). 2008. *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal, Canadá. 56 Págs.

Toledo, Francisco. 2006. *Evaluación de un sustituto de turba de musgo (Peat Moss) como sustrato y un estimulador radicular en la producción de plántulas de maíz dulce (Zea Mays L.) Y Tomate (Lycopersicum Esculentum L.) bajo condiciones de invernadero en San Jerónimo, Baja Verapaz*. Tesis Universidad De San Carlos De Guatemala. Guatemala. 75 Págs.

Villagómez, Erika; O. Espinosa y J. Villaseñor. 2018. El género *Stevia* (Eupatorieae, Asteraceae) en el estado de Morelos, México. *Ley Botánica Mexicana*, (125) 7-36.

Yepes, Adriana y M. Silveira. 2011. «Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión)». *Colombia Forestal*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [Colombia] 14 (2): 213-232

Citas en internet.

Burés, Silvia. 2006. Manejo de sustrato. 1 Curso de gestion de viveros forestales. https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/0_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES.PDF [25 de noviembre de 2021]

J. Stimmel. 2021. *Stevia polycephala* Bertol. Tropicos Specimen Data. Missouri Botanical Garden. Global Biodiversity Information Facility. https://www.gbif.org/es/occurrence/1260585787#occurrencePage_media [31 de julio de 2019]

Migill. B.; Solomon J y Stimmel H. (2019). Tropicos Specimen Date. Missouri Botanical Garden. <https://www.gbif.org/es/occurrence/1260585787> [31 de julio de 2019]

Openstax CNX. 2015. Diversidad de plantas. <https://legacy.cnx.org/content/m53662/latest/?collection=col11707/1.13> [23 de noviembre de 2021]

Pereira, Andrés. 2011. Biodiversidad. Colombia.
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4770/biodiversidad.pdf> [23 de noviembre de 2021]

Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Capítulo 8 tratamiento previo de la semilla. FAO. Centro de Semillas Forestales de DANIDA.
<https://www.fao.org/3/ad232s/ad232s10.htm#ch8> [24 de noviembre de 2021]

XII. ANEXOS

En la siguiente Figura No. 4 se observa las labores realizadas, durante el tiempo establecido del experimento.

Figura No. 4 Cronograma de actividades

Tiempo Actividad	Meses											
	1				2				3			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10		
Cosecha de las semillas												
Llenado de bolsa												
Dar tratamiento pregerminativo a las semillas												
Incorporación de las semillas a los sustratos.												
Hidratación												
Limpia												
Verificación de días de germinación												
Verificación de porcentaje de germinación												
Trasplante (sacar bajo techo, día 40)												
Medición de crecimiento de planta												
Verificación de número de hojas												
Generación de datos a base de los resultados												
Revisión previa de estudio												
Entrega de informe final												

Fuente: Elaboración propia

A. RECOLECCIÓN DE SEMILLAS Y SECADO.



Figura No. 5 Chicajol (*Stevia polycephala Bertol*). en su habitat natural, floreciendo.



Figura No. 6 Colecata de flores de Chicajol.



Figura No. 7 Secado de la flor de Chicajol, después de la colecta.

B. PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS Y LLENADO DE BOLSAS.



C. COSECHA DE SEMILLAS



D. ELABORACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.

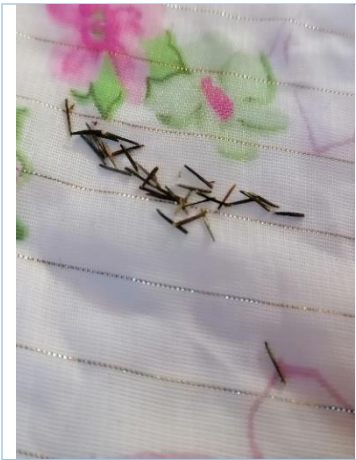


Figura No. 12 Conteo de semillas a utilizar.



Figura No. 13 Inmersión de las semillas en agua a 50 °C por 10 minutos.



Figura No. 14 Termómetro



Figura No. 15 Desinfección de la pinza.



Figura No. 16 Manipulación de la semilla con la pinza.



Figura No. 17 Conteo de semillas.



Figura No. 18 Inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas.



E. SIEMBRA DE LAS SEMILLAS.



Figura No. 19 Siembra de semillas tratadas en agua a 50 °C



Figura No. 20 Siembra de semillas tratadas en agua a temperatura ambiente por 24 horas.



Figura No. 21 Siembra del testigo.



Figura No. 22 Incorporación del mismo sustrato para cubrir las semillas.

F. GERMINACIÓN



Figura No. 23 Proceso de germinación.

G. DESARROLLO Y CRECIMIENTO.



Figura No. 24 Verificación de germinación.

H. LIMPIA

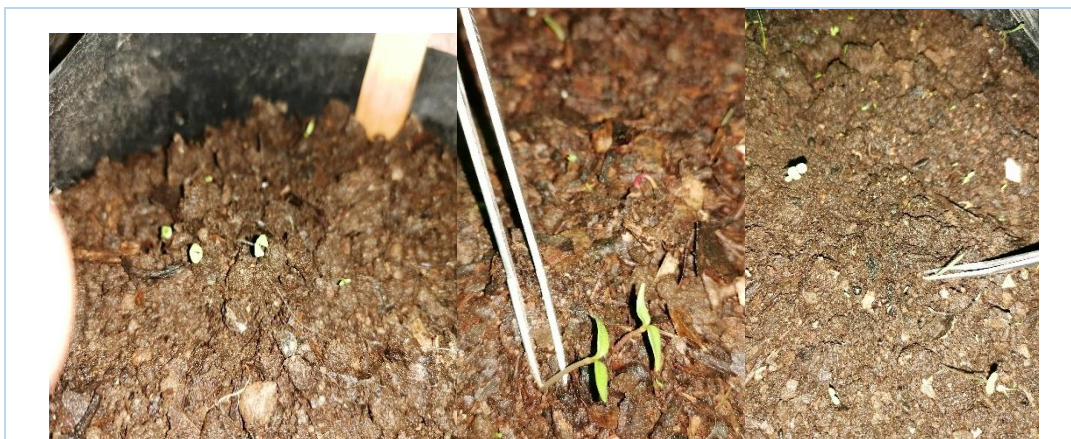


Figura No. 25 Limpia en el sustrato de lombricompost y broza de montaña.

I. MEDICIÓN DE ALTURA, 30 DÍAS DESPUÉS DE LA GERMINACIÓN



Figura No. 26 Toma de datos de altura, 30 días después de la germinación.

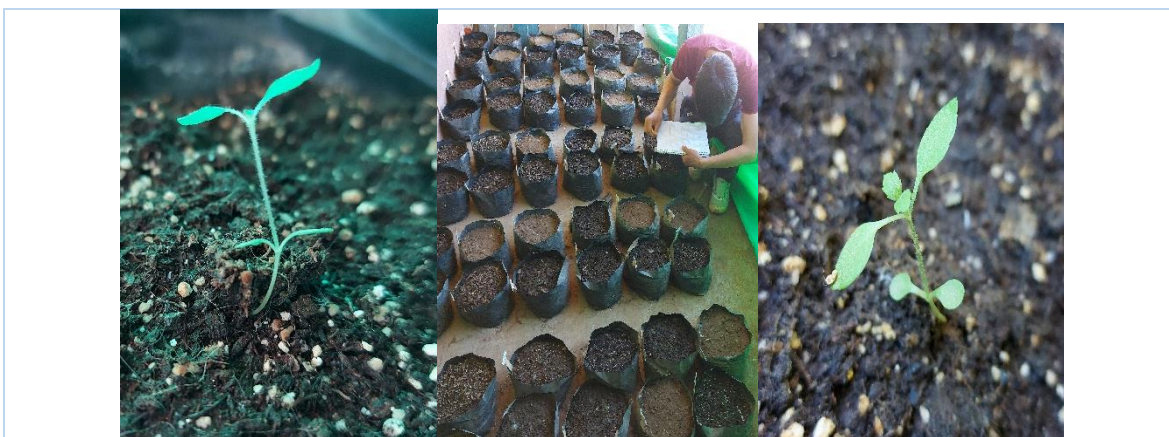


Figura No. 27 Recolección de datos, 70 días después de la siembra.

J. DATOS DE GERMINACIÓN Y ALTURA DE PLANTA.

Cuadro No. 15 Días de germinación del testigo

Día 11 después de la siembra	Peat moss	Lombricompost	Broza de montaña
Día 1 después de la germinación	4	3	1
Día 3 después de la germinación	8	3	4
Día 5 después de la germinación	3	3	4
Día 7 después de la germinación	4	2	1
Día 9 después de la germinación	0	2	3
Día 11 después de la germinación	2	2	0
Día 13 después de la germinación	1	0	1
Día 15 después de la germinación	0	0	0
Total de semillas germinadas	22	15	14
Total de semillas germinadas.			51

Cuadro No.16 Porcentaje de germinación de semilla en el tratamiento en agua a 50 °C, sin transformación.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A1B1r1	40 %	A1B1r1	40 %	A1B1r1	20 %
A1B1r2	100 %	A1B1r2	60 %	A1B1r2	40 %
A1B1r3	40 %	A1B1r3	40 %	A1B1r3	60 %
A1B1r4	60 %	A1B1r4	20 %	A1B1r4	40 %
A1B1r5	100 %	A1B1r5	60 %	A1B1r5	40 %
A1B1r6	100 %	A1B1r6	20 %	A1B1r6	40 %
A1B1r7	20 %	A1B1r7	40 %	A1B1r7	20 %
A1B1r8	100 %	A1B1r8	20 %	A1B1r8	20 %

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 17 Porcentaje de germinación en el tratamiento en agua a temperatura ambiente por 24 hora, sin transformación.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A2B1r1	80 %	A2B1r1	60 %	A2B1r1	20 %
A2B1r2	80 %	A2B1r2	40 %	A2B1r2	40 %
A2B1r3	100 %	A2B1r3	40 %	A2B1r3	60 %
A2B1r4	40 %	A2B1r4	20 %	A2B1r4	20 %
A2B1r5	40 %	A2B1r5	20 %	A2B1r5	20 %
A2B1r6	40 %	A2B1r6	40 %	A2B1r6	40 %
A2B1r7	60 %	A2B1r7	20 %	A2B1r7	20 %
A2B1r8	20 %	A2B1r8	20 %	A2B1r8	60 %

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 18 Porcentaje de germinación, testigo, sin transformación.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
TB1r1	60 %	TB2r1	60 %	TB3r1	60 %
TB1r2	60 %	TB2r2	60 %	TB3r2	60 %
TB1r3	100 %	TB2r3	20 %	TB3r3	20 %
TB1r4	40 %	TB2r4	40 %	TB3r4	100 %
TB1r5	100 %	TB2r5	60 %	TB3r5	60 %
TB1r6	60 %	TB2r6	60 %	TB3r6	80 %
TB1r7	40 %	TB2r7	20 %	TB3r7	20 %
TB1r8	40 %	TB2r8	40 %	TB3r8	40 %

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 19 Altura de planta, 30 días después de la germinación, expresadas en milímetros

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A1B1r1	8	A1B1r1	15	A1B1r1	19
A1B1r2	15	A1B1r2	14	A1B1r2	13.5
A1B1r3	19	A1B1r3	13	A1B1r3	14
A1B1r4	10	A1B1r4	15	A1B1r4	8
A1B1r5	12	A1B1r5	15	A1B1r5	16.5
A1B1r6	14.4	A1B1r6	13	A1B1r6	8
A1B1r7	12	A1B1r7	14	A1B1r7	16
A1B1r8	14	A1B1r8	13	A1B1r8	14

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 20 Altura de planta, 30 días después de la germinación, expresadas en milímetros.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A2B1r1	16.25	A2B1r1	15.5	A2B1r1	11.5
A2B1r2	14.2	A2B1r2	11	A2B1r2	12
A2B1r3	13.333	A2B1r3	14	A2B1r3	14.333
A2B1r4	15	A2B1r4	15	A2B1r4	16
A2B1r5	13	A2B1r5	12	A2B1r5	15
A2B1r6	12	A2B1r6	13	A2B1r6	20
A2B1r7	19	A2B1r7	15	A2B1r7	11.5
A2B1r8	25	A2B1r8	12	A2B1r8	9

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 21 Altura de planta, 30 días después de la germinación, testigo, expresadas en milímetros.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
TB1r1	18.5	TB2r1	17.5	TB3r1	12
TB1r2	15	TB2r2	13	TB3r2	15
TB1r3	15	TB2r3	5	TB3r3	13
TB1r4	17.5	TB2r4	10	TB3r4	14.25
TB1r5	18	TB2r5	18.5	TB3r5	19
TB1r6	17	TB2r6	12	TB3r6	14.5
TB1r7	20	TB2r7	20	TB3r7	14
TB1r8	23.5	TB2r8	12.8	TB3r8	17

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 22 Altura de planta 70 días después de la siembra, expresadas en milímetros.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A1B1r1	16	A1B1r1	20	A1B1r1	23
A1B1r2	20	A1B1r2	20	A1B1r2	24.5
A1B1r3	25	A1B1r3	21	A1B1r3	21
A1B1r4	18	A1B1r4	22	A1B1r4	18
A1B1r5	18.5	A1B1r5	20	A1B1r5	27
A1B1r6	19.25	A1B1r6	18	A1B1r6	20
A1B1r7	15	A1B1r7	24	A1B1r7	26.5
A1B1r8	22	A1B1r8	19	A1B1r8	21.5

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 23 Altura de planta 70 días después de la siembra, expresadas en milímetros.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
A2B1r1	27.3	A2B1r1	28	A2B1r1	16
A2B1r2	27.3	A2B1r2	23	A2B1r2	22
A2B1r3	18	A2B1r3	22	A2B1r3	27
A2B1r4	29	A2B1r4	21.5	A2B1r4	20.5
A2B1r5	22	A2B1r5	20	A2B1r5	26
A2B1r6	25	A2B1r6	20	A2B1r6	23
A2B1r7	23	A2B1r7	22.5	A2B1r7	17
A2B1r8	29	A2B1r8	19	A2B1r8	23

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 24 Altura de planta 70 días después de la siembra.

Peat moss		Lombricompost		Broza de montaña	
TB1r1	32	TB2r1	18	TB3r1	17
TB1r2	19	TB2r2	18	TB3r2	20.5
TB1r3	26.5	TB2r3	13.5	TB3r3	17
TB1r4	23	TB2r4	15	TB3r4	28
TB1r5	22.5	TB2r5	26.5	TB3r5	23
TB1r6	29	TB2r6	25.7	TB3r6	18
TB1r7	35	TB2r7	30	TB3r7	19.5
TB1r8	21.5	TB2r8	33.5	TB3r8	21

Fuente: Elaboración propia.

K. TABULACIÓN DE DATOS EN INFOSTAT

InfoStat/L - datos que se utilizaran

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

datos que se utilizaran

Caso	pretratamiento	sustrato	repetición	% de germinación	Altura (mm)
1	A1	B1	1	6.40	16.00
2	A1	B2	1	6.40	20.00
3	A1	B3	1	4.50	23.00
4	A1	B1	2	10.00	20.00
5	A1	B2	2	7.80	20.00
6	A1	B3	2	6.40	24.50
7	A1	B1	3	6.40	25.00
8	A1	B2	3	6.40	21.00
9	A1	B3	3	7.80	21.00
10	A1	B1	4	7.80	18.00
11	A1	B2	4	4.50	22.00
12	A1	B3	4	6.40	18.00
13	A1	B1	5	10.00	18.50
14	A1	B2	5	7.80	20.00
15	A1	B3	5	6.40	27.00
16	A1	B1	6	10.00	19.30
17	A1	B2	6	4.50	18.00
18	A1	B3	6	6.40	20.00
19	A1	B1	7	4.50	15.00
20	A1	B2	7	6.40	24.00
21	A1	B3	7	4.50	26.50
22	A1	B1	8	10.00	22.00

Categoría: Registros: 72*5 n = 1

Figura No. 29 Incorporación de datos en InfoStat

InfoStat/L - datos que se utilizaran

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

datos que se utilizaran

Caso	pretratamiento	sustrato	repetición	% de germinación	Altura (mm)
1	A1	B1	1	6.40	16.00
2	A1	B2	1	6.40	20.00
3	A1	B3	1	4.50	23.00
4	A1	B1	2	10.00	20.00
5	A1	B2	2	7.80	20.00
6	A1	B3	2	6.40	24.50
7	A1	B1	3	6.40	25.00
8	A1	B2	3	6.40	21.00
9	A1	B3	3	7.80	21.00
10	A1	B1	4	7.80	18.00
11	A1	B2	4	4.50	22.00
12	A1	B3	4	6.40	18.00
13	A1	B1	5	10.00	18.50
14	A1	B2	5	7.80	20.00
15	A1	B3	5	6.40	27.00
16	A1	B1	6	10.00	19.30
17	A1	B2	6	4.50	18.00
18	A1	B3	6	6.40	20.00
19	A1	B1	7	4.50	15.00
20	A1	B2	7	6.40	24.00
21	A1	B3	7	4.50	26.50
22	A1	B1	8	10.00	22.00

Categoría: Registros: 72*5 n = 1

Medidas resumen
 Tablas de frecuencias
 Probabilidades y cuantiles
 Estimación de características poblacionales
 Análisis de la varianza no paramétrica
 Cálculo del tamaño muestral
 Inferencia basada en una muestra
 Inferencia basada en dos muestras
Análisis de la varianza
 Modelos lineales generales y mixtos
 Modelos lineales generalizados mixtos (MLGM)
 Regresión lineal
 Regresión no lineal
 Modelos no lineales mixtos
 Ridge regression
 Análisis de correlación
 Structural Equations Models
 Datos categorizados
 Análisis multivariado
 Series de tiempo
 Suavizados y ajustes

Figura No. 30 Proceso de análisis de varianza del porcentaje de germinación

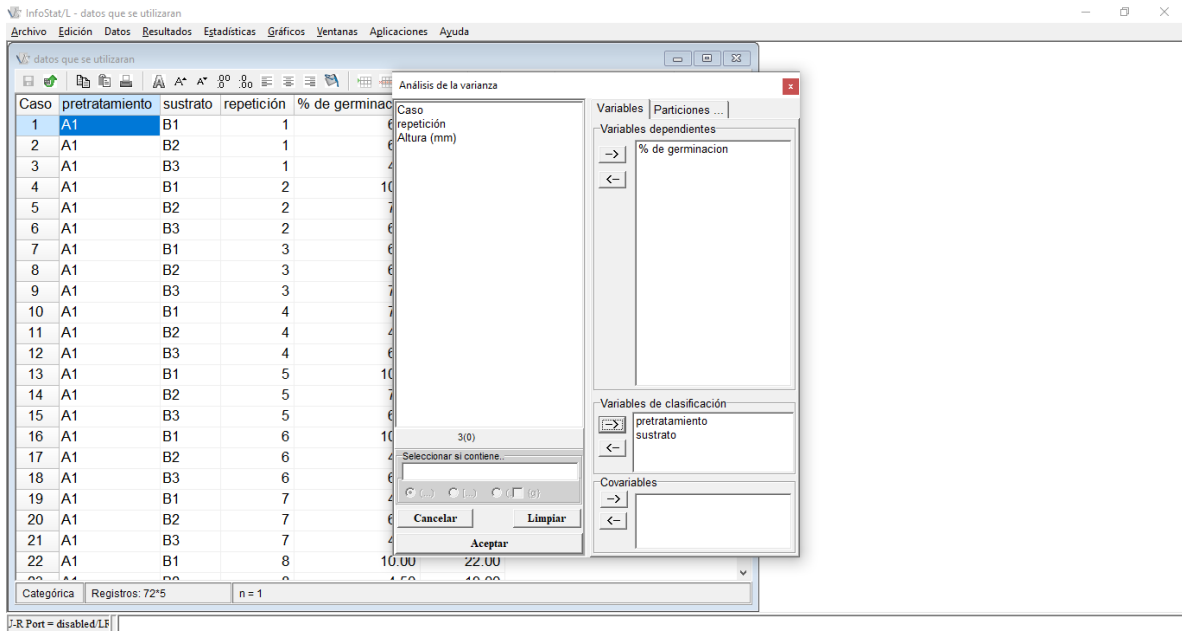


Figura No. 31 Proceso de análisis de varianza, colocación de los respectivos datos en cada casilla, requerida. Y aceptar

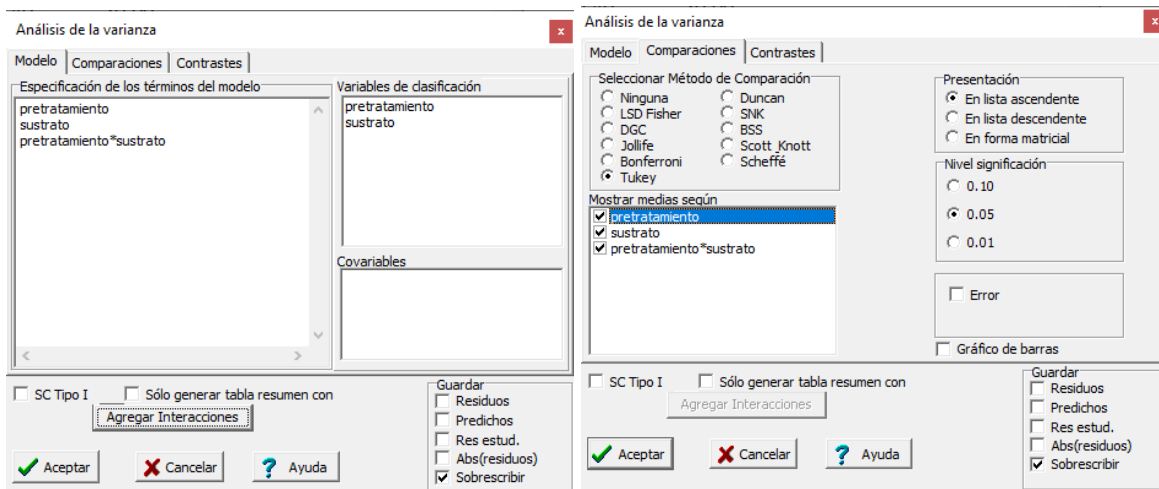


Figura No. 32 Agregar interacción, ir en la siguiente ventana, marcar las casillas y aceptar.

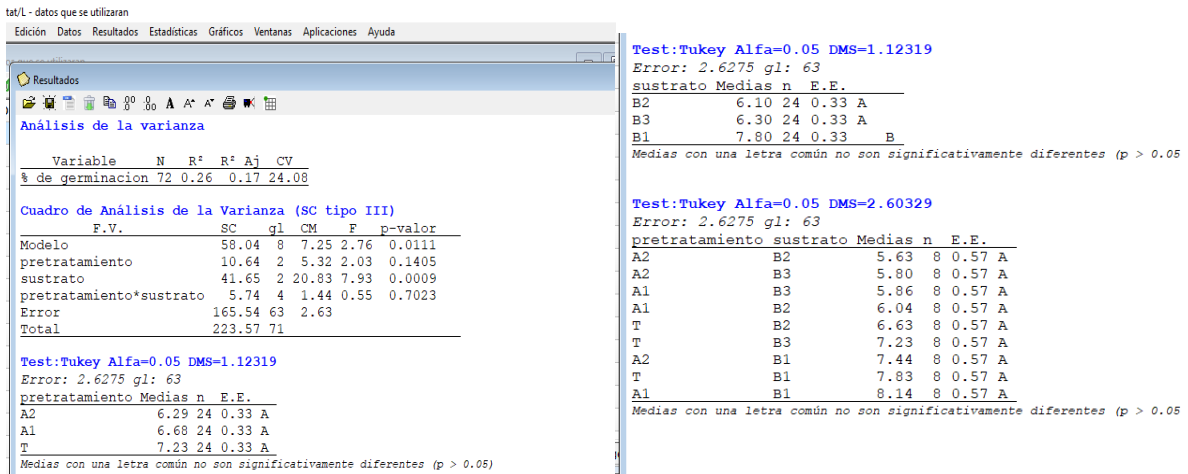


Figura No. 33 Análisis de varianza del porcentaje de germinación.

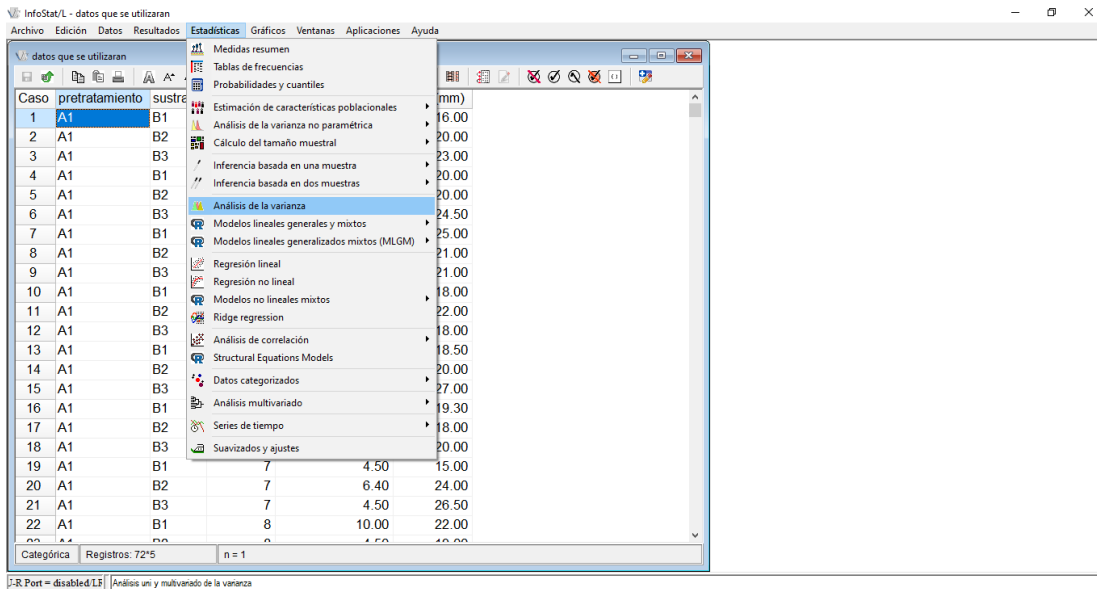


Figura No. 34 Análisis de varianza, altura.

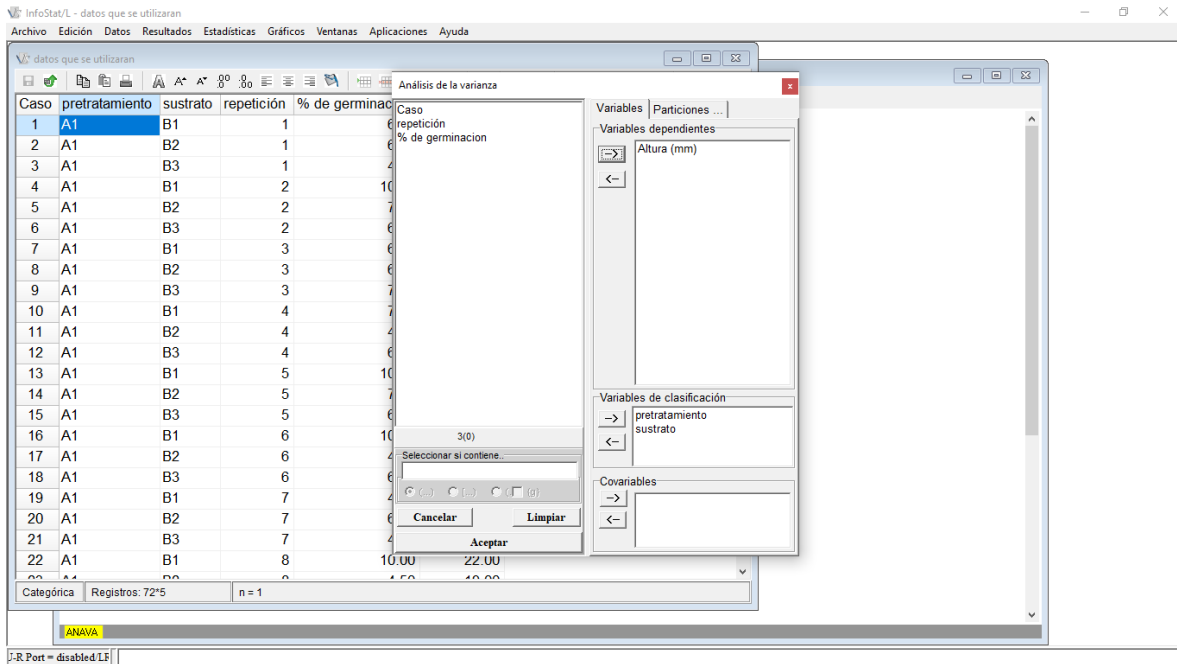


Figura No. 35 Proceso de análisis de varianza, colocación de los respectivos datos en cada casilla, requerida. y aceptar.

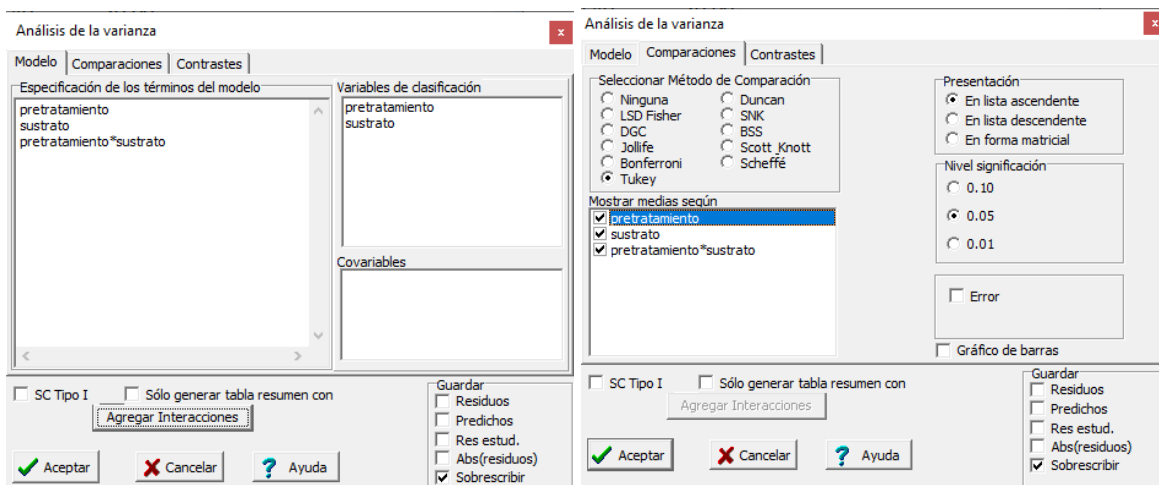


Figura No. 36 Agregar interacción, ir en la siguiente ventana, marcar las casillas y aceptar.

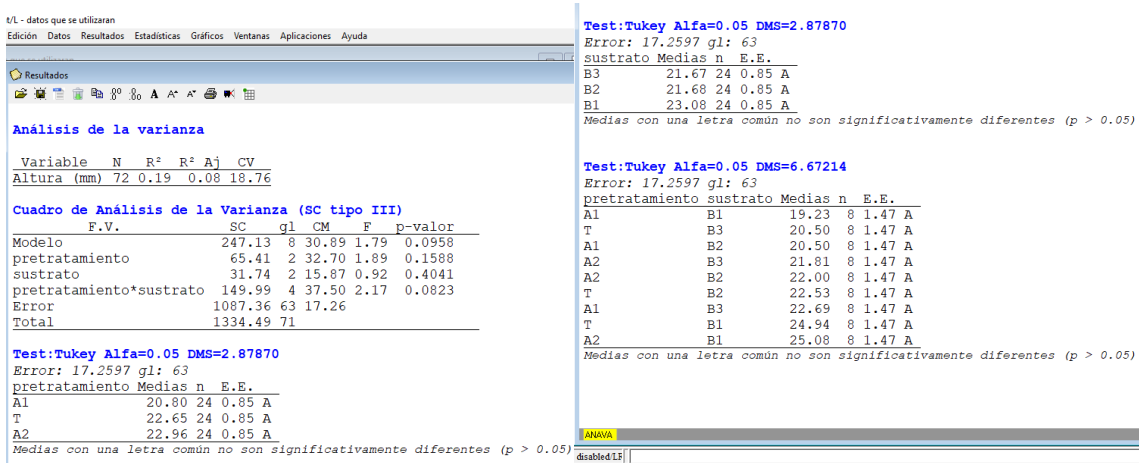


Figura No. 37 Análisis de varianza, altura.

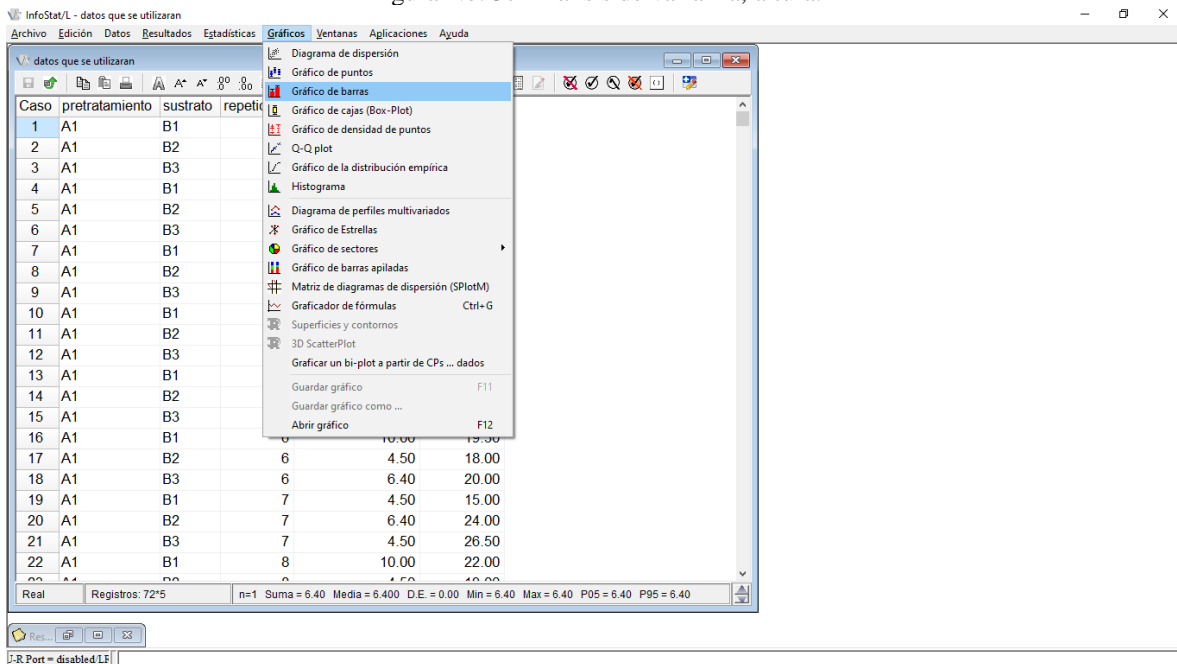


Figura No. 38 Gráfica de barra, porcentaje de germinación

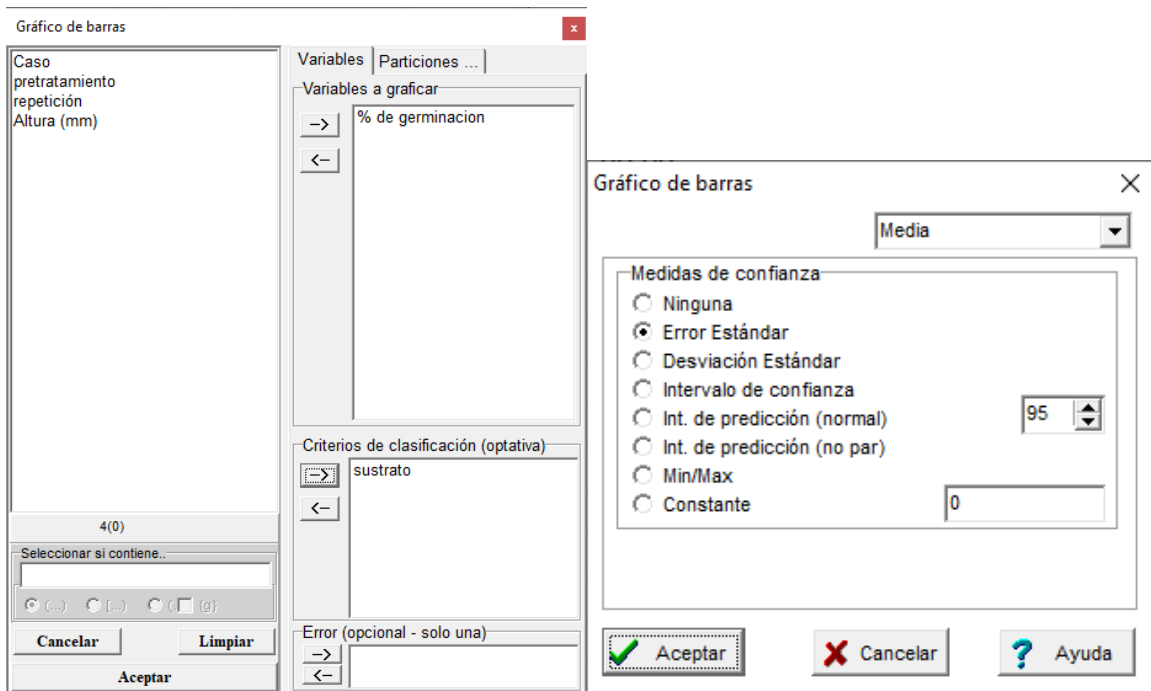


Figura No. 39 Agregar los datos en las respectivas casillas y aceptar.

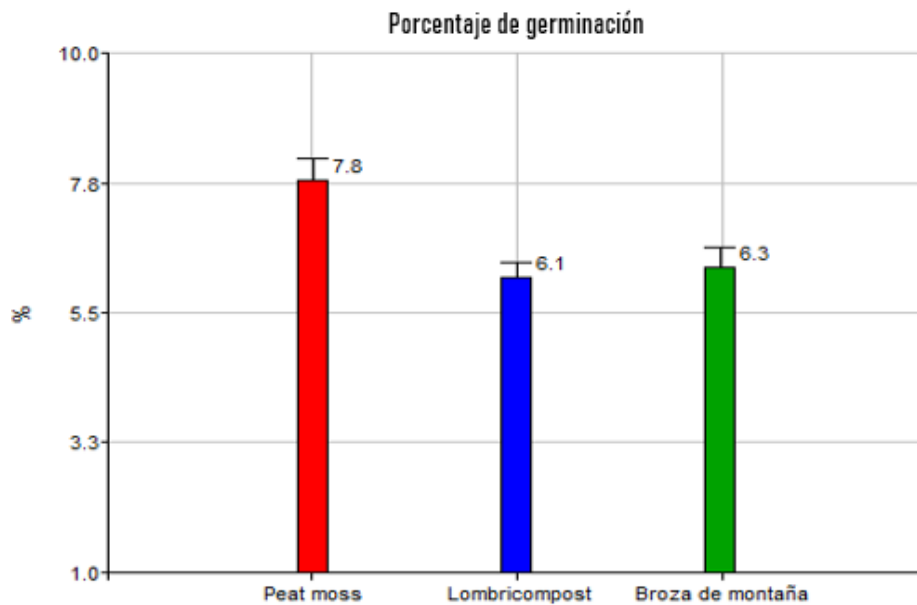


Figura No. 40 Gráfica de barra del porcentaje de germinación

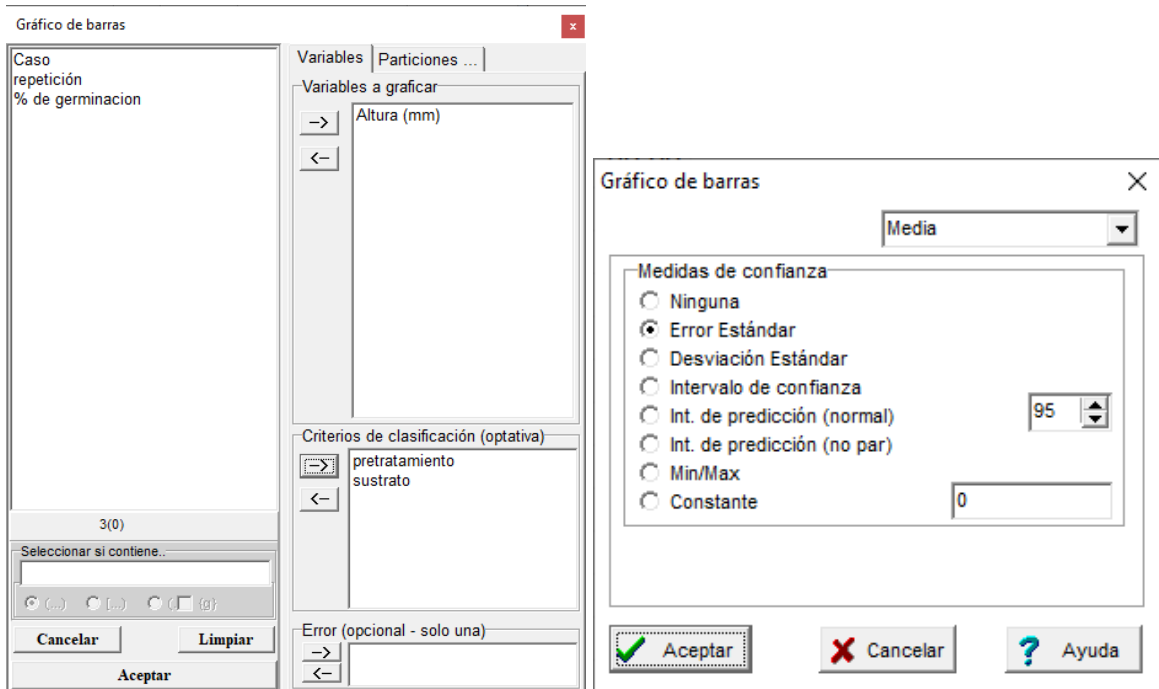


Figura No. 41 Agregar los datos en las respectivas casillas y aceptar.

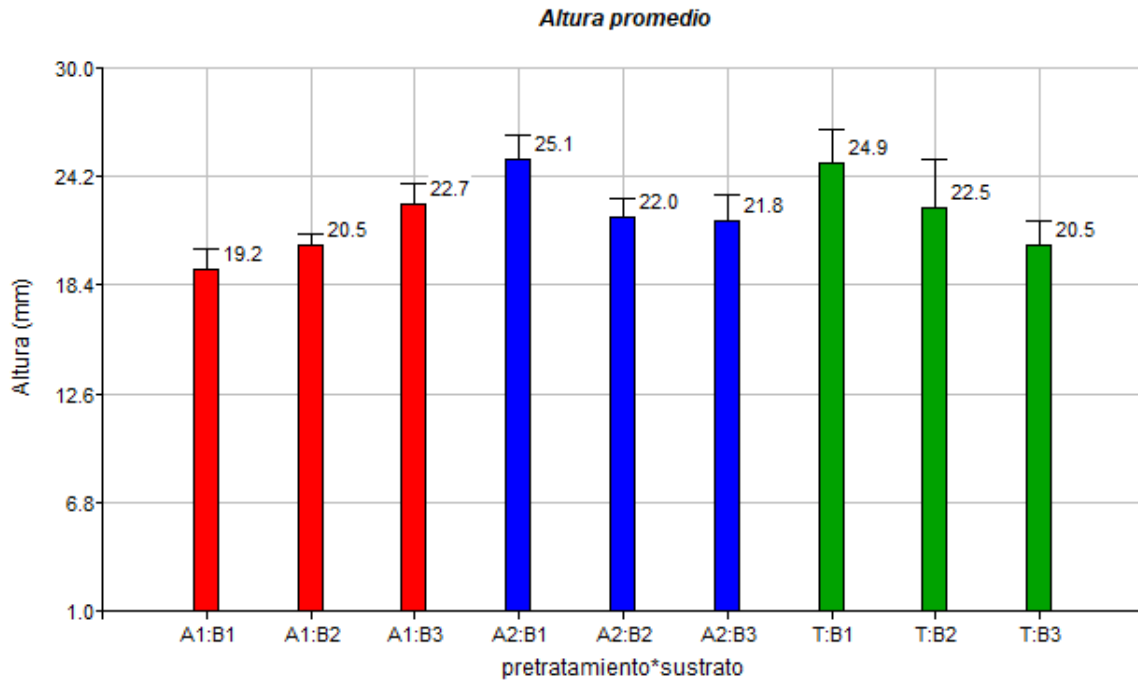


Figura No. 42 Gráfica de barra de altura.