

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

FILIAL JAÉN



**EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO Y LA TEMPERATURA
EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE GUAYACÁN
(*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson)**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER

CINTHIA LILIANA MEZA UGAZ

JAÉN – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A DIOS,

Por mostrarme día a día que con humildad, paciencia, sacrificio y dedicación, todo es posible en la vida.

A MIS PADRES,

Gabriel Meza Delgado y Yolanda Ugaz Requejo, quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como: hija y profesional.

A MIS HERMANOS,

Por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida con esfuerzo y perseverancia.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles de mi vida. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca sede-Jaén y docentes de la Escuela Académica de Ingeniería Forestal por la invaluable contribución de conocimientos teóricos-técnicos para nuestra formación profesional.

A mi asesora, Mtblga. M.C. Marcela Arteaga Cuba, por su orientación, asesoramiento y supervisión en ésta investigación, mi sincera apreciación, a ella, por los desafíos brindados que me ayudaron a culminar esta meta.

Al Ing. Segundo Vaca Marquina, por haberme impartido la idea de esta investigación, por su confianza puesta en mí, por su soporte intelectual y estímulo.

Al personal técnico del vivero Municipal Manuela Díaz Estela, Anibal Julca y Juan Goicochea por brindarme el apoyo en la instalación y observación de la investigación experimental a lo largo de la evaluación.

A Nilser Pinedo Vásquez y Jominy Silva Requejo, por su gran calidad humana, apoyo incondicional, alegría y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para poder llevar a cabo la culminación de este proyecto un objetivo más de mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Problema de la investigación	11
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Objetivo de la investigación	11
1.3.1. Objetivo general	11
1.3.2. Objetivos específicos	11
1.4 Hipótesis de la investigación	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1 Clasificación taxonómica del guayacán	13
2.2 Descripción botánica del guayacán	13
2.3 Distribución geográfica del guayacán	13
2.4 Ecología del guayacán	14
2.5 Usos del guayacán	15
2.6 Propiedades físicas y mecánicas del guayacán	15
2.7 Manejo de la especie	16
2.8 Propagación sexual o por semilla	17
2.9 La semilla de guayacán	17
2.10 Germinación	18
2.11 Tratamientos pre germinativos	21
2.12 Ensayos de germinación en el laboratorio	22
2.13 Ensayos de germinación en vivero	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Ubicación de la investigación	24
3.2 Materiales	26
3.3 Metodología	26

3.3.1. Fase en campo	26
a. Selección de árboles semilleros	26
b. Recolección, selección y manejo de los frutos	27
3.3.2. Fase de laboratorio	27
a. Procesamiento del fruto para obtener la semilla	27
b. Evaluación de las semillas	28
3.3.3. Fase experimental	31
a. Instalación de camas germinadoras	31
b. Sustrato y desinfección	32
c. Siembra de semillas	32
d. Labores culturales	32
e. Diseño estadístico utilizado	32
f. Tratamientos en estudio	34
g. Control y duración del ensayo	35
h. Evaluación de las variables	35
- Porcentaje de germinación(PG)	35
- Energía germinativa (EG)	35
- El valor de germinación (VG)	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Localización de árboles seleccionados	37
4.2. Pruebas de evaluación de calidad de las semillas	37
4.2.1. Análisis de Pureza	37
4.2.2. Peso y número de semillas por kg	38
4.2.3. Contenido de humedad	39
4.2.4. Análisis ocular de las semillas	39
4.3. Ensayo de Germinación	41
4.3.1. Resultados de los Parámetros germinativos	41
4.3.2. Análisis estadístico	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. Conclusiones	53
5.2. Recomendaciones	54
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes botánicas del guayacán (<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson)	14
Figura 2. Mapa de ubicación de la investigación	25
Figura 3. Diseño y dimensiones del germinador	31
Figura 4. Distribución de los tratamientos	34
Figura 5. Porcentaje de viabilidad de las semillas de guayacán	40
Figura 6. Germinación por tratamientos del arreglo factorial	43
Figura 7. Curva de Energía Germinativa diaria del arreglo factorial	46
Figura 8. Valor de Germinación del arreglo factorial	47
Figura 9. Medias de Germinación de semillas en función al factor Inmersión en agua a temperaturas(A).	51
Figura 10. Medias de Germinación de semillas en función al factor Dosis de Ácido giberélico(B).	52

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Factores y niveles de prueba	33
Cuadro 2. Información sobre los árboles seleccionados	37
Cuadro 3. Análisis de pureza en las dos sub muestras	38
Cuadro 4. Resultados de la prueba ocular en el microscopio	39
Cuadro 5. Porcentaje de germinación del arreglo factorial.	41
Cuadro 6. Energía germinativa obtenida en la germinación	44
Cuadro 7. Resultados del valor de la geminación	47
Cuadro 8. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de germinación.([Datos transformados con $Y=\arcseno (P)^{1/2}$])	49
Cuadro 9. Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de Inmersión en Agua (T °C).	50
Cuadro 10. Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de dosis de Ácido Giberélico (AG3 ppm.)	51

ANEXO

Anexo 1. Características físicas del fruto del guayacán

Anexo 2. Características físicas de la semilla de guayacán

Anexo 3. Parámetros generales de los frutos de guayacán

Anexo 4. Parámetros generales de la semilla de guayacán

Anexo 5. Registros de evaluación diarias por tratamiento y repetición

Anexo 6. Porcentaje de germinación obtenida del arreglo factorial

Anexo 7. Resultados del procesamiento de datos en el sistema SAS.

Anexo 8. Constancia de identificación de la especie *Tabebuia chrysantha* (Jacq.)

G. Nicholson, otorgada por el responsable del Laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca sede Jaén.

Anexo 9. Tríptico informativo del guayacán

Anexo 10. Características del fuste, copa del guayacán

Anexo 11. Panel fotográfico

RESUMEN

La *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson es una especie propia de los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) del marañón, cuyo hábitat está siendo severamente fragmentada debido a la tala indiscriminada de los pobladores locales con fines de una agricultura expansiva. Poco se conoce su silvicultura especialmente su propagación sexual, para utilizarla en posibles programas de reforestación. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del ácido giberélico y las variaciones de temperatura como tratamientos pregerminativos en la propagación sexual y obtener un mayor porcentaje de germinación de la semilla botánica de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson “guayacán”.

Para el ensayo de germinación se aplicó un diseño estadístico Factorial con Arreglo Combinatorio, de dos factores: Inmersión de semillas de guayacán en agua a diferentes temperaturas (25 °C, 30°C y 40 °C), y la de dosis de Ácido Giberélico (100ppm, 200ppm, 300ppm y 0ppm) con cuatro repeticiones y 20 semillas por cada unidad experimental. El tratamiento **T3** producto de la interacción de los factores de inmersión de las semillas en agua a (T25 °C) + ácido giberélico (300 ppm), obtuvo el máximo porcentaje de germinación con el 95.00 % de semillas germinadas, iniciando su germinación a los 09 días, con un promedio de 17.75 semillas germinadas en un periodo de 16 días y obteniendo 88.75% de energía germinativa, por lo que es el tratamiento con mayor energía germinativa, mientras que el tratamiento **T8** (T30 °C y 0 ppm) con 57.50 % es el que registro el mínimo porcentaje de germinación, en comparación con el testigo que reportó el 92.50%, ocupando el tercer lugar con máxima germinación entre todos los tratamientos de interacción aplicados producto del factorial.

Palabras clave: Ácido giberélico, temperatura, propagación sexual, guayacán.

ABSTRACT

Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson is a species of the seasonally dry tropical forest (BTES) of cashew, whose habitat is being severely fragmented due to the indiscriminate felling of the local people for the purpose of an expansive agriculture. Little is known about their forestry, especially their sexual propagation, for use in possible reforestation programs. The objective of this research was to evaluate the effect of gibberellic acid and temperature variations as pregerminative treatments on sexual propagation and to obtain a higher percentage of germination of the botanical seed of *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson "guayacán".

For the germination test, a Factorial Statistical Analysis with a Combinatorial Arrangement was applied, with two factors: Immersion of guaiacan seeds in water at different temperatures (25 ° C, 30 ° C and 40 ° C), and the dose of Giberelic Acid (100ppm, 200ppm, 300ppm and 0ppm) with four replicates and 20 seeds per experimental unit. The T3 treatment product of the interaction of seed immersion factors in water at (T25 ° C) + gibberellic acid (300 ppm), obtained the maximum percentage of germination with 95.00% of germinated seeds, initiating their germination to the 09 days, with an average of 17.75 seeds germinated in a period of 16 days and obtaining 88.75% of germinative energy, which is the treatment with the highest germinative energy, while the treatment T8 (T30 ° C and 0 ppm) with 57.50 % is the one that registered the minimum percentage of germination, in comparison with the control that reported 92.50%, occupying the third place with maximum germination among all the treatments of interaction applied product of the factorial.

Key words: Gibberellic acid, temperature, sexual propagation, guayacan.

I. INTRODUCCIÓN

En los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) del marañón se encuentra una gran cantidad de especies forestales endémicas y de importancia comercial, muchos de ellos se encuentran amenazadas por la tala indiscriminada, tal es el caso de la especie guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson), que se estima a más de cuatro décadas que fueron taladas para fines de uso en la construcción de viviendas (como columnas, vigas, tijerales, dinteles, etc.) y otros usos industriales. Actualmente, las poblaciones de esta especie, se han reducido a individuos jóvenes que no alcanzan alturas mayores de 20 cm de DAP y alturas que oscilan entre 5 a 10 m en el mejor de los casos se observa también el aprovechamiento con fines comerciales: combustible, leña (hornos para panadería y ladrillos, preparación de alimentos). Las poblaciones de guayacán existentes hasta la actualidad, perduran en su hábitat debido a su capacidad de rebrote que ofrece (de tres y diez rebrotes que no superan los 10 cm de diámetro (Marcelo 2007).

Es una especie comercial, maderable por excelencia, tanto para construcción como para muebles y artesanías finas, mangos de herramientas y carrocerías, así como para pisos de uso industrial, ya que la madera es muy durable y resistente al ataque de termitas y el agua salada.

Es excelente melífera y se ha encontrado propiedades curativas contra el paludismo del extracto de su corteza. También es de interés ornamental, ya sea en arboricultura urbana como en el embellecimiento de fincas y paisajes rurales, sistemas silvopastoriles y linderos (Bolfor 2000). Debido a que su explotación se ha hecho sin ninguna base técnica y obedeciendo únicamente a las necesidades apremiantes de los moradores de la zona, esta especie forestal ha ido en decadencia, tanto en cantidad como en calidad, es necesario emprender acciones para su conservación y mejoramiento, no hay disponibilidad de información sobre técnicas de propagación de guayacán, es de vital importancia que se genere conocimientos para preservar la especie.

1.1. Problema de investigación

El guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson), presenta inconvenientes como: La falta información sobre técnicas adecuadas sobre la propagación sexual, alto porcentaje de semilla vana, escasa existencia de árboles semilleros; por otro lado, la alteración de su hábitat natural, como es la extracción de madera de las zonas relictas, esto hace que cada vez queden menos individuos maduros de buen porte y diámetro comercial, por lo tanto sus poblaciones se han reducido a individuos juveniles muy escasos. En este sentido con el propósito de contribuir al conocimiento de esta problemática y reconociendo su importancia, se propuso realizar un estudio relacionado con la propagación sexual de esta especie nativa del Bosque Seco del Marañón.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del ácido giberélico y las variaciones de temperatura como tratamientos pre germinativos en la propagación sexual de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson)?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del ácido giberélico y las variaciones de temperatura como tratamientos pre germinativos en la propagación sexual de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la concentración más adecuada de ácido giberélico (AG3) para obtener mayor porcentaje de germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).
- Evaluar el efecto de la temperatura más adecuada para obtener mayor porcentaje de germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson) a nivel de vivero.

- Evaluar el efecto de la interacción de ácido giberélico y las variaciones de temperatura en la germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).

1.4. Hipótesis

Ha: El tratamiento pre germinativo con mayor significancia estadística en la propagación sexual de la especie (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G.Nicholson) “Guayacán”, es la interacción de la temperatura de 30 °C y 100 ppm de la dosis de Ácido Giberélico (AG3) que permiten un 60 y 80% del porcentaje de germinación que el resto de las concentraciones y variaciones de temperatura.

Ho: El tratamiento pre germinativo de la interacción de temperatura de 30 °C y 100 ppm de la dosis de Ácido Giberélico (AG3), no tiene significancia estadística en el porcentaje de germinación que el resto de las concentraciones y variaciones de temperatura

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica del guayacán

Según trópicos (2015), el guayacán presenta la taxonomía siguiente:

Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Sub clase	: Magnoliidae Novák ex Takht
Súper orden	: Asteranae Takht
Orden	: Lamiales Bromhead
Familia	: Bignoniaceae Juss
Género	: <i>Tabebuia</i> Gomes ex DC
Especie	: <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson.

2.2. Descripción botánica del guayacán

El guayacán es un árbol que alcanza unos 15 m de altura, alcanza unos 60 cm de diámetro a la altura del pecho, ramas escasas, gruesas y ascendentes. El fuste presenta una corteza áspera de color gris a café oscuro, con grietas verticales que forman placas anchas de color café oscuro. Hojas alternas, digitadas de 4 folíolos de 5-25 cm de largo y de 8-20 cm de ancho con el haz verde oscuro y el envés verde claro. Flores campanuladas, grandes de 5-12 cm de largo, de color amarillo claro, con líneas rojas en el cuello. Frutos tipo vainas delgadas hasta 40 cm de longitud, pubescente, verde (tierna) y café (madura), contiene abundantes semillas aladas. Las semillas se dispersan con el viento ya que son muy ligeras, aladas, con las alas asimétricas e irregulares, pueden dispersarse a cierta distancia del árbol (Bolfor 2000).

2.3. Distribución geográfica del guayacán

Según Trópicos (2015), la *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson, se encuentra en los bosques primarios húmedos, estacionalmente secos o muy secos de tierra firme. Ampliamente distribuida en el trópico americano, desde México hasta Perú, pasando por Trinidad y Tobago y Guyana. En Perú se ha registrado en los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Tumbes, Ucayali.

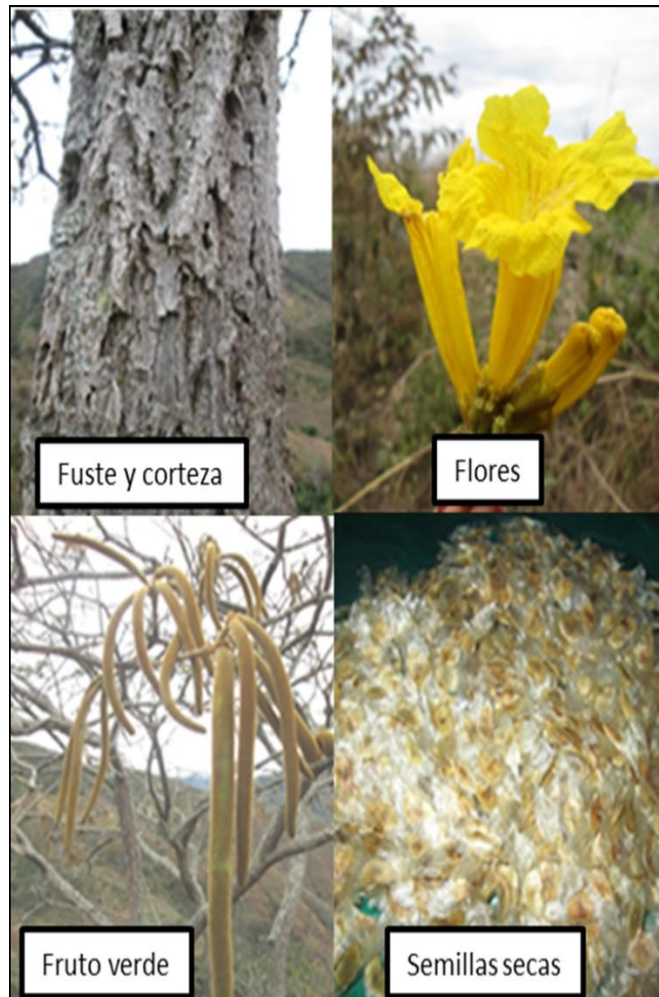


Figura 1: Partes botánicas del guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson)-Fuente: Reynel *et al.* (2007).

2.4. Ecología del guayacán

Según Bolfor (2000), la especie prefiere climas templado-cálidos, secos a semi-secos, hasta húmedos estacionales subtropicales. En las regiones donde esta especie crece, el promedio anual de temperatura es de 18 a 23 °C y la precipitación oscila entre 1500 y 3000 mm/año. Se encuentra, por lo general, en pendiente de 0 % hasta el 50 %.

El rango altitudinal donde se ubica el guayacán se encuentra entre 100 hasta 1500 msnm. Las características edáficas favorables para la especie son muy

variadas de acuerdo al piso altitudinal, entre éstas se destacan suelos franco a franco-arenoso liviana con buen drenaje y un pH. 6,0 a 8,5.

2.5. Usos del guayacán

Uso ornamental

Lorenzi (1992), menciona que el guayacán brinda una maravillosa floración, la cual es altamente sincrónica, abundante y muy llamativa. Por esta razón, ha sido designada como flor nacional o regional en varios países. Como especie ornamental se observan en Brasil, donde la *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y otras especies del género son abundantemente utilizadas en programas de arborización urbana y paisajismo en ciudades.

Uso en la construcción

Vásquez (1997), menciona que esencialmente, la madera se utiliza para componentes de estructuras y construcciones pesadas, como durmientes, vigas, columnas, tijeras, pisos, horcones, etc. Otros usos maderables incluyen la fabricación de herramientas manuales, tornería, pisos, chapas decorativas, crucetas, artículos deportivos (bolas de boliche, bates de béisbol, tacos de billar, etc.), carrocerías, tallados de madera, construcción naval y puentes.

Uso medicinal

Según Lorenzi (1992), el guayacán contiene naptoquinonas, principios activos a los cuales se atribuyen propiedades anti-cancerígenas, antibióticas, antimicóticas y antivirales. Algunos pueblos del Caribe usan las hojas de esta especie, mezclándolos con la corteza para el dolor de espalda y de muelas, las enfermedades de transmisión sexual e inclusive como afrodisiaco.

2.6. Propiedades físicas y mecánicas del Guayacán

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], (2014), presenta las siguientes propiedades:

Propiedades Físicas

Densidad seca al aire (g/cm³) : 1.07 – 1.16

Contracción Volumétrica total (%) : 14 – 16.3

Propiedades mecánicas

Resistencia mecánica : Muy dura

Flexibilidad : Muy dura

Madera : Pesada

2.7. Manejo de la especie

Recolección

Gentry (1992), indica que las vainas maduras presentan una tonalidad verde amarillenta y algunos abren en el árbol. Se pueden recolectar directamente del árbol, cortando las vainas y colocando lonas en el suelo para facilitar la colección. También se puede recolectar las vainas directamente del suelo. Las vainas se transportan en sacos a un lugar techado, donde se secan a la sombra sobre lonas durante tres días hasta que se abran y se puedan extraer las semillas manualmente. Las semillas extraídas se asolean durante un día por un período corto de 3 a 4 horas para reducir la humedad.

Almacenamiento

Gentry (1992), menciona que las semillas de esta especie son ortodoxas y se recomienda su almacenamiento en bolsas de aluminio o de polietileno con un contenido de humedad de 6-8 %. Almacenadas de esta manera bajo condiciones ambientales (20 °C) pueden mantener su viabilidad durante 6 meses, y cuando se colocan en una nevera a 4 °C, pueden mantenerse viables por cerca de dos años.

Germinación

Lorenzi (1992), indica como pre-tratamiento, se recomienda sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas. La germinación se inicia de 5 a 15 días después. Deben ser trasplantadas a bolsas cuando las

plántulas alcanzan 5 cm de altura. Al cabo de 4-6 meses las plantas están listas para ser llevadas al campo.

2.8. Propagación sexual o por semilla

Según Smith y Smith (2001), indican que la reproducción sexual en los árboles aporta diversidad genética a la población, que favorece a los individuos forestales para su adaptación futura a condiciones ambientales cambiantes.

Ocaña (1996), indica que el uso de semillas es la forma más común de propagación forestal. Generalmente la propagación de plantas por medio de semillas se caracteriza por: a) permite almacenar el material reproductivo para tener disponibilidad en época apropiada, b) permite producir grandes cantidades de material a plantar, c) o se requiere de personal especializado para la producción.

2.9. Semillas de guayacán

Miller (1967), manifiesta que la semilla, es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas (ya que algunas se regeneran vegetativamente) y gran parte de las leñosas. La vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, que comienza con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura.

Arriagada (2007), manifiesta que botánicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo maduro, encerrado dentro del ovario o fruto y consta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de almacenamiento y las cubiertas.

Tipos de semillas

Según Roberts (1995), existen dos tipos de semillas:

Ortodoxas. Son las que pueden secarse hasta un contenido de humedad de 5 % de su peso húmedo, pudiéndose de esta manera almacenarse durante largos períodos a temperaturas bajas o inferiores a 0 °C.

Recalcitrantes. Son las que no pueden secarse por debajo de un contenido de humedad de 20 % de su peso húmedo y tampoco pueden soportar almacenamiento durante largos períodos de tiempo.

2.10. Germinación

Moore y Janick (1988), mencionan que la germinación de las semillas es el proceso por el cual se reinicia el crecimiento del embrión viable debido a condiciones del ambiente favorables.

Montes (1998), considera a una semilla germinada cuando ésta se convierte en una planta normal y que bajo condiciones favorables se desarrollará en su totalidad. En general la germinación se puede considerar como el proceso por el cual empiezan a desarrollarse la radícula y la plúmula mediante la activación de la maquinaria metabólica de la planta.

Etapas de la germinación

Activación

Hartmann (1982), menciona que en esta primera etapa la semilla seca absorbe agua con rapidez, hidratando el protoplasma, e hinchándose. El agua es inductor para la reactivación de las enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión. El final de esta etapa se da con la emergencia de la radícula, que resulta de la elongación de las células más que por división celular.

Digestión y translocación

La UNALM (2004), indica que en el endospermo, los cotiledones, el perispermo, se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos

compuestos son digeridos a sustancias más simples, que se translocan a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

Hartmann (1982), indica que las grasas y los aceites son convertidos enzimáticamente a ácidos grasos y al final en azúcares; las proteínas almacenadas son una fuente de aminoácidos y de nitrógeno; y el almidón se convierte en azúcar. La absorción de agua y la respiración continúan con una tasa constante.

Crecimiento de la plántula

Hartmann (1982), menciona que al comenzar el crecimiento en el eje embrionario se incrementan el peso fresco y el peso seco de la plántula, disminuyendo el peso de los tejidos de almacenamiento. La radícula emerge de la base del eje embrionario; la plúmula se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, en el punto de crecimiento, arriba de los cotiledones.

La sección del tallo de la plántula que está bajo los cotiledones se denomina hipocótilo y la que está arriba epicótilo. La emergencia de las plántulas puede ser de dos formas: en una, llamada germinación epígea, el hipocótilo se alarga y se elevan los cotiledones sobre la superficie del suelo; en la otra, llamada germinación hipógea, el hipocótilo no eleva a los cotiledones sobre el suelo, solo emerge el epicótilo.

Factores que afectan la germinación

Temperatura

Según Hartmann y Kester (1997), la temperatura es el factor más importante en cuanto a la germinación de la semilla. La germinación se reduce cuando la temperatura es baja, pero aumenta gradualmente con la elevación de la temperatura. Existen tres puntos de temperatura para la germinación de la semilla dependiendo de su especie.

- **Temperatura máxima.** Es la temperatura más elevada a la cual puede ocurrir la germinación.

- **Temperatura óptima.** Es la temperatura a la cual se da el mayor porcentaje de germinación. En semillas que no están en letargo es de 25 a 30 °C.
- **Temperatura mínima.** Es la temperatura más baja a la cual se da una germinación efectiva.

Contenido de humedad

Hartmann y Kester (1997), indican que el agua es un factor muy importante en la germinación de una semilla y que ésta no se efectuará con un contenido menor a 40 o 60 % en la semilla.

Según Montes (1998), indica que el contenido de humedad de la semilla está dado por la humedad del ambiente al que ésta se encuentre.

En el caso de semillas de diferentes especies, la temperatura influirá en el contenido de humedad de ellas, pero en semillas de la misma especie cuando son mantenidas a diferentes rangos de temperatura en una misma humedad, su contenido de humedad será similar.

Rangos de humedad, tomado en cuenta las diferentes especies de semillas:

- 40-60 % de humedad ----- La semilla germinará.
- 20-40 % de humedad ----- Alta respiración y calor.
- 12-20 % de humedad ----- Respiración rápida.
- 6-12 % de humedad ----- Almacenamiento seguro.
- 3-10 % de humedad ----- Útil para almacenamiento sellado.

Aireación

Según Montes (1998), el buen flujo de oxígeno (intercambio de gases) entre el medio de germinación y la semilla, ayudan a que se dé una germinación rápida y uniforme. El oxígeno es esencial en la respiración y su absorción está ligada a la actividad metabólica de la semilla. La escasez de oxígeno para la semilla frecuentemente se da por el exceso de agua en el suelo.

2.11. Tratamientos pre germinativos

Tratamientos con agua

Trujillo (1996), afirma que el agua es un factor imprescindible en el proceso de germinación. La semilla absorbe agua hasta la imbibición, lo que permite la activación de los procesos metabólicos. Dependiendo de la composición química de la semilla se tiene un mayor o menor nivel de imbibición. Existe un mayor nivel de hidratación en proteínas y menor en oleaginosas o en general semillas ricas en grasas.

Bidwel (1993), menciona que el agua es primordial pues las semillas estas extremadamente deshidratadas. Normalmente contienen solo del 5 al 20 % de agua de su peso total y tiene que absorber una buena cantidad antes de que se inicie la germinación; el primer estadio de la germinación llamado “imbibición” es por lo tanto de rápida toma de agua. Hay indicaciones que no hay crecimiento sino hasta que se alcanza un cierto nivel crítico de agua que es diferente para los diversos tipos de semillas. Si se deseca la semilla después de pasado este punto y de haberse iniciado el metabolismo, se muere.

Tratamientos a temperatura

Bidwell (1993), menciona que el tratamiento con baja temperatura es una introducción esencial para la germinación de muchas semillas y la alta temperatura puede ser inhibitoria en el momento de la germinación. El requerimiento se hace de forma artificial, las semillas se colocan en capas, en charolas en aire húmedo y frío por un periodo de varias semanas y meses. Las temperaturas de 0 y 10 °C son las más efectivas. El requerimiento de frío se localiza de modo variable en el embrión o en la testa de la semilla o en ambos. La luz roja y el Ácido Giberélico (GA₃) tiene un efecto sinérgico, es decir, la combinación de ambos factores estimula la germinación más que la suma de ellos por separado.

Tratamientos con Giberelinas

Hartmann y Kester (1997), indican que las giberelinas son el grupo de hormonas vegetales que afectan de manera directa al control y estímulo de la germinación de las semillas al tener una actividad significativa en la fisiología de éstas. Comercialmente la giberelina más usada es el ácido giberélico (GA3), a pesar de que existen muchos tipos de este regulador.

Según Hartmann y Kester (1997), el ácido giberélico aumenta el porcentaje de germinación de las semillas, la velocidad de la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas. La función del ácido giberélico, la desempeñan en dos etapas:

- La primera etapa ocurre en la inducción de enzimas al ser transcritas de los cromosomas.
- La segunda etapa ocurre en la activación de enzimas que intervienen en la movilización del sistema de alimentos.

Don (1979), citado por Villagrán (1999), indica que los principales métodos de aplicación del ácido giberélico son:

- **Aplicación directa al medio.** El ácido giberélico se disuelve en agua. Cuando la concentración del ácido es de más de 800 ppm, se usa una solución amortiguadora. Esta solución se aplica en la siembra como riego y el resto de riegos se hacen normalmente con agua.
- **Remojo continuo.** Las semillas se dejan en remojo por un período de 48 a 96 horas a 23 °C en una solución acuosa de la hormona. Las semillas deben sembrarse inmediatamente o incluso se ha encontrado que no se pierde el efecto de la hormona si se las seca.
- **Solución en disolventes orgánicos.** El más efectivo para la penetración de la hormona en la semilla por lo que requiere de dosis menores que las del remojo continuo.

2.12. Ensayos de germinación en el laboratorio

Para conocer la calidad de un lote de semillas es necesario realizar pruebas que nos indiquen la viabilidad de ellas. Se han desarrollado métodos de

laboratorio en los que se hacen germinar las semillas controlando algunas o todas las condiciones externas con el fin de aprender la germinación más rápida, más regular y más completa posible (Internacional Seed Testing Association 1976).

Para Trujillo (1995), en el laboratorio es posible manipular la temperatura, la disponibilidad de agua y la cantidad de horas luz hasta encontrar las condiciones ideales para maximizar la germinación de una especie. La germinación en un laboratorio garantiza que los resultados obtenidos sean equivalentes a los de otro.

Los ensayos de germinación nos proporcionan información que determina la calidad de las semillas y permite establecer la densidad de siembra para obtener una población de plántulas dadas (Hartmann 1982).

2.13. Ensayos de germinación en vivero

Cozzo (1976), menciona que si bien los ensayos de germinación en laboratorio dan los resultados más fidedignos, en la práctica es necesario conocer reales germinaciones a nivel de almácigo. En este caso los resultados difícilmente se pueden comparar ya que las condiciones de siembra son muy diferentes según los niveles de profundidad, la textura del sustrato, la aeración, humedad, variación de la temperatura, etc., en general las siembras expuestas a la intemperie ofrecen germinaciones inferiores a las efectuadas en laboratorio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en dos escenarios, el trabajo de campo se hizo en la jurisdicción del caserío El Mirador, ubicado entre las coordenadas 78° 82´ Longitud W y 5° 68´ Latitud S, a una altitud de 1317 msnm, lugar donde se seleccionaron los árboles y la recolección de frutos, para luego realizar el análisis de calidad de las semillas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén. El trabajo experimental se realizó en el Vivero Municipal “Manuela Díaz Estela” de la ciudad de Jaén, ubicado entre las coordenadas 78° 48´ Longitud W y 5° 48´ Latitud S, a una altitud de 729 msnm (Figura 2).

3.1.2. Accesibilidad

Para llegar al lugar donde se recolectaron las semillas, se transita en la ruta desde la ciudad de Jaén al caserío El Mirador, un tiempo aproximado de 25 minutos en vehículo motorizado, luego de allí se recorre a pie en un tiempo aproximado de 10 minutos hasta llegar a los árboles semilleros.

3.1.3. Características climáticas

El distrito de Jaén tiene un clima seco con una temperatura promedio anual que oscila entre 24 a 26 °C, con máximas que alcanzan los 30 °C y mínimas que están alrededor de 20 a 21 °C (Marcelo *et al.* 2010).

La precipitación anual varían desde 350 mm hasta 1000 mm, y se presenta un periodo seco, de menor precipitación, entre los meses de mayo a octubre, y de mayor precipitación entre octubre y abril.

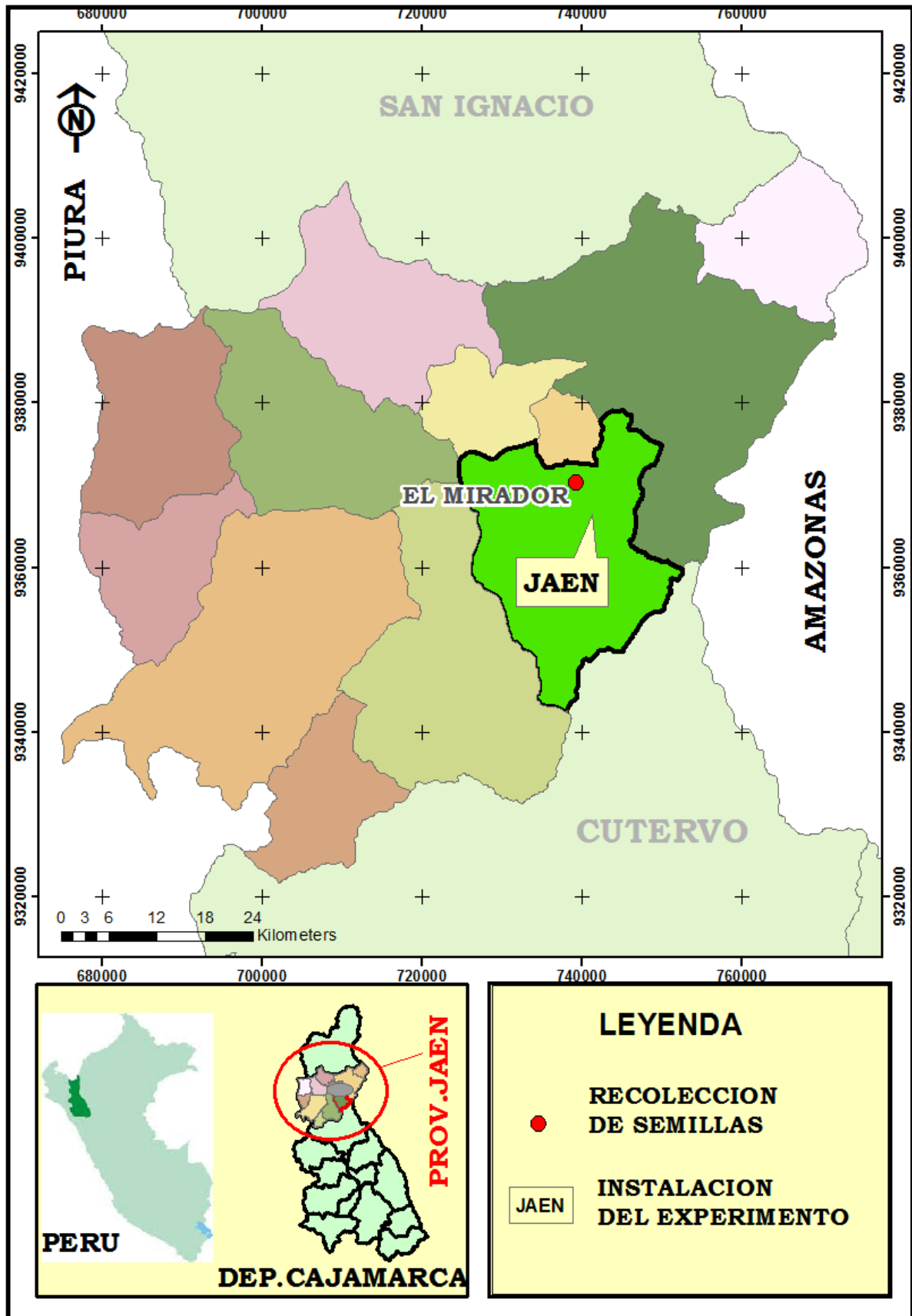


Figura 2. Mapa de ubicación de la investigación

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Semillas de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson), en un total de 960 unidades.

3.2.2. Material de campo

Arena fina, tablas de madera, cinta métrica, paja rafia, placas de aluminio, bolsas plásticas, micas plástico, cinta maskintape, pintura esmalte, pincel, palana, carretilla, regadera, wincha, martillo, alicate, machete, zaranda.

3.2.3. Materiales, insumos y equipo de laboratorio

Lupa, placas petri, frascos de vidrio, pinzas, matraces Erlenmeyer de 100 ml, vaso de precipitación, probeta 100 ml, pipetas 1/10 ml, 5 ml, 10 ml; Ácido Giberélico (GA3), hipoclorito de sodio (lejía), microscopio, estufa, termostato, balanza electrónica.

3.2.4. Material y equipo de gabinete

Lapiceros, regla milimetrada, borrador, plumones indelebles, libreta de campo, laptop, cámara fotográfica y GPS.

3.3. Metodología

3.3.1. Fase en campo

a. Selección de árboles semilleros

Para la selección de los árboles semilleros, se tuvo en cuenta criterios como: individuos con mejores características fenotípicas de copa grande sin competencia, fuste recto, sano y de buen porte, ángulo de inserción de las ramas mayor o igual a 45°, con buena distribución de flores y frutos, facilidad para la recolección de frutos, buen estado fitosanitario (menos del 25 % de lesiones del área foliar) (Hutchinson 1987).

Se seleccionaron 5 árboles para la recolección frutos y se tomaron datos de campo como: Coordenadas UTM Este, Coordenadas UTM Norte, altitud (msnm), CAP (m), DAP (m), altura (m).

b. Recolección, selección y manejo de los frutos

Las semillas se recolectaron el 3 de noviembre 2014, al momento de la madurez fisiológica (tamaño, color adecuado), utilizando una tijera telescópica, se cosecharon los frutos de la parte céntrica de la copa. Los frutos cosechados de los cinco árboles se mezclaron, de la mezcla de frutos, un grupo de ellos se separaron para ser utilizados para la investigación.

Luego de la selección de los frutos, se procedió a colocar en bolsas plásticas transparentes, las cuales fueron etiquetadas de acuerdo al número de árbol recolectado, para ser trasladados al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se procedió a extraer las semillas para utilizar en la evaluación y análisis respectivo como peso y conteo de semillas, análisis de pureza, contenido de humedad, análisis ocular y demás procedimientos como aplicación de los tratamientos.

3.3.2. Fase de laboratorio

a. Procesamiento de frutos y obtención de semillas

La extracción de las semillas se realizó en forma manual al día siguiente de la recolección. Posteriormente, éstas fueron colocadas sobre papeles de periódicos, exponiendo las semillas al sol por un tiempo de 3 horas; luego se colocaron bajo sombra y aireado por un espacio de 5 horas.

El proceso de secado se realizó durante dos días, luego se almacenó en frascos de vidrio herméticos a temperatura ambiente hasta su utilización en el Laboratorio de Fisiología Vegetal.

b. Evaluación de las semillas

- **Análisis de pureza**

Para determinar el porcentaje de pureza, se dividió en dos submuestras de pesos similares (500 gramos cada uno); luego se esparció sobre una mesa y se procedió a separar las impurezas manualmente, con la ayuda de un fluorescente circular se examinaron las semillas si tenían o no embrión. Luego, con una pinza se separó los distintos componentes en fracciones como: semillas puras, materia inerte y semillas extrañas.

Para este procedimiento, se emplearon pinzas y espátulas para separar y mover las impurezas, semillas extrañas, balanza analítica HENKEL con rango de 0.01 g - 300 g.

Cálculo y expresión de los resultados

Luego de separadas cada una de las fracciones, se procedió a obtener el peso de cada fracción, calculando el porcentaje que representa sobre el total obtenido de la suma de los pesos de todas las fracciones.

El porcentaje de semillas puras se calculó con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de Pureza} = \frac{\text{Peso de semillas puras g}}{\text{Peso total de la muestra g}} \times 100$$

- **Peso y número de semillas por kg**

Luego del análisis de pureza, se seleccionaron cuatro muestras de 100 semillas cada una; para obtener el peso y número de semillas por kilogramo.

El peso de las semillas se midió en el componente de semillas puras que fue separado mediante el análisis de pureza. El cual

se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras, para ello se utilizaron las fórmulas siguientes:

$$N^{\circ} \text{ de semillas por gr} = \frac{1000}{\text{Peso en g de 1000 semillas}}$$

$$N^{\circ} \text{ de semillas por Kg} = \frac{1000 \times 1000}{\text{Peso en g de 1000 semillas}}$$

- **Contenido de humedad**

El contenido de humedad de las semillas, se determinó empleando dos muestras de 50 gramos cada una, tomadas del análisis de pureza. Para determinar el contenido de humedad de las semillas, se hicieron pesadas de las semillas, luego se procedió a colocar las semillas puras en 3 vasos de precipitación, luego se cerraron herméticamente. Los vasos de precipitación conteniendo las semillas, se colocaron en la estufa a una temperatura de 50 °C, por un periodo de 24 horas. Cumplida las 24 horas, se sacaron los vasos de precipitación conteniendo las semillas, se hizo el pesado de las semillas secas. Luego se hizo el cálculo del contenido de humedad de las semillas se realizó utilizando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso original de semillas g} - \text{Peso seco de semillas g}}{\text{Peso original de semillas g}}$$

- **Análisis ocular de las semillas**

El número de semillas puras por unidad de peso no es por sí solo un buen indicador del potencial de producción de plantas, por ello fue necesario complementar con ensayos de germinación directa o ensayos de viabilidad indirectos. El análisis ocular se realizó con el microscópico, debido a que las semillas son livianas.

El análisis ocular se realizó para seleccionar las semillas que estuvieron con embrión en buen estado, procedimiento para seleccionar las semillas, antes de ser sometidas a los ensayos de germinación y aplicación de los tratamientos pre-germinativos. Mediante el análisis ocular no se determinó la viabilidad de las semillas, pero sí nos proporcionó una imagen interna del embrión, permitiendo examinar las semillas frente a posibles disturbios mecánicos que éstos podrían haber sufrido, permitió observar la ausencia de tejidos vitales del embrión o endospermo, infestación de insectos, cubiertas partidas y reducción de los tejidos internos (un posible signo de edad).

Para el análisis ocular se utilizaron 20 muestras de un total de 100 semillas, éstas fueron colocadas en cajas petri debidamente codificadas (M1, M2,..., M10). El cálculo del análisis de viabilidad, se hizo con la fórmula siguiente:

$$N^{\circ} \text{ de semillas viables} = N^{\circ} \text{ de semill.} - N^{\circ} \text{ de semill. vanas}$$

- **Aplicación de tratamientos pre-germinativos**
 - **Inmersión de semillas de guayacán en agua a una T 25 °C, 30 °C y 40 °C con Inmersión de semillas de guayacán en 100ppm, 200ppm ,300ppm y 0ppm de ácido giberélico.**

Para este procedimiento se usó un baño maría regulando la temperatura primero a **25 °C, 30 °C y 40 °C** respectivamente, luego sobre ella se colocó el matraz conteniendo agua con las diferentes concentraciones de ácido giberélico: Primero la de 100 ppm/l conteniendo 240 semillas por tratamiento pre germinativo, luego la de 200 ppm/l, 300 ppm/l y posteriormente la de 0 ppm/l. Este procedimiento se hizo por un tiempo de 30 minutos cada uno, luego se retiró las semillas y se esparcieron en un recipiente.

- **Testigo**

Las semillas como testigos, no fueron sometidas a ningún tratamiento, las cuales fueron utilizadas para comparar con los demás tratamientos pre-germinativos.

3.3.3. Fase experimental

a. Instalación de camas germinadoras

La cama germinadora se instaló en el Vivero Municipal “Manuela Díaz Estela”, de la Municipalidad Provincial de Jaén; utilizando maderas con dimensiones de 1.60 m de largo, 0.80 m de ancho y 0.15 m de altura.

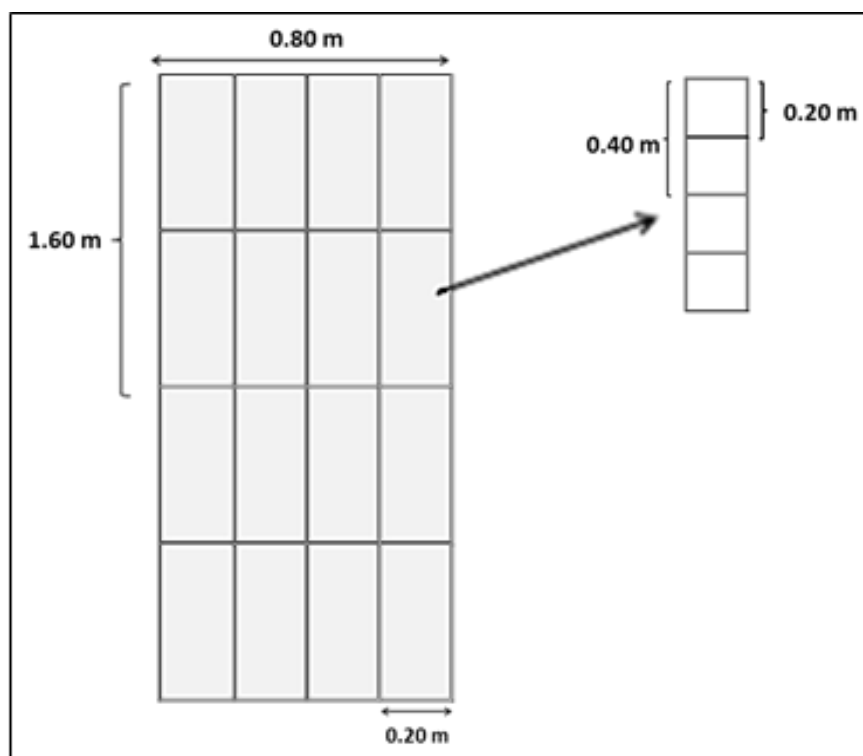


Figura 3. Diseño y dimensiones del germinador

La separación de los bloques y unidades experimentales se hicieron con micas plastificadas (verde y azul) y en cada unidad experimental se colocaron rótulos indicando los tratamientos que corresponden (Figura 3). La dimensión de los rótulos de madera tuvo 10 cm de ancho y largo y un espesor de 5 mm.

b. Sustrato y desinfección

El sustrato para la germinación de semillas fue arena fina de río. La desinfección se hizo con una solución de hipoclorito de sodio (lejía), a razón de 25 ml/litro de agua.

La solución se dispersó en forma uniforme por la cama almaciguera, luego se recubrió con plástico impermeable durante 3 días para eliminar patógenos con el producto aplicado y la temperatura elevada que se produjo al interior de la cama almaciguera tapadas.

c. Siembra de semillas

La siembra de semillas según los tratamientos fue al azar en cada uno de las unidades experimentales. Antes de la siembra, se hizo el riego del sustrato con abundante agua. La siembra fue al voleo, en un total de 20 semillas por cada unidad experimental y cubiertas por una capa fina de arena de 5 mm. Las semillas se sembraron el 7 de noviembre 2014.

Luego de la siembra, la cama almaciguera se recubrió con plástico a una altura de tal manera que se tuvo aproximadamente 40 % de iluminación, manteniendo la humedad y temperatura adecuada del sustrato, evitando que las gotas de lluvia descubran las semillas.

d. Labores culturales

Se realizó el riego con una regadera manual en horas de la tarde en por lo menos 4 veces por semana, luego se redujo y alternó el riego de acuerdo al desarrollo de las plántulas y las condiciones del clima. El deshierbo se hizo manualmente.

e. Diseño estadístico utilizado

Para analizar estadísticamente el comportamiento de la germinación de las semillas en estudio, y sometidas a los tratamientos pre germinativos, se aplicó un diseño factorial con arreglo combinatorio. Las características del diseño son las siguientes:

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + B_j + (\alpha B)_{ij} + E_{ijk}$$

i=1,2,...a
j=1,2,...b
k=1,2,...n

Dónde:

Y_{ijk} = Valor analizado de las unidades experimentales

u = Media poblacional

α_i = Efecto debido al factor **A**

B_j = Efecto debido al factor **B**

$(\alpha B)_{ij}$ = Efecto de la interacción d los factores (**A y B**)

E_{ijk} = Error de las variables aleatorias

Especificaciones del diseño experimental

- **Número de repeticiones:** 4 repeticiones.
- **Número de semillas por unidad experimental:** 20 semillas
- **Total de semillas por tratamiento:** 80 semillas
- **Total de semillas para el ensayo:** 960 semillas

Factores y niveles de prueba

Para el arreglo factorial se estudiaron dos factores con tres niveles y cuatro niveles, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Factores y niveles de prueba

Factores	Niveles
Factor 1 (A): Inmersión de semillas de guayacán en agua a diferentes Temperaturas.	Nivel 1 (a1): 25 °C Nivel 2 (a2): 30 °C Nivel 3 (a3): 40 °C
Factor 2 (B): Inmersión de semillas de guayacán en diferentes dosis de Ácido Giberélico.	Nivel 1 (b1):100ppm Nivel 2 (b2):200ppm Nivel 3 (b3):300ppm Nivel 4 (b4):0ppm

f. Tratamientos en estudio

Los tratamientos evaluados se identifican así:

1. T1:a1b1= Inmersión en agua a T25 °C y 100ppm de AG3.
2. T2:a1b2= Inmersión en agua a T25 °C y 200ppm de AG3.
3. T3:a1b3= Inmersión en agua a T25 °C y 300ppm de AG3.
4. T4:a1b4= Inmersión en agua a T25 °C y 0ppm de AG3.
5. T5:a2b1= Inmersión en agua a T30 °C y 100ppm de AG3.
6. T6:a2b2= Inmersión en agua a T30 °C y 200ppm de AG3.
7. T7:a2b3= Inmersión en agua a T30 °C y 300ppm de AG3.
8. T8:a2b4= Inmersión en agua a T30 °C y 0ppm de AG3.
9. T9:a3b1= Inmersión en agua a T40 °C y 100ppm de AG3.
10. T10:a3b2= Inmersión en agua a T40 °C y 200ppm de AG3.
11. T11:a3b3= Inmersión en agua a T40 °C y 300ppm de AG3.
12. T12:a3b4= Inmersión en agua a T40 °C y 0ppm de AG3.
13. T0= Testigo

R1	R2	R3	R4
A1B1	A1B4	A1B3	A1B2
A1B2	A1B1	A1B4	A1B3
A1B3	A1B2	A1B1	A1B4
A1B4	A1B3	A1B2	A1B1
A2B4	A2B2	A2B3	A2B1
A2B1	A2B4	A2B2	A2B3
A2B3	A2B1	A2B4	A2B2
A2B2	A2B3	A2B1	A2B4
A3B3	A3B2	A3B1	A3B4
A3B2	A3B1	A3B4	A3B3
A3B4	A3B3	A3B2	A3B1
A3B1	A3B4	A3B3	A3B2
<i>Testigos</i>			

Figura 4. Distribución de los tratamientos en el germinador.

g. Control y duración del ensayo

El control y conteo de la germinación se realizaron todos los días, desde el inicio hasta los 33 días en que se evaluó el ensayo. Se registraron el número de semillas germinadas por tratamiento y repetición. Se consideró semilla germinada cuando se visualizó la radícula. El conteo de la germinación, permitió evaluar los parámetros germinativos.

h. Evaluación de las variables

Los parámetros germinativos evaluados fueron:

- Porcentaje de germinación (PG%)
- Energía germinativa (EG%)
- El valor de germinación (VG)

Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se determinó sumando las semillas germinadas y comparando con el número de semillas sembradas, dentro de cada uno de los tratamientos aplicados, mediante la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned} & \textit{Porcentaje de germinacion (PG\%)} \\ & = \frac{\textit{N}^\circ \textit{de semillas germinadas}}{\textit{N}^\circ \textit{de semillas sembradas}} \times 100 \end{aligned}$$

Energía germinativa (EG)

La energía germinativa se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. Se determinó con el porcentaje acumulado de semillas hasta el día en que se produjo el valor máximo. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Energía germinativa (EG\%)} \\ & = \frac{\sum \text{N}^\circ \text{de semillas germinadas diariamente}}{\text{N}^\circ \text{de semillas puestas a germinar}} \times 100 \end{aligned}$$

Valor de germinación (VG)

Tuvo por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del periodo del ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación; calculada con la fórmula siguiente:

$$\text{Valor de germinación (VG)} = \text{GDM}(\text{final}) \times \text{VM}$$

Dónde:

GDM (Germinación diaria media): La germinación total se expresa en forma de germinación diaria media (GDM) (final), que se calcula como el porcentaje acumulado de semillas germinadas al final del ensayo dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo.

$$\text{GDM} = \frac{\% \text{ de germinación Total}}{\text{N}^\circ \text{días Totales del ensayo}}$$

Análisis estadístico de los resultados

Los datos que se obtuvieron en la prueba de germinación, se sometieron a un Análisis de Normalidad de Shapiro Wilk, con el propósito de comprobar que los datos se distribuyen normalmente.

Se realizó un análisis de varianza simple ANVA con un nivel de significancia de 0.05.

Como los datos mostraron diferencias significativas se aplicó la Prueba de Tukey, para determinar los tratamientos que fueron significativamente diferentes entre sí (Smith y Smith 2001).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Localización de árboles seleccionados

Cuadro 2. Información sobre los árboles seleccionados

Descripción	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
Coordenadas Este	0740630	0740656	0740649	0740642	0740660
Coordenadas Norte	9371244	9371337	9371213	9331201	9371330
Altitud (msnm)	1280	1277	1261	1283	1272
CAP (m)	0.51	0.79	0.64	0.66	0.57
DAP (m)	0.16	0.25	0.20	0.21	0.18
Altura (m)	7	8	8	7	8

En el cuadro 2, muestra la información de los árboles seleccionados para recolectar los frutos, todos los árboles estuvieron en altitudes entre 1261-1283 msnm, y diámetros entre 0.16-0.25 m y la alturas de los árboles entre 7-8 m. Comparativamente, para Gerda-Nickel (2004), el árbol mide entre 10-15 m de altura y 30 cm de DAP; Killeen *et al.* (1993), describe al guayacán como un árbol de 10 m de altura y que es común en bosque primario y secundario de la sabana boscosa e inundada de Bolivia a una altitud de 500 msnm.

4.2. Pruebas de evaluación de calidad de las semillas

4.2.1. Análisis de Pureza

El análisis de pureza, obedeció al buen estado fitosanitario de los individuos seleccionados y la época de recolección de los frutos.

El cuadro 3, muestran los valores obtenidos sobre el análisis de pureza en gramos y porcentajes, teniendo en cuenta dos submuestras de 500 g cada uno, se evaluó semillas puras, inertes y extrañas. Las diferencias entre los componentes de cada muestra fueron: para la muestra uno de 76.53 % y para la muestra dos de 71.17 %, con una diferencia de 5.36 % de semillas puras; en cuanto a las semillas inertes tuvo una diferencia de 5.19 %, la muestra dos tuvo mayor porcentaje

de semillas inertes (26.85 %), mientras que la muestra uno tuvo el 21.66 % de semillas inertes; la diferencia de semillas extrañas para la muestra uno en menores cantidades con 0.17 %, mientras que la muestra dos tuvo un 1.81 %, de semillas extrañas, existiendo un pequeño margen de diferencia 1.98 %.

Cuadro 3. Análisis de pureza en las dos sub muestras

Sub muestras	Componente	Peso (g)	Porcentaje (%)
01	Semilla pura	382.65	76.53
	Semilla inerte	108.30	21.66
	Semilla extraña	9.050	1.81
02	Semilla pura	355.83	71.17
	Semilla inerte	134.27	26.85
	Semilla extraña	9.90	1.98

Para Gerda-Nickel (2004), la pureza de las semillas dependerá de los cuidados de cosecha y procesamiento en el secado, extracción de los frutos.

4.2.2. Peso y número de semillas por kg

El peso en gramos de mil semillas es un valor inverso al número de semillas por kilogramo, ya que a mayor peso, menor será el número de unidades por kilogramo y viceversa (Hartmann 1982).

El peso y número de semillas de guayacán, luego de tres pruebas de ensayo para 1000 semillas, el peso promedio fue de 13.89 g, y el cálculo para un gramo de semillas existen 72 semillas. Luego se proyectó el número de semillas de guayacán por kilogramo es de aproximadamente 71,994 semillas. Lo que demuestra que las semillas son totalmente livianas, lo que le permite a las semillas dispersarse muy lejos al momento de la diseminación (Trujillo 1996).

Para Gerda-Nickel (2004), un kilo de semillas de guayacán, contiene entre 6000 a 40 000 semillas. Afirma además que mantiene su viabilidad en almacenamiento menos de tres meses, variando la viabilidad en cuanto a las condiciones ambiental es de frío o seco. Cuando las semillas pierden su viabilidad se tornan de un color oscuro. Reynel *et al.* (2003), el guayacán contiene de 30 000 a 50 000 semillas por kilo.

4.2.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad de las semillas fue de 8 %, lo que permite identificar y clasificar a estas semillas como ortodoxas (menor 40 %), por su bajo contenido de humedad, las semillas se puede almacenar por período largo de tiempo; mientras que las semillas recalcitrantes, con alto contenido de humedad (mayor 40 %), no se pueden almacenar por largo periodo de tiempo (Arriagada 2007).

Para Reynel *et al.* (2003), las semillas de guayacán, se mantienen viable por 6 meses, conservando a 4°C y secando hasta 26 % de humedad. Asimismo, manifiesta que algunas de estas semillas se pueden almacenar por un periodo de un año a temperatura ambiente o sellada en seco a 10 ° C, debido a que son semillas ortodoxos.

4.2.4. Análisis ocular de las semillas

A continuación se muestran el análisis ocular de las semillas, variable analizada a través del microscopio.

Cuadro 4. Resultados de la prueba ocular en el microscopio

Descripción	N° de semillas	% de semillas
Semillas viables	1321	66,05
Semillas vanas	679	33,95
Muestra Total	2000	100.00

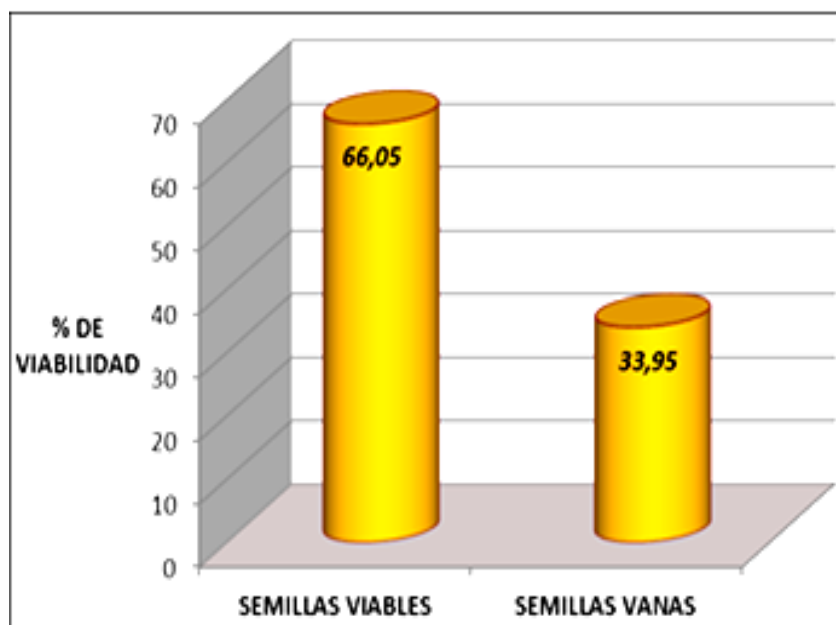


Figura 5. Porcentaje de viabilidad de las semillas de guayacán

El cuadro 4 y figura 5, muestran el análisis ocular de las semillas, variable analizada a través del microscopio, el cual se hizo con una muestra de 2000 semillas, de las cuales 1321 semillas, fueron semillas con presencia de embriones bien formados (66.05 %), considerados como el porcentaje de viabilidad de las semillas de guayacán; mientras que 639 semillas, fueron semillas vanas, sin embriones o secas (33.95 %).

Para Gerda-Nickel (2004), la calidad de las semillas de guayacán depende en gran parte de las condiciones de madurez de los frutos, secado, extracción y el periodo de almacenamiento de las semillas, garantizando una viabilidad de entre 95-98 %.

4.3. Ensayo de Germinación

4.3.1. Resultados de los Parámetros germinativos

A. Porcentaje de germinación

Cuadro 5. Porcentaje de germinación del arreglo factorial.

Tratamientos pregerminativos		Promedio semillas germinadas	% de germinación
Interacción T 25°C y AG3	T1 = 25 °C + 100 ppm	16.50	82.50
	T2 = 25 °C + 200 ppm	18.25	91.25
	T3 = 25 °C + 300 ppm	19.00	95.00
	T4 = 25 °C + 0 ppm	14.50	72.50
<hr/>			
Interacción T 30°C y AG3	T5 = 30 °C + 100 ppm	16.50	80.00
	T6 = 30 °C + 200 ppm	13.75	68.75
	T7 = 30 °C + 300 ppm	15.75	78.75
	T8 = 30 °C + 0 ppm	11.50	57.50
<hr/>			
Interacción T 40°C y AG3	T9 = 40 °C + 100 ppm	18.75	93.75
	T10 = 40 °C + 200 ppm	16.75	83.75
	T11 = 40 °C + 300 ppm	14.75	73.75
	T12 = 40 °C + 0 ppm	14.25	71.25
<hr/>			
Testigo	Testigo	18.50	92.50

En el cuadro 5, se muestran los promedios de semillas germinadas y su equivalencia en porcentajes de germinación para cada uno de los tratamientos del arreglo factorial y el testigo. Se observan diferencias numéricas que van desde 57.5% al 95.00%, en un periodo de 33 días de evaluación experimental.

Los tres mejores tratamientos que reportaron promedios superiores de germinación resultaron de la interacción:

- Primero el **T3** (T 25 °C + 300ppm de ácido giberélico) con un resultado del 95% de germinación.
- Segundo el **T9** (T 40 °C + 100ppm de ácido giberélico) con un resultado del 93.75 % de germinación.
- Tercero resultado del **TC** (testigo) con 92.50 % de germinación.

Mientras que los tratamientos que reportaron promedios inferiores de germinación fueron:

- Primero, 57.50 % de germinación para el **T8** (T 30 °C + 0 ppm de ácido giberélico).
- Seguido del 68.75 % de germinación para el **T6** (T30 °C + 200 ppm de ácido giberélico).
- Por ultimo 71.25 % de germinación para el **T12** (T40 °C + 0 ppm de ácido giberélico).

Según Rojas Garcidueñas y Ramírez (1993), ocurre muchas veces que al aplicar ácido giberélico, el efecto de ésta se añade al de las hormonas endógenas de la semilla, las cuales se encuentran en concentraciones variables en los diversos individuos, de modo que la respuesta no será uniforme en todas las semillas.

García (2004), para asegurar una germinación uniforme, algunas semillas como es el caso del guayacán, necesita un tratamiento previo a la siembra, con esto se acelera y se garantiza la germinación de las semillas. El ácido giberélico, estimula y activa fisiológicamente las células germinales, ayudando al rompimiento del letargo.

Según Prieto y Sánchez 1991, citado por Chinchay 2014, que este proceso de aceleración de la germinación depende de su estructura, principalmente de la dureza de la testa, se tienen las experiencias de tratamientos que rompen la barrera física de las estructuras vitales y

permiten la hidratación, creando las condiciones para que inicie el proceso de formación de tejidos radicales y aéreos, para formar una nueva planta.

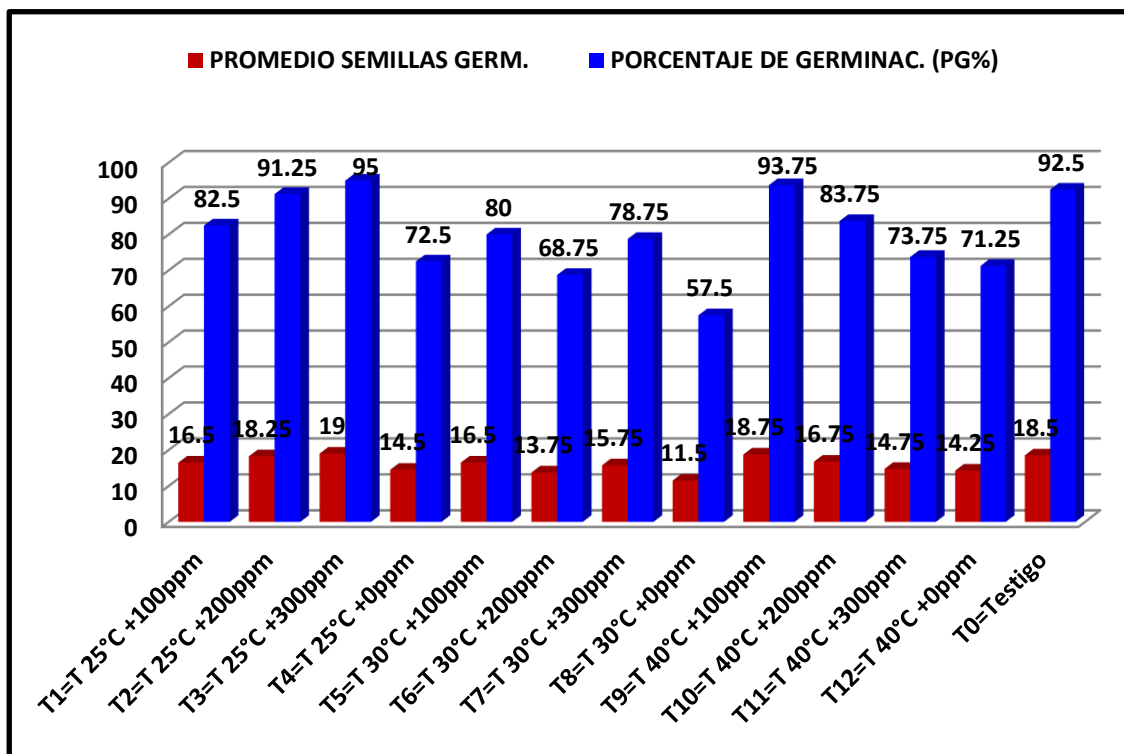


Figura 6. Germinación por tratamientos pregerminativos.

En la figura 6, se observa el resultado de los promedios de cada uno de los tratamientos pre-germinativos y del porcentaje de germinación que están en los extremos de cada promedio, aquí se muestra el más alto y bajo porcentaje de germinación.

El resultado del porcentajes de germinación más alto corresponde al **T3** (T25 °C + 300 ppm de ácido giberélico), con un resultado del 95 % de germinación; asimismo, el porcentaje de germinación más bajo corresponde al **T8** (T30 °C + 0 ppm de AG3), con un porcentaje de germinación de 57.50 % de semillas germinadas.

B. Energía germinativa

Cuadro 6. Energía germinativa obtenida en la germinación

Tratamientos pregerminativos	Germinación días			Repeticiones				Prom.	%EG (Emag)
	I	DM	P	R1	R2	R3	R4		
T1 = 25 °C + 100 ppm	7	21	14	7	10	9	15	10.25	51.25
T2 = 25 °C + 200 ppm	9	19	10	5	11	14	13	10.75	53.75
T3 = 25 °C + 300 ppm	9	24	16	16	13	9	17	13.75	68.75
T4 = 25 °C + 0 ppm	8	22	14	5	10	12	10	9.25	46.25
T5 = 30 °C + 100 ppm	9	20	11	4	5	11	19	9.75	48.75
T6 = 30 °C + 200 ppm	9	16	7	9	5	10	14	9.50	47.50
T7 = 30 °C + 300 ppm	10	20	10	13	8	6	11	9.50	47.50
T8 = 30 °C + 0 ppm	8	19	11	5	11	4	12	8.00	40.00
T9 = 40 °C + 100 ppm	8	21	13	11	14	12	9	11.5	57.5
T10 = 40 °C + 200 ppm	9	17	8	11	12	4	9	9.00	45.00
T11 = 40 °C + 300 ppm	9	21	12	7	9	4	9	7.25	36.25
T12 = 40 °C + 0 ppm	7	20	13	8	8	4	11	7.75	38.75
Testigo	8	20	12	6	11	7	11	8.75	43.75

I=Inicio; DM=Día máximo; P=Periodo; R_n=Repeticiones; PROM=Promedio; %EG=Energía germinativa máxima.

En el cuadro 6, se muestran los promedios de la energía germinativa (EG) de las semillas para los diferentes tratamientos y el porcentaje de los promedios de cada uno de los tratamientos producto del arreglo factorial donde numéricamente van desde 31.25% al 68.75%, en un periodo de 33 días de evaluación experimental.

Mientras que los tres tratamientos que reportaron promedios inferiores de energía germinativa de las semillas fueron:

- Primero, 31.25 % de energía germinativa para el **T9** (T 40 °C + 100 ppm de ácido giberélico), empezando a germinar a los 8 días, en promedio 6.25 semillas y en un periodo de 9 días.
- Seguido del 36.25 % de germinación para el **T11** (T40 °C + 300 ppm de ácido giberélico), empezando a germinar a los 9 días, en promedio 7.25 semillas y en un periodo de 12 días.
- Por último 38.75 % de germinación para el **T12** (T40 °C + 0 ppm de ácido giberélico), inició a germinar a los 7 días más rápido que los demás, germinando en promedio 7.75 semillas y en un periodo de 13 días.
- En comparación con el testigo este reportó 43.75% de energía germinativa ubicándose en el cuarto lugar de los tratamientos con la menor energía germinativa.

Según Reynel et al. (2003), las semillas empiezan a germinar a los 15 días después de la siembra, en estado natural sin tratamientos. Asimismo, el poder germinativo del guayacán es de 70 90 % con semillas frescas a 15 días de cosechado; mientras que con semillas secas almacenadas por un periodo de un mes, tiene un poder germinativo mayor del 70 %.

Para Donoso (1997), existen rangos de temperatura para la iniciación de la germinación de la semilla, la germinación es muy lenta con temperaturas bajo de 10°C, el óptimo fluctúa entre 15°C y 30°C. a temperaturas mayores de 35°C y 38°C, la germinación se hace muy rápida, pero gran cantidad de semillas mueren debido a la destrucción de las enzimas y tejidos. Según Peretti (1994), los requerimientos de temperatura son muy importantes, deben tomarse en consideración tanto en la propagación de semillas como en el laboratorio de análisis de las mismas.

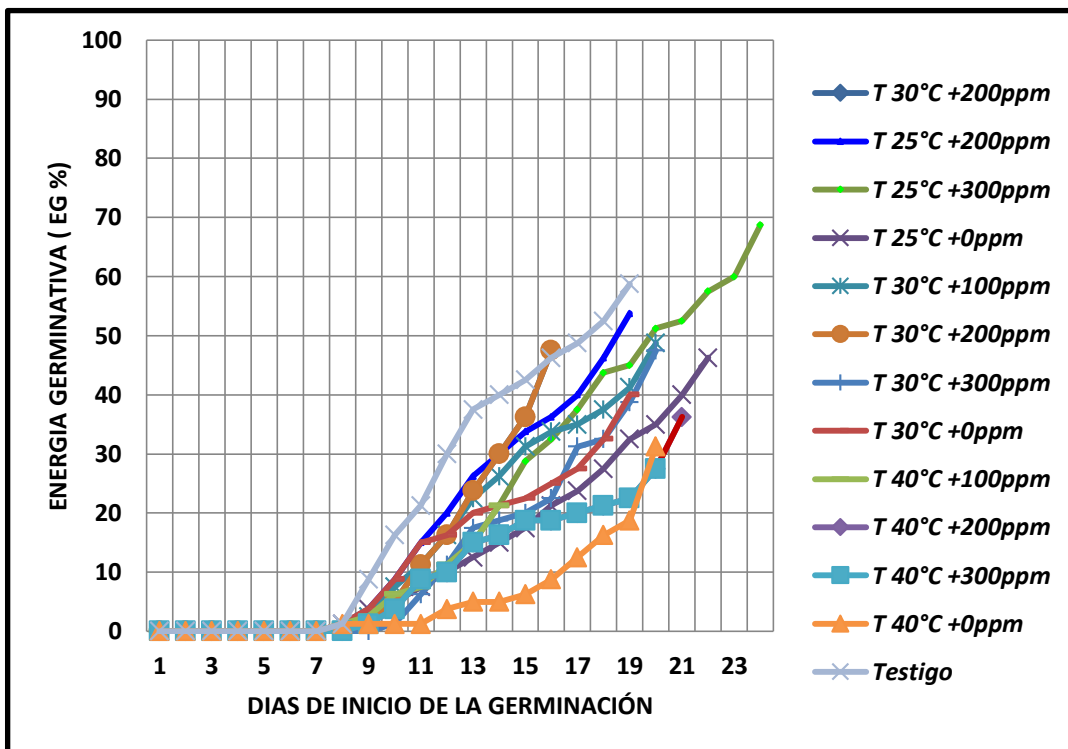


Figura 7. Curva de energía germinativa diaria del arreglo Factorial y el testigo.

En la figura 7, se observa la curva de energía germinativa diaria del factorial donde se muestra que el T3 (T 25 °C + 300ppm, presenta la mayor energía germinativa con 68.75%, mientras que el T9 (T 40 °C + 100 ppm de ácido giberélico), presenta la menor energía germinativa con 31.25 %.

C. Valor de la germinación

El cuadro 7, muestra la expresión de la germinación y la velocidad de germinación (energía germinativa) total al final del experimento para la germinación del guayacán frente a los diferentes tratamientos.

Cuadro 7. Resultados del valor de la germinación

Tratamientos pregerminativos	%P.G	V.M	%EG	PEG días	GDM final	V.G
T1= 25 °C+100 ppm	82.50	3.94	51.25	13	2.50	9.85
T2 = 25 °C+200 ppm	91.25	5.38	53.75	10	2.80	15.06
T3 = 25 °C+300 ppm	95.00	4.30	68.75	16	2.50	10.75
T4 = 25 °C+0 ppm	72.50	3.30	46.25	14	2.20	7.26
T5 = 30 °C+100 ppm	80.00	4.43	48.75	11	2.40	10.63
T6 = 30 °C+200 ppm	68.75	6.79	47.50	7	2.10	14.26
T7 = 30 °C+300 ppm	78.75	4.75	47.50	10	2.40	11.40
T8 = 30 °C+0 ppm	57.50	3.64	40.00	11	1.70	6.19
T9 = 40 °C+100 ppm	93.75	5.21	31.25	6	2.80	14.59
T10 = 40 °C +200 ppm	83.75	5.63	45.00	8	2.50	14.08
T11 = 40 °C +300 ppm	73.75	3.02	36.25	12	2.20	6.64
T12 = 40 °C + 0 ppm	71.25	2.98	38.75	13	1.90	5.66
Testigo	92.50	3.65	43.75	12	2.60	9.49

Donde: PG=Porcentaje de germinación; VM=Valor máximo; EG=Energía germinativa; PEG=Periodo de energía germinativa; GDM final=Germinación diaria media final; VG=Valor de la germinación.

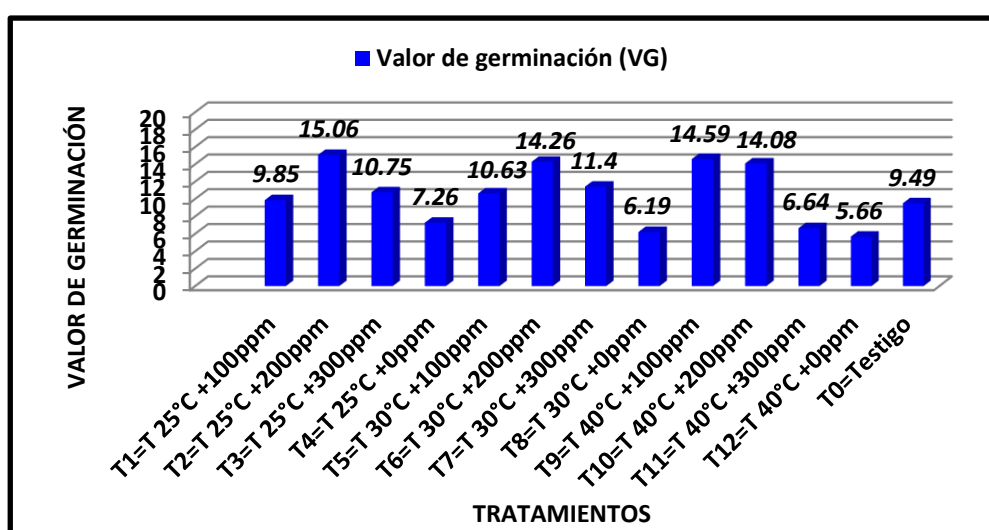


Figura 8. Valor de germinación del arreglo factorial y el testigo.

El cuadro 7 y figura 8, muestran el valor de germinación de las semillas de guayacán de acuerdo a los tratamientos aplicados, donde se obtuvieron valores máximos entre 11.76 y 10.5 correspondientes a los tratamientos de interacción de T40 °C con dosis de AG3 a 100 ppm y testigo control con dosis de AG3 a 100 ppm respectivamente; esta combinación tiene efectos que estimulan el proceso de germinación rápida de las semillas, esto se reflejó en un valor germinativo mayor que el de demás tratamientos aplicados. El bajo valor de germinación 3.57, resultó del tratamiento de interacción de T30 °C con dosis de AG3 a 0 ppm.

4.3.2. Análisis estadísticos

Porcentaje de germinación

Para realizar el análisis estadístico se transformaron los porcentajes obtenidos en el ensayo de germinación mediante: $[Y = \arccos(P)^{1/2}]$ (Ver Anexo 6).

Para evaluar el supuesto de normalidad se realizó la prueba de Shapiro –Wilk, debido al tamaño de la muestra (48 datos), encontrándose un valor de 0.965, lo cual nos indica que los datos siguen aproximadamente una distribución normal, (Ver Anexo 7).

Por lo tanto se procedió a efectuar un análisis de varianza que se indica en el cuadro 8, como se puede observar se encontró diferencias significativa en los tratamientos evaluados en el experimento.

Análisis de Varianza

Cuadro 8. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de germinación ([Datos transformados con $Y=\arcsen(P)^{1/2}$]).

Fuentes de Variabilidad	g.l	S.C	C.M	F cal	F tabular
					(0,05)
Temperaturas de Inmersión en Agua (A)	2	52.625	26.313	1.524**	0.232
Dosis de Ácido Giberélico- AG3 (B)	3	73.562	24.521	1.420**	0.253
Interacción (AXB)	6	62.375	10.396	0.602*	0.727
Error Experimental	36	621.750	17.271		
Total	47				
C.V=30.3%					

**=si hay significancia estadística.

En el cuadro 8, se muestra el análisis de varianza aplicado a los resultados de los tratamientos pre-germinativos, se encontró significancia estadística para los tratamientos: Temperaturas de Inmersión en Agua (niveles de 25 °C, 30 °C y 40 °C) y Dosis de Ácido Giberélico- AG3 (niveles de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm y 0 ppm) de las semillas, puesto que la F calculada supera a la F tabular a nivel del 0,05 de probabilidad estadística, lo cual indica que hay diferencia entre los tratamientos utilizados, así mismo no se encontraron diferencias significativas en los efectos de las interacciones evaluadas: **Temperaturas de Inmersión en Agua *Dosis de Ácido Giberélico-AG3 (AXB)**, porque la F calculada es menor a la F tabular, ello nos indica que poco o nada las interacciones influyeron en el porcentaje de germinación significativamente.

El coeficiente de variación de los tratamientos evaluados fue de 30.3 %, lo que demuestra que se obtuvo manejo adecuado de las unidades experimentales (Ver Cuadro 8 y Anexo 7).

Donoso (1997), afirma que la zona de procedencia de las semillas, es importante por presentar factores ambientales bióticos y abióticos, que determinan su germinación, supervivencia o su muerte, sobre todo están relacionados con las variaciones del clima, suelo y son los que caracterizan el hábitat de las semillas. A ello también se debería que germinan en condiciones ambientales similares a la de su procedencia.

Diehl (1973), indica que la humedad tiene tanta más importancia conforme el suelo es más rico en elementos coloidales y que el compost contiene fitohormonas, enzimas y microorganismos que continúan con la descomposición de la materia orgánica, muy importante para la fertilidad del suelo y el crecimiento de la planta. Sin embargo, las condiciones de almacenado de las semillas se hicieron en arena de río puro, condicionante para el desarrollo de las plántulas después de la germinación; frente a esto, Sánchez (2003), afirma que el compost almacena suficiente agua de reserva para las plántulas aparte de contener enzimas y bacterias benéficas.

Prueba de Medias de Tukey

En vista de que en el análisis de varianza presentaron diferencias estadísticas se practicó la prueba de medias de Tukey.

Cuadro 9 .Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de Inmersión en Agua (T °C).

Orden de mérito	Niveles de inmersión en agua (T °C)	Media	Grupo Tukey (Significación)
I	(a1): 25 °C	14.94%	A
II	(a2): 30 °C	13.75%	A
III	(a3): 40 °C	12.38%	A

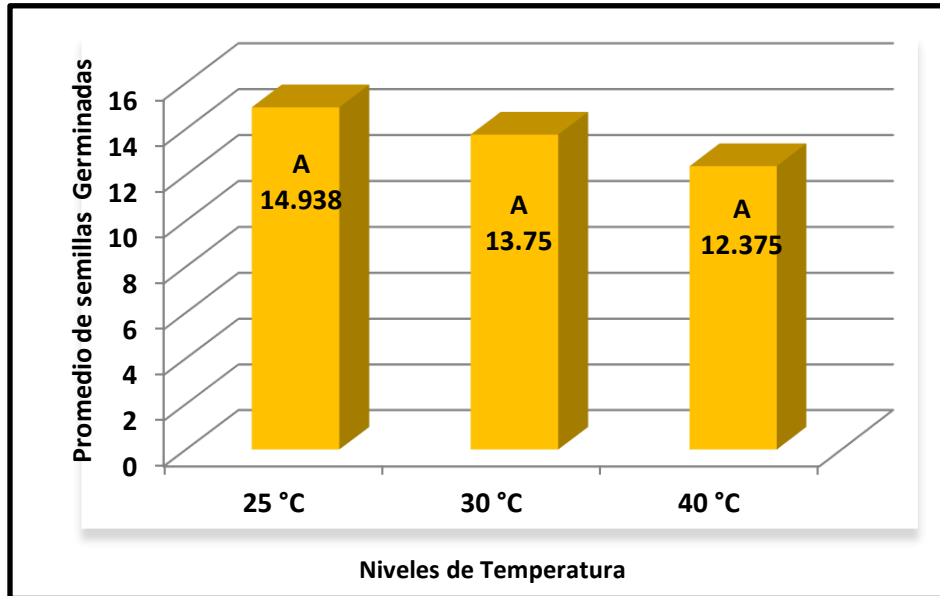


Figura 9 .Medias de Germinación de semillas, en función al factor Inmersión en Agua a Temperaturas (A).

Realizada la prueba de significación estadística de Tukey al 5 % de significancia para la variable germinación de semillas, se llegó a establecer que de los siguientes promedios (Cuadro 9 y figura 9), comprendidos con igual letra se comportan estadísticamente igual.

Por lo tanto para el factor Inmersión en agua a temperaturas (A) se deduce que la temperatura a1: 25 °C con un promedio de 14.94 de semillas germinadas es igual estadísticamente con la temperatura del agua a2 (30 °C) y a3 (40 °C) que representan el 13.75 y el 12.38 en promedio de semillas germinadas respectivamente.

Cuadro 10 .Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de dosis de Ácido Giberélico (AG3 ppm.)

<i>Orden de mérito</i>	<i>Niveles de Ácido Giberélico (AG3 ppm)</i>	<i>Media</i>	<i>Grupo Tukey (Significación)</i>
I	(b1) :100ppm	14.75	A
II	(b2) :200ppm	14.33	A
III	(b3) :300ppm	14.08	A
IV	(b4) :0ppm	11.58	A

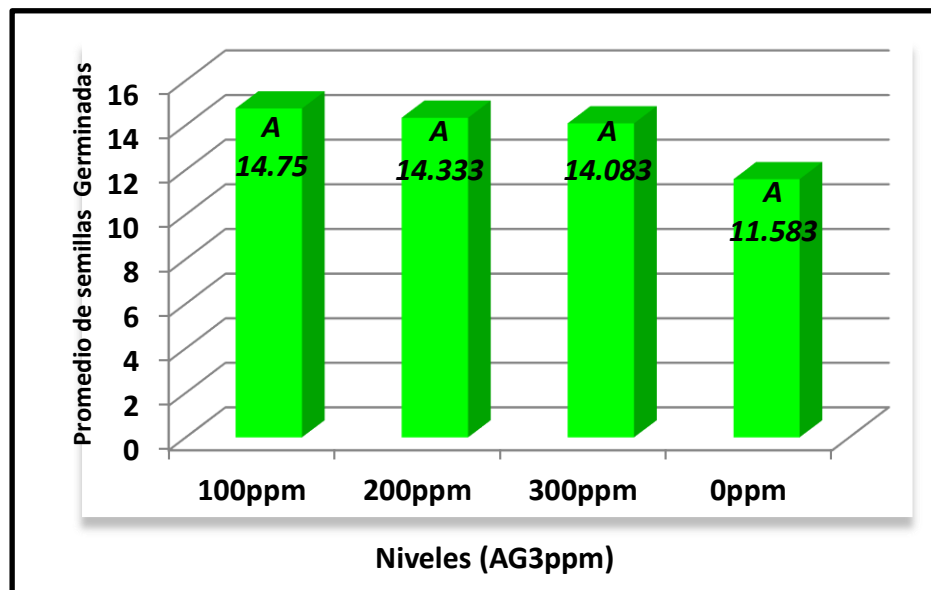


Figura 10. Medias de Germinación de semillas, en función al factor Dosis de Ácido Giberélico (B).

En el Cuadro 10 y figura 10, observamos que para los niveles del factor Dosis de Ácido Giberélico (B), al comparar se deduce que el nivel de dosis de AG3 ppm b1: 100ppm con 14.75 de semillas en promedio germinadas, son estadísticamente iguales a los niveles b2(200pp), b3(300ppm) y b4(0ppm) con promedios de 14.03, 14.08 y 11.58 en promedio de semillas germinadas.

Rojas Garcidueñas y Rarmírez, (1993), menciona que es posible que las dosis altas de ácido giberélico hayan actuado en forma negativa, como ocurre muchas veces, en donde a pesar de conocer la cantidad inicial de la hormona a aplicar en el tratamiento, el efecto de ésta se añade al de las hormonas endógenas de la semilla, las cuales se encuentran en concentraciones variables en los diversos individuos, de modo que la respuesta no será uniforme.

Para Moore y Janick (1988), el comportamiento de muchos reguladores de crecimiento, como las giberelinas, varía de acuerdo con el caso y especie, es así que, en muchos casos pueden inhibir o promover la germinación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y dentro de los lineamientos perseguidos a través de los objetivos trazados, se concluye lo siguiente:

- El peso promedio para 1000 semillas guayacán, es de 13.89 g, en un gramo existen 72 semillas. La proyección de cálculos para un kilogramo de semillas es de 71,994 unidades; esto demuestra que el guayacán es una especie con semillas muy livianas, facilitando su dispersión muy fácilmente; el contenido de humedad de las semillas es de 8 %, (ortodoxas, menor 40 %), aptas para almacenar por un largo período de tiempo.
- Mediante los análisis de varianza efectuados a la variable germinación se encontraron efectos significativos en los tratamientos con Inmersión de semillas en agua a diferentes temperaturas (niveles de 25 °C, 30 °C y 40 °C) y Dosis de Ácido Giberélico (niveles de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm y 0 ppm), pero no hubo en las interacciones.
- Las semillas de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson "Guayacán", sometidas al tratamiento con Ácido Giberélico a niveles de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm y 0 ppm, y a la Inmersión de semillas en agua a diferentes Temperaturas a niveles de 25 °C, 30 °C y 40 °C, reportaron efectos igual estadísticamente según análisis estadístico del ensayo.
- A nivel de vivero la germinación de la especie, fue muy rápida ya que tanto los tratamientos pregerminativos aplicados como el testigo ayudaron en la germinación, alcanzando un alto porcentaje de germinación del 95.00%, por lo que se deduce que para sembrar la

especie no es necesario utilizar tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo los resultados fueron satisfactorios de un 92.50% de germinación.

- De acuerdo a los porcentajes de germinación obtenidos se observó que el tratamiento T3 (T25 °C+300ppm AG3), alcanzó el mayor porcentaje de semillas germinadas con el 95.00% para el presente estudio, concluyendo que es el mejor tratamiento pre-germinativo que favorece la absorción del agua y activa los procesos bioquímicos y fisiológicos, que dan origen a una nueva planta.
- El tratamiento que aportó la mayor energía germinativa fue el tratamiento T3 (T25 °C+300ppm AG3) con el 68.75%, 13.75 semillas en promedio germinadas en un periodo de 16 días.
- Las semillas de guayacán se recolectaron a mediados del mes de noviembre donde las semillas alcanzaron su madurez fisiológica.

5.2. Recomendaciones

- Se deben realizar otras investigaciones aplicando los mismos tratamientos pre-germinativos, o a diferentes concentraciones de ácido giberélico para otras semillas como el michino, acerillo, que habitan el bosque seco, cuya germinación lo realizan en periodos largos sin la aplicación de tratamientos.
- Las cantidades de semillas utilizadas en la investigación se podrían considerarse demasiado pequeñas, se deben probar con cantidades mayores, a fin de tener mejores resultados en la aceleración del proceso de germinación.
- Debido a los costos mayores que representa la aplicación de ácido giberélico, se recomienda realizar investigaciones aplicando tratamientos pre-germinativos físicos y mecánicos, con la finalidad

de obtener una tecnología de producción de menor costo para su producción.

- Se recomienda realizar investigaciones con la finalidad de ubicar y seleccionar árboles de guayacán para seleccionarlos como árboles semilleros, a fin de contar con semillas adecuadas para realizar otras investigaciones de producción de plántones para propagar la especie que se encuentran en peligro de extinción.
- Se deben realizar investigaciones sobre plantas del bosque seco, estudio de su fenología y propagación (sexual y asexual).
- Realizar investigaciones de germinación a bajas o altas temperaturas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriagada, V. 2007. Semillas. Inspección, análisis, tratamiento y legislación. Universidad Católica de Chile. Consultado: 25 Noviembre. 2014. Disponible en <http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/replica/BV/.../B/.../XL2000600205.PDF>.

Bidwell, S. 1993. Fisiología Vegetal. 2da Ed. en español. Edit. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F. 784 p.

Bolfor; Justiniano, M. J.; Fredericksen, T.S.; Nash, D. 2000. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas – Tajibos o Lapachos *Tabebuia* spp. Gomes ex A. P. de Candolle, Bignoniaceae. Santa Cruz, Bolivia. 45 p.

Chinchay P., EM. 2014. Germinación y propagación de semilla botánica de *Caesalpinea spinosa* (Molina) Kuntze (tara) utilizando cinco tratamientos pregerminativos. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal – Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén – Perú. 103 p.

Cozzo, D. 1976. Tecnología de forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, AR. Hemisferio Sur. 610 p.

Diehl, M. 1973. Fitotecnia General. Ediciones MUNDI – PRENSA. Madrid – España. 814 p.

Donoso, C. 1997. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. 5ª Edición. Edit. Universitaria. Santiago de Chila.

García, B. 2004. Guía para la recolección, procesamiento, almacenamiento y análisis de semillas forestales. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. 41 p.

Gentry A.H. 1992. Bignoniaceae Part II (Tribe Tecomeae). Flora Neotrópica, Monograph 25 (II): 1-300.

Gerda-Nickel M. 2004. Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª Ed. Edit. Leitura & Arte. Sau paulo. 413 p.

Hartmann, H. 1982. Propagación de plantas principios y prácticas. MX, Continental. 814 p.

Hartmann, H. y Kester, D. 1997. Propagación de Plantas. 2da Ed. México. Compañía Editorial Continental S.A. 760 p.

Hutchinson, I. 1987. Sistema Silviculturales. Turrialba. Costa Rica. Serie Documentos del CATIE – COSUDE Costa Rica 31 p.

Internacional Seed Testing Association (ISTA). 1976. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. Trad. Por el Instituto Nacional de Plantas y Viveros. Madrid, España. 184 p.

Killeen, T; E. García; SG. Beck. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Publicado por Herbario Nacional de Bolivia Missouri Botanical Garden. Impresores Quipus S.R.L., La Paz, Bolivia. Depósito Legal: 4-1-693-93. 958 p.

Lorenzi H. 1992. Arvores Brasileiras. Editorial Plantarum. Sao Paulo, Brasil. 241 p.

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2014. Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales – Ecuador. Quito. Consultado el 24 de abril de 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>

Marcelo Peña. J. L. 2007. Inventarios botánicos rápidos en vegetación leñosa de bosques estacionalmente secos del distrito de Jaén, Cajamarca, Perú. Revista peruana de biología (en prensa).

Marcelo-Peña, J.L.; Pennington, R.T.; Reynel C. & Zevallos P. 2010. Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina /Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima, Perú. 288 p.

Miller, V.E. 1967. Fisiología Vegetal. Traducida por Francisco de la Torre. México. 388 p.

Montes, A. 1998. Fisiología de Semillas de Hortalizas. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. P.1-3.

Moore, J. y Janick, J. 1988. Métodos Genotécnicos en Frutales. Editorial Calipso, S.A. México. 606 p.

Ocaña, D. 1996. Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú. FAO/Holanda/PRONAMACHS. Lima, PE. 211 p.

Reynel Y., Pennington R., Pennington, R. T., Flores, C. y Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos. Ed. 1. Edit. Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima - Perú. 536 p.

Reynel, C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. T.; Marcelo P, J. L. y Daza, A. 2007. Árboles útiles del Ande Peruano. Diseño e impresión: Tarea Gráfica Educativa, Perú. Lima - Perú. 466 p.

Roberts, E. 1995. Predicting the storage life of seeds. Seed Sci. and Techn.1: 499 – 514.

Rojas Garcidueñas, M. Ramírez. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Fisiología – Tecnología – Experimentación. 2ª Ed. México. Edit. Limusa. 236 P.

Sánchez, F. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones RIPALME. Lima 36 – Perú. 135 p.

Smith, R. y Smith, T. 2001. Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación, S.A. Madrid.

Trópicos-Missouri Botanical Garden. Taxonomía de (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson). Perú. Disponible en: <http://www.trópicos.org/Name/3701653>. Consultado el 25 de febrero del 2015.

Trujillo, E. 1996. En el Curso Nacional “Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales”. Campus de ADEFOR (8-10 Octubre 1996). ADEFOR, RASEFOR, INTERCOPORATION, CONIF/INSEFOR. Cajamarca – Perú. 76 p.

Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM. Facultad de agronomía, Perú. 2004. Reproducción Sexual (en línea). Lima, Perú. Disponible en:

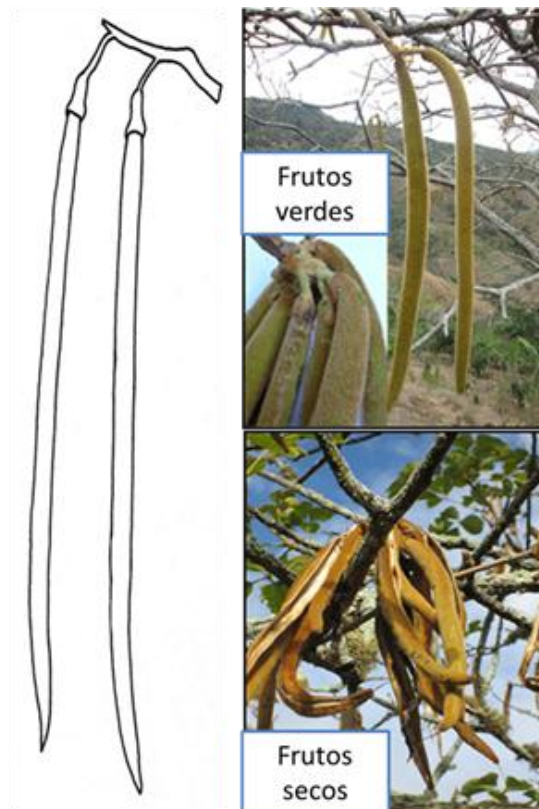
www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/horticultura/propagacion/reprodsexual. Consultado el 20 de febrero del 2015

Vázquez, y. *et al.* 1997. Semillas. Edit. Fondo de Cultura Económica S.R. México, DF. 250 p.

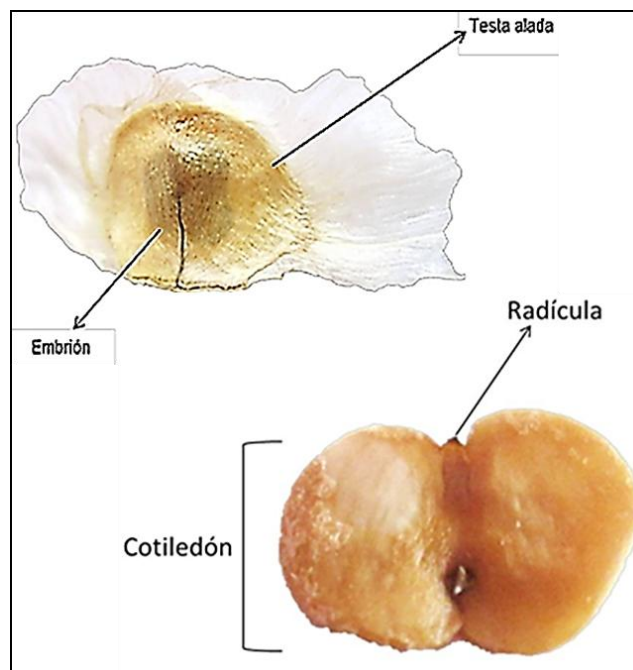
Villagran, I. 1999. Efecto de la escarificación y del ácido giberélico en la germinación del canistel (*Pouteria campechiana* Baehni). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 21 p.

ANEXO

Anexo 1. Características físicas del fruto del guayacán



Anexo 2. Características físicas de la semilla de guayacán



Anexo 3. Parámetros generales de los frutos de guayacán

N° de Frutos	Tamaño del fruto (cm)				N° de semillas	Peso (g)	Color		Forma	Aspecto externo
	Largo	Ancho					Inmaduro	Maduro		
		Superior	Medio	Inferior						
1	22.0	2.9	3.4	2.5	186	6.81	Verde oliva	Amarillo pálido	Cápsula cilíndrica parecida a una vaina	Con pubescencia
2	30.0	2.3	2.9	1.98	198	7.52				
3	31.0	2.4	3.0	2.0	197	7.49				
4	25.0	2.9	3.5	2.3	178	5.35				
5	31.5	2.5	3.2	2.0	196	7.42				
6	28.6	2.2	3.4	1.99	185	6.85				
7	31.5	2.7	3.1	2.2	198	7.50				
8	28.0	2.6	3.3	2.4	184	6.81				
9	27.5	3.0	3.2	2.1	180	5.56				
10	32.4	3.2	3.5	2.5	197	7.49				
Total	288.5	26.70	32.5	21.97	1901	68.80				
Total promedio	28.85	2.67	3.25	2.20	190	6.88				

Anexo 4. Parámetros generales de la semilla de guayacán

N° de semillas	Tamaño de la semilla (cm)					Peso (g)	Color	Forma	Aspecto externo
	Largo (cm)		Ancho (cm)						
	Semilla + memb	Semilla	superior	medio	inferior				
1	3.1	0.9	0.6	1	0.5	0.02	Amarillo pálido	Aplanada	Alada brillante
2	2.9	1.0	0.7	0.9	0.6	0.01			
3	3.4	1.0	0.6	0.9	0.5	0.02			
4	3.5	1.8	0.9	1.0	0.7	0.03			
5	3.5	1.1	0.7	0.8	0.6	0.01			
6	3.1	1.0	0.8	0.9	0.7	0.03			
7	3.0	1.5	0.5	0.7	0.4	0.01			
8	2.8	1.3	0.6	0.8	0.5	0.01			
9	3.2	1.4	0.6	0.7	0.4	0.02			
10	2.9	1.2	0.7	0.8	0.5	0.01			
Suma Total	31.4	12.2	6.8	8.5	5.4	0.17			
Total promedio	3.14	1.22	0.68	0.85	0.54	0.02			

Anexo 5. Registro de evaluaciones diarias por tratamiento y repetición de los datos originales.

Registro de germinación diaria del tratamiento T 25°C +100ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	1	0	0	0	1.25	1.25	0.18
8	0	0	0	1	0	1.25	2.50	0.31
9	0	1	1	1	1	3.75	6.25	0.69
10	0	0	1	1	1	2.5	8.75	0.88
11	1	1	0	2	1	5	13.75	1.25
12	1	0	1	2	1	5	18.75	1.56
13	0	0	1	1	1	2.5	21.25	1.63
14	2	0	0	1	1	3.75	25.00	1.79
15	0	1	1	0	1	2.5	27.50	1.83
16	1	1	0	1	1	3.75	31.25	1.95
17	0	0	1	2	1	3.75	35.00	2.06
18	0	1	1	0	1	2.5	37.50	2.08
19	0	0	1	1	1	2.5	40.00	2.11
20	0	1	1	1	1	3.75	43.75	2.19
21	2	3	0	1	2	7.5	51.25	2.44
22	0	0	1	1	1	2.5	53.75	2.44
23	0	1	1	1	1	3.75	57.50	2.50
24	1	0	1	1	1	3.75	61.25	2.55
25	1	0	1	1	1	3.75	65.00	2.60
26	0	0	2	0	1	2.5	67.50	2.60
27	0	1	1	0	1	2.5	70.00	2.59
28	0	1	1	1	1	3.75	73.75	2.63
29	0	1	1	0	1	2.5	76.25	2.63
30	0	1	1	0	1	2.5	78.75	2.63
31	0	1	1	0	1	2.5	81.25	2.62
32	0	1	0	0	0	1.25	82.50	2.58
33	0	0	0	0	0	0	82.50	2.50
TOTAL	9	17	20	20	16.50	82.50		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 25°C +200ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	1	1	1	3.75	3.75	0.4
10	2	1	0	1	1	5	8.75	0.9
11	1	0	1	3	1	6.25	15	1.4
12	1	1	1	1	1	5	20	1.7
13	0	1	3	1	1	6.25	26.25	2.0
14	0	1	1	1	1	3.75	30	2.1
15	0	1	1	1	1	3.75	33.75	2.3
16	0	1	1	0	1	2.5	36.25	2.3
17	0	2	1	0	1	3.75	40	2.4
18	0	2	2	1	1	6.25	46.25	2.6
19	0	1	2	3	2	7.5	53.75	2.8
20	0	1	1	2	1	5	58.75	2.9
21	0	0	0	0	0	0	58.75	2.8
22	0	1	1	0	1	2.5	61.25	2.8
23	0	1	2	0	1	3.75	65	2.8
24	1	1	2	0	1	5	70	2.9
25	3	1	0	1	1	6.25	76.25	3.1
26	1	1	0	1	1	3.75	80	3.1
27	2	0	0	0	1	2.5	82.5	3.1
28	1	2	0	0	1	3.75	86.25	3.1
29	0	0	0	0	0	0	86.25	3.0
30	0	1	0	0	0	1.25	87.5	2.9
31	0	0	0	0	0	0	87.5	2.8
32	0	0	0	1	0	1.25	88.75	2.8
33	0	0	0	2	1	2.5	91.25	2.8
TOTAL	13	20	20	20	18	91.25		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 25°C +300ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	1	1	2.5	2.5	0.3
10	1	0	0	1	1	2.5	5	0.5
11	2	0	0	0	1	2.5	7.5	0.7
12	2	0	0	1	1	3.75	11.25	0.9
13	0	1	0	2	1	3.75	15	1.2
14	1	1	1	2	1	6.25	21.25	1.5
15	1	2	1	2	2	7.5	28.75	1.9
16	1	1	0	1	1	3.75	32.5	2.0
17	1	1	1	1	1	5	37.5	2.2
18	2	1	1	1	1	6.25	43.75	2.4
19	0	0	1	0	0	1.25	45	2.4
20	2	1	1	1	1	6.25	51.25	2.6
21	0	1	0	0	0	1.25	52.5	2.5
22	1	1	1	1	1	5	57.5	2.6
23	0	1	1	0	1	2.5	60	2.6
24	1	2	1	3	2	8.75	68.75	2.9
25	0	1	3	1	1	6.25	75	3.0
26	1	1	1	1	1	5	80	3.1
27	1	2	0	1	1	5	85	3.1
28	2	1	2	0	1	6.25	91.25	3.3
29	0	2	1	0	1	3.75	95	3.3
30	0	0	0	0	0	0	95	2.5
31	0	0	0	0	0	0	95	2.7
32	0	0	0	0	0	0	95	2.8
33	0	0	0	0	0	0	95	2.5
TOTAL	20	20	16	20	19.00	95.00		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 25°C +0ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	1	0	1.25	1.25	0.2
9	0	0	0	2	1	2.5	3.75	0.4
10	0	0	1	0	0	1.25	5	0.5
11	0	2	0	0	1	2.5	7.5	0.7
12	0	0	2	0	1	2.5	10	0.8
13	0	1	1	0	1	2.5	12.5	1.0
14	1	0	1	0	1	2.5	15	1.1
15	0	1	0	1	1	2.5	17.5	1.2
16	0	0	1	2	1	3.75	21.25	1.3
17	0	1	1	0	1	2.5	23.75	1.4
18	1	0	1	1	1	3.75	27.5	1.5
19	1	1	1	1	1	5	32.5	1.7
20	0	1	0	1	1	2.5	35	1.8
21	2	2	0	0	1	5	40	1.9
22	0	1	3	1	1	6.25	46.25	2.1
23	0	1	1	1	1	3.75	50	2.2
24	0	0	1	0	0	1.25	51.25	2.1
25	2	0	1	1	1	5	56.25	2.3
26	1	0	1	0	1	2.5	58.75	2.3
27	1	0	1	0	1	2.5	61.25	2.3
28	1	0	1	1	1	3.75	65	2.3
29	0	1	1	1	1	3.75	68.75	2.4
30	0	0	1	0	0	1.25	70	2.3
31	0	0	0	0	0	0	70	2.3
32	0	0	0	0	0	0	70	2.2
33	1	1	0	0	1	2.5	72.5	2.2
TOTAL	11	13	20	14	14.5	72.5		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 30°C +100ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0.0	0	
2	0	0	0	0	0	0.0	0	
3	0	0	0	0	0	0.0	0	
4	0	0	0	0	0	0.0	0	
5	0	0	0	0	0	0.0	0	
6	0	0	0	0	0	0.0	0	
7	0	0	0	0	0	0.0	0	
8	0	0	0	0	0	0.0	0	
9	0	0	1	1	1	2.5	2.5	0.3
10	1	1	1	1	1	5.0	7.5	0.8
11	1	1	0	1	1	3.8	11.25	1.0
12	1	0	0	3	1	5.0	16.25	1.4
13	1	0	1	3	1	6.3	22.5	1.7
14	0	1	2	0	1	3.8	26.25	1.9
15	0	0	2	2	1	5.0	31.25	2.1
16	0	1	0	1	1	2.5	33.75	2.1
17	0	0	1	0	0	1.3	35	2.1
18	0	0	1	1	1	2.5	37.5	2.1
19	0	0	1	2	1	3.8	41.25	2.2
20	0	1	1	4	2	7.5	48.75	2.4
21	0	0	2	1	1	3.8	52.5	2.5
22	0	0	1	0	0	1.3	53.75	2.4
23	0	0	2	0	1	2.5	56.25	2.4
24	2	0	1	0	1	3.8	60	2.5
25	3	0	1	0	1	5.0	65	2.6
26	0	0	1	0	0	1.3	66.25	2.5
27	1	0	0	0	0	1.3	67.5	2.5
28	2	0	0	0	1	2.5	70	2.5
29	0	0	0	0	0	0.0	70	2.4
30	2	0	0	0	1	2.5	72.5	2.4
31	2	0	0	0	1	2.5	75	2.4
32	1	0	0	0	0	1.3	76.25	2.4
33	3	0	0	0	1	3.8	80	2.4
TOTAL	20	5	19	20	16.0	80		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 30°C +200ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	1	0	1.25	1.25	0.1
10	0	0	1	2	1	3.75	5	0.5
11	1	0	3	1	1	6.25	11.25	1.0
12	2	0	1	1	1	5	16.25	1.4
13	2	1	1	2	2	7.5	23.75	1.8
14	1	1	1	2	1	6.25	30	2.1
15	1	1	1	2	1	6.25	36.25	2.4
16	2	2	2	3	2	11.25	47.5	3.0
17	1	0	1	1	1	3.75	51.25	3.0
18	1	0	1	1	1	3.75	55	3.1
19	1	0	1	1	1	3.75	58.75	3.1
20	2	0	0	0	1	2.5	61.25	3.1
21	1	0	0	0	0	1.25	62.5	3.0
22	0	0	0	0	0	0	62.5	2.8
23	0	0	1	0	0	1.25	63.75	2.8
24	0	0	2	0	1	2.5	66.25	2.8
25	0	0	1	0	0	1.25	67.5	2.7
26	0	0	0	0	0	0	67.5	2.6
27	0	0	0	0	0	0	67.5	2.5
28	0	0	0	0	0	0	67.5	2.4
29	0	0	0	0	0	0	67.5	2.3
30	1	0	0	0	0	1.25	68.75	2.3
31	0	0	0	0	0	0	68.75	2.2
32	0	0	0	0	0	0	68.75	2.1
33	0	0	0	0	0	0	68.75	2.1
TOTAL	16	5	17	17	13.75	68.75		

Registro de germinación diaria del tratamiento T30°C +300ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	1	0	1.25	1.25	0.1
11	1	1	0	2	1	5	6.25	0.6
12	3	0	0	1	1	5	11.25	0.9
13	2	1	1	1	1	6.25	17.5	1.3
14	0	0	1	0	0	1.25	18.75	1.3
15	1	0	0	0	0	1.25	20	1.3
16	1	0	1	0	1	2.5	22.5	1.4
17	1	2	3	1	2	8.75	31.25	1.8
18	1	0	0	0	0	1.25	32.5	1.8
19	1	2	0	2	1	6.25	38.75	2.0
20	2	2	0	3	2	8.75	47.5	2.4
21	0	2	0	1	1	3.75	51.25	2.4
22	0	3	0	0	1	3.75	55	2.5
23	0	4	0	1	1	6.25	61.25	2.7
24	3	1	0	1	1	6.25	67.5	2.8
25	1	1	0	3	1	6.25	73.75	3.0
26	0	1	0	0	0	1.25	75	2.9
27	0	0	0	0	0	0	75	2.8
28	1	0	0	0	0	1.25	76.25	2.7
29	0	0	0	0	0	0	76.25	2.6
30	0	0	0	0	0	0	76.25	2.5
31	0	0	0	0	0	0	76.25	2.5
32	0	0	0	0	0	0	76.25	2.4
33	2	0	0	0	1	2.5	78.75	2.4
TOTAL	20	20	6	17	15.75	78.75		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 30°C +0ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	1	0	0	0	1.25	1.25	0.2
9	0	2	0	0	1	2.5	3.75	0.4
10	0	2	1	1	1	5	8.75	0.9
11	1	2	1	1	1	6.25	15	1.4
12	0	0	0	1	0	1.25	16.25	1.4
13	1	1	0	1	1	3.75	20	1.5
14	0	0	0	1	0	1.25	21.25	1.5
15	0	0	0	1	0	1.25	22.5	1.5
16	0	0	0	2	1	2.5	25	1.6
17	0	1	1	0	1	2.5	27.5	1.6
18	0	1	0	3	1	5	32.5	1.8
19	3	1	1	1	2	7.5	40	2.1
20	0	2	0	0	1	2.5	42.5	2.1
21	0	0	0	0	0	0	42.5	2.0
22	1	0	0	0	0	1.25	43.75	2.0
23	1	0	0	0	0	1.25	45	2.0
24	0	1	1	1	1	3.75	48.75	2.0
25	1	1	0	2	1	5	53.75	2.2
26	0	0	0	1	0	1.25	55	2.1
27	0	0	0	1	0	1.25	56.25	2.1
28	0	0	0	1	0	1.25	57.5	2.1
29	0	0	0	0	0	0	57.5	2.0
30	0	0	0	0	0	0	57.5	1.9
31	0	0	0	0	0	0	57.5	1.9
32	0	0	0	0	0	0	57.5	1.8
33	0	0	0	0	0	0	57.5	1.7
TOTAL	8	15	5	18	11.5	57.5		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 40°C +100ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	1	0	0	1.25	1.25	0.2
9	0	0	0	1	0	1.25	2.5	0.3
10	1	0	1	1	1	3.75	6.25	0.6
11	0	0	1	0	0	1.25	7.5	0.7
12	0	1	1	1	1	3.75	11.25	0.9
13	1	1	0	1	1	3.75	15	1.2
14	2	1	1	1	1	6.25	21.25	1.5
15	1	2	0	1	1	5	26.25	1.8
16	1	1	1	1	1	5	31.25	2.0
17	1	1	0	0	1	2.5	33.75	2.0
18	0	2	1	1	1	5	38.75	2.2
19	1	2	1	0	1	5	43.75	2.3
20	1	1	2	0	1	5	48.75	2.4
21	2	2	2	1	2	8.75	57.5	2.7
22	1	2	1	1	1	6.25	63.75	2.9
23	1	1	2	1	1	6.25	70	3.0
24	2	0	1	2	1	6.25	76.25	3.2
25	1	0	1	0	1	2.5	78.75	3.2
26	2	0	1	2	1	6.25	85	3.3
27	1	0	1	1	1	3.75	88.75	3.3
28	1	0	1	2	1	5	93.75	3.3
29	0	0	0	0	0	0	93.75	3.2
30	0	0	0	0	0	0	93.75	3.1
31	0	0	0	0	0	0	93.75	3.0
32	0	0	0	0	0	0	93.75	2.9
33	0	0	0	0	0	0	93.75	2.8
TOTAL	20	17	20	18	18.75	93.75		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 40°C +200ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	1	1	2.5	2.5	0.3
10	2	1	0	0	1	3.75	6.25	0.6
11	2	1	1	1	1	6.25	12.5	1.1
12	3	0	0	1	1	5	17.5	1.5
13	2	0	2	1	1	6.25	23.75	1.8
14	0	1	0	1	1	2.5	26.25	1.9
15	0	3	0	1	1	5	31.25	2.1
16	0	2	0	2	1	5	36.25	2.3
17	1	4	1	1	2	8.75	45	2.6
18	1	2	0	1	1	5	50	2.8
19	1	1	0	1	1	3.75	53.75	2.8
20	1	1	0	1	1	3.75	57.5	2.9
21	1	1	0	1	1	3.75	61.25	2.9
22	1	1	3	1	2	7.5	68.75	3.1
23	1	1	1	1	1	5	73.75	3.2
24	1	1	0	3	1	6.25	80	3.3
25	1	0	0	0	0	1.25	81.25	3.3
26	0	0	0	1	0	1.25	82.5	3.2
27	0	0	0	0	0	0	82.5	3.1
28	1	0	0	0	0	1.25	83.75	3.0
29	0	0	0	0	0	0	83.75	2.9
30	0	0	0	0	0	0	83.75	2.8
31	0	0	0	0	0	0	83.75	2.7
32	0	0	0	0	0	0	83.75	2.6
33	0	0	0	0	0	0	83.75	2.5
TOTAL	20	20	8	19	16.75	83.75		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 40°C +300ppm.

N° DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	1	0	0	0	1.25	1.25	0.1
10	0	1	0	1	1	2.5	3.75	0.4
11	1	1	0	2	1	5	8.75	0.8
12	0	0	0	1	0	1.25	10	0.8
13	1	1	0	2	1	5	15	1.2
14	1	0	0	0	0	1.25	16.25	1.2
15	0	1	0	1	1	2.5	18.75	1.3
16	0	0	0	0	0	0	18.75	1.2
17	0	1	0	0	0	1.25	20	1.2
18	1	0	0	0	0	1.25	21.25	1.2
19	0	1	0	0	0	1.25	22.5	1.2
20	1	1	1	1	1	5	27.5	1.4
21	2	1	3	1	2	8.75	36.25	1.7
22	1	1	2	2	2	7.5	43.75	2.0
23	2	2	1	1	2	7.5	51.25	2.2
24	1	1	1	1	1	5	56.25	2.3
25	3	2	0	1	2	7.5	63.75	2.6
26	0	1	0	2	1	3.75	67.5	2.6
27	0	1	0	0	0	1.25	68.75	2.5
28	0	1	0	0	0	1.25	70	2.5
29	0	1	0	0	0	1.25	71.25	2.5
30	1	0	0	0	0	1.25	72.5	2.4
31	0	0	0	0	0	0	72.5	2.3
32	0	0	0	0	0	0	72.5	2.3
33	1	0	0	0	0	1.25	73.75	2.2
TOTAL	16	19	8	16	14.75	73.75		

Registro de germinación diaria del tratamiento T 40°C +0ppm.

N DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0.0
8	1	0	0	0	0	1.25	1.25	0.2
9	1	0	0	1	0	0	1.25	0.1
10	1	0	0	1	0	0	1.25	0.1
11	0	0	0	2	0	0	1.25	0.1
12	0	0	0	2	1	2.5	3.75	0.3
13	0	0	0	1	0	1.25	5	0.4
14	0	0	0	0	0	0	5	0.4
15	0	0	1	0	0	1.25	6.25	0.4
16	1	1	0	0	1	2.5	8.75	0.5
17	1	1	0	1	1	3.75	12.5	0.7
18	1	1	0	1	1	3.75	16.25	0.9
19	0	2	0	0	1	2.5	18.75	1.0
20	2	3	3	2	3	12.5	31.25	1.6
21	1	1	0	1	1	3.75	35	1.7
22	1	1	0	1	1	3.75	38.75	1.8
23	1	1	0	1	1	3.75	42.5	1.8
24	2	3	0	1	2	7.5	50	2.1
25	2	1	0	2	1	6.25	56.25	2.3
26	0	1	0	0	0	1.25	57.5	2.2
27	0	1	0	0	0	1.25	58.75	2.2
28	1	1	0	0	1	2.5	61.25	2.2
29	0	1	0	0	0	1.25	62.5	2.2
30	0	0	0	0	0	0	62.5	2.1
31	0	0	0	0	0	0	62.5	2.0
32	0	0	0	0	0	0	62.5	2.0
33	0	1	0	0	0	1.25	63.75	1.9
TOTAL	16	20	4	17	12.75	63.75		

Registro de germinación diaria del testigo.

N DIAS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO	%GERMINACION DIARIA	%ACUMULADO	%GDPA
1	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
2	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
3	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
4	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
5	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
6	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
7	0	0	0	0	0	0.0	0.0	
8	0	0	0	1	0	1.3	1.3	0.2
9	0	0	1	2	1	3.8	5.0	0.6
10	1	0	2	1	1	5.0	10.0	1.0
11	0	0	1	1	1	2.5	12.5	1.1
12	0	3	0	0	1	3.8	16.3	1.4
13	1	1	0	2	1	5.0	21.3	1.6
14	1	1	0	1	1	3.8	25.0	1.8
15	2	1	0	1	1	5.0	30.0	2.0
16	0	1	0	1	1	2.5	32.5	2.0
17	0	1	0	1	1	2.5	35.0	2.1
18	0	1	1	0	1	2.5	37.5	2.1
19	2	2	2	0	2	7.5	45.0	2.4
20	1	2	0	1	1	5.0	50.0	2.5
21	2	0	0	2	1	5.0	55.0	2.6
22	1	0	1	0	1	2.5	57.5	2.6
23	2	0	1	1	1	5.0	62.5	2.7
24	1	0	1	1	1	3.8	66.3	2.8
25	1	2	1	1	1	6.3	72.5	2.9
26	2	0	1	1	1	5.0	77.5	3.0
27	1	0	1	0	1	2.5	80.0	3.0
28	1	0	0	1	1	2.5	82.5	2.9
29	1	0	1	0	1	2.5	85.0	2.9
30	0	1	0	1	1	2.5	87.5	2.9
31	0	1	0	0	0	1.3	88.8	2.9
32	0	1	0	0	0	1.3	90.0	2.7
33	0	2	0	0	1	2.5	92.5	2.6
TOTAL	20.0	20.0	14.0	20.0	18.5	92.5		

Anexo 6. Porcentaje de germinación obtenida del arreglo factorial

Porcentaje de germinación de las semillas de (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson) “guayacán” arreglo factorial [Datos originales]

Temperatura	a ₁				a ₂				a ₃			
Ag3	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄
R1	45	65	100	55	100	80	100	40	100	100	80	80
R2	85	100	100	65	25	25	100	75	85	100	95	100
R3	100	100	80	100	95	85	30	25	100	40	40	20
R4	100	100	100	70	100	85	85	90	90	95	80	85

Porcentaje de germinación de las semillas de (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson) “guayacán” arreglo factorial [Datos transformados con $Y = \arcseno(P)^{1/2}$]

Temperatura	a ₁				a ₂				a ₃			
Ag3	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄
R1	42.13	53.73	90	47.87	90	63.43	90	39.23	90	90	63.43	63.43
R2	67.21	90	90	53.73	30	30	90	60	67.21	90	77.08	90
R3	90	90	63.43	90	77.08	67.21	33.21	30	90	39.23	39.23	26.57
R4	90	90	90	56.79	90	67.21	67.21	71.57	71.57	77.08	63.43	67.21

Anexo 7. Resultados estadístico de los datos transformados en el sistema estadístico SAS.

SISTEMA SAS

Procedimiento UNIVARIATE

Variable: resid

Tests Para Normalidad

Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.930939	Pr < W	0.0074
Kolmogorov-Smirnov	D	0.185852	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.218218	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.228979	Pr > A-Sq	<0.0050

SISTEMA SAS

Procedimiento de Modelos Lineales Generales (GLM)

Información de Nivel de Clase

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Temp	3	1 2 3 (25 °C, 30 °C y 40°C)
Ag3	4	1 2 3 4(100ppm,200ppm,300ppm y 0ppm)

Número de observaciones leídas	48
Número de observaciones usadas	48

SISTEMA SAS
Procedimiento GLM

Variable dependiente: GERMINACIÓN

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	188.5625000	17.1420455	0.99	0.4714
Error	36	621.7500000	17.2708333		
Total corregido	47	810.3125000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Germinac Media
0.232703	30.36215	4.155819	13.68750

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Temp	2	52.62500000	26.31250000	1.52	0.2317
Ag3	3	73.56250000	24.52083333	1.42	0.2529
Temp*Ag3	6	62.37500000	10.39583333	0.60	0.7269

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Temp	2	52.62500000	26.31250000	1.52	0.2317
Ag3	3	73.56250000	24.52083333	1.42	0.2529
Temp*Ag3	6	62.37500000	10.39583333	0.60	0.7269

SISTEMA SAS

PROCEDIMIENTO DE MODELOS LINEALES GENERALES

PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA GERMINAC

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	36
Error de cuadrado medio	17.27083
Valor crítico del rango estudentizado	3.45675
Diferencia significativa mínima	3.5914

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Temp
A	14.938	16	1(25 °C)
A	13.750	16	3 (30 °C)
A	12.375	16	2(40 °C)

SISTEMA SAS

PROCEDIMIENTO DE MODELOS LINEALES GENERALES

PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA GERMINAC

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	36
Error de cuadrado medio	17.27083
Valor crítico del rango estudentizado	3.80880
Diferencia significativa mínima	4.5693

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Ag3
A	14.750	12	1(100ppm)
A	14.333	12	3 (200ppm)
A	14.083	12	2 (300ppm)
A	11.583	12	4 (0ppm)

**Anexo 8. Constancia de identificación de la muestra botánica
Tabebuia Chrysantha (Jacq.) G.Nicholson (Guayacán).**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Sede Jaén



LABORATORIO DE DENDROLOGÍA

El que suscribe, responsable del Laboratorio de Dendrología de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén, deja:

CONSTANCIA


Que, la Srta. **Cinthia Liliana Meza Ugaz**, solicitó la identificación de muestra botánica al Laboratorio de Dendrología, proveniente del caserío El Mirador, distrito de Jaén, se detalla:

<u>Nº</u>	<u>Género/especie</u>	<u>Familia</u>	<u>Nombre común</u>
01	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	(Bignoniaceae)	Guayacán

Se expide la presente a solicitud de la interesada para los fines que estime por conveniente.

Jaén, 06 de Abril de 2016.




Ing. Leiver Flores Flores
Responsable Lab. Dendrología
UNC – Sede Jaén

C.c.
Constancia N° 02-2016
LFF

Anexo 9. Tríptico informativo.

INTRODUCCIÓN

En los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) del marañón se encuentra una gran cantidad de especies forestales endémicas y de importancia comercial, muchos de ellos se encuentran amenazadas por la tala indiscriminada, tal es el caso de la especie guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson). Las poblaciones de guayacán existentes hasta la actualidad, perduran en su hábitat debido a su capacidad de rebrote que ofrece (de tres y diez rebrotes que no superan los 10 cm de diámetro (Marcelo 2007).

Debido a que su explotación se ha hecho sin ninguna base técnica y obedeciendo únicamente a las necesidades apremiantes de los moradores de la zona, esta especie forestal ha ido en decadencia, tanto en cantidad como en calidad, es necesario emprender acciones para su conservación y mejoramiento, no hay disponibilidad de información sobre técnicas de propagación de guayacán, es de vital importancia que se genere conocimientos para preservar la especie.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del ácido giberélico y las variaciones de temperatura como tratamientos pre germinativos en la propagación sexual de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la concentración más adecuada de ácido giberélico (GA3) para obtener mayor porcentaje de germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).
- Evaluar el efecto de la temperatura más adecuada para obtener mayor porcentaje de germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).
- Evaluar el efecto de la interacción de ácido giberélico y las variaciones de temperatura en la germinación de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson).

METODOLOGÍA

1. Descripción del área de investigación

Se realizó en la jurisdicción del caserío El Mirador, de la provincia de Jaén región Cajamarca a una altitud de 1317 msnm, el análisis de calidad de las semillas en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén y el trabajo experimental se realizó en el Vivero Municipal "Manuela Díaz Estela" de la ciudad de Jaén, a una altitud de 729 msnm .

2. Selección e identificación de arboles

Se seleccionaron 5 árboles para la recolección de frutos y se tomaron datos de campo como: Coordenadas UTM Este, Coordenadas UTM Norte, altitud (msnm), CAP (m), DAP (m), altura (m), luego se realizó la recolección de los frutos teniendo en cuenta la madurez fisiológica de los individuos seleccionados.

3. Prueba de evaluación de las semillas

Pureza :Para determinar el porcentaje de pureza, se dividió en dos sub muestras de pesos similares (500 gramos cada uno). **Peso y número de semillas por kg**: Se realizó de cuatro muestras de 100 semillas cada una; para obtener el peso y número de semillas por kilogramo. **Contenido de humedad**: Se determinó empleando dos muestras de 50 gramos cada una, tomadas del análisis de pureza.

4. Propagación sexual a nivel de vivero

Para los tratamientos pre germinativos se usó la inmersión de las semillas a baño maría regulando la temperatura primero a 25 °C, 30 °C y 40 °C respectivamente, luego sobre ella se colocó el matraz conteniendo agua con las diferentes concentraciones de ácido giberélico: 100 ppm/l, 200 ppm/l, 300 ppm/400 ppm/l y 0 ppm/l .Este procedimiento se hizo por un tiempo de 30 minutos cada uno. Y el testigo que fueron utilizadas para comparar con los demás tratamientos pre germinativos. Para el análisis estadístico se aplicó un diseño factorial con arreglo combinatorio con 04 repeticiones ,20 semillas por unidad experimental y 960 semillas para todo el ensayo. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: Porcentaje de germinación (PG%), energía germinativa (EG%) y el valor de germinación (VG).

Los datos que se obtuvieron en la prueba de germinación, se sometieron a un Análisis de Normalidad de Shapiro Wilk, con el propósito de comprobar que los datos se distribuyen normalmente. Se realizó un análisis de varianza simple ANVA con un nivel de significancia de 0.05 y para determinar los tratamientos que fueron significativamente diferentes entre sí se aplicó la Prueba de Tukey.

RESULTADOS

Pruebas de evaluación de calidad de las semillas.

Cuadro 01. Análisis de pureza y el peso y número de semillas por kg.

Pureza	Peso y N° semillas por Kg
73.85%	Peso :13.89 gramos. N° de semillas: 1g:72 semillas /1 kg : 71,994 semillas

Cuadro 02. Contenido de humedad.

	Cantidad	Descripción
C.H	8%	Ortodoxas (menor a 40%).

Análisis y evaluación de los parámetros germinativos en vivero.

Porcentaje de germinación :El porcentaje de germinación del mayor porcentaje de germinación se obtuvo del T3 (T 25 °C + 300ppm de ácido giberélico) con un resultado del 95% de germinación y el de menor germinación con un 57.50 % de germinación para el T8 (T 30 °C + 0 ppm de ácido giberélico).

Cuadro 03 .Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de Inmersión en Agua (T °C).

Orden de repeto	Niveles de inmersión en agua (T °C)	Medio	Grupo Tukey (Significación)
I	a1) 25 °C	14.94%	A
II	a2) 30 °C	13.75%	A
III	a3) 40 °C	12.38%	A

Por lo tanto para el factor Inmersión en agua a temperaturas (A) se deduce que la temperatura a1: 25 °C con un promedio de 14.94 de semillas germinadas es igual estadísticamente con la temperatura del agua a2 (30 °C) y a3 (40 °C) que representan el 13.75 y el 12.38 en promedio de semillas germinadas respectivamente.

Cuadro 04 .Prueba de Tukey para la comparación entre niveles de dosis de Ácido Giberélico (AG3 ppm.)

Orden de mérito	Niveles de Ácido Giberélico (AG3 ppm)	Medio	Grupo Tukey (Significación)
I	(b1) 100ppm	14.75	A
II	(b2) 200ppm	14.33	A
III	(b3) 300ppm	14.08	A
IV	(b4) 0ppm	11.58	A

Se observa que para los niveles del factor Dosis de Ácido Giberélico (B) al comparar se deduce que el nivel de dosis de AG3 ppm b1: 100ppm con 14.75 de semillas en promedio germinadas, son estadísticamente iguales a los niveles b2 (200pp), b3(300ppm) y b4(0ppm) con promedios de 14.03, 14.08 y 11.58 en promedio de semillas germinadas.

Energía germinativa: Los promedios numéricamente van desde 31.25% que resultó del T9 (T 40 °C + 100 ppm de ácido giberélico), presenta la menor energía germinativa y 68.75%. que resulta del T3 (T 25 °C + 300ppm, presenta la mayor energía germinativa.

Valor de la germinación: Se obtuvieron valores máximos entre 11.76 y 10.5 correspondientes a los tratamientos de interacción de T40 °C con dosis de AG3 a 100 ppm y testigo control con dosis de AG3 a 100 ppm respectivamente. El bajo valor de germinación 3.57, resultó del tratamiento de interacción de T30 °C con dosis de AG3 a 0ppm.

CONCLUSIONES

-El peso promedio para 1000 semillas guayacán, es de 13.89 g, en un gramo existen 72 semillas. La proyección de cálculos para un kilogramo de semillas es de 71,994 unidades; esto demuestra que el guayacán es una especie con semillas muy livianas, facilitando su dispersión muy fácilmente; el contenido de humedad de las semillas es de 8 %, (ortodoxas, menor 40 %), aptas para almacenar por un largo periodo de tiempo.

-Las semillas de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson "Guayacán", sometidas al tratamiento con Ácido Giberélico a niveles de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm y 0 ppm, y a la Inmersión de semillas en agua a diferentes Temperaturas a niveles de 25 °C, 30 °C y 40 °C, reportaron efectos igual estadísticamente según análisis estadístico del ensayo.

-A nivel de vivero la germinación de la especie, fue muy rápida ya que tanto los tratamientos pregerminativos aplicados como el testigo ayudaron en la germinación, alcanzando un alto porcentaje de germinación del 95.00%, por lo que se deduce que para sembrar la especie no es necesario utilizar tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo los resultados fueron satisfactorios de un 92.50% de germinación.

BIBLIOGRAFIA

Arriagada, V. 2007. Semillas. Inspección, análisis, tratamiento y legislación. Universidad Católica de Chile. Consultado: 25 Noviembre, 2014. Disponible en <http://webica.uca.ac.cr/bibliotecas/replica/BV/.../XL2000600205.PDF>.

Killeen, T; E. García; SG. Beck. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Publicado por Herbario Nacional de Bolivia Missouri Botanical Garden. Impresores Quipus S.R.L., La Paz, Bolivia. Depósito Legat: 4-1-693-93. 958 p.

Reynel Y., Pennington R., Pennington, R. T., Flores, C. y Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos. Ed. 1. Edit. Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima - Perú. 536 p.



EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO Y LA TEMPERATURA EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE GUAYACÁN (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson)

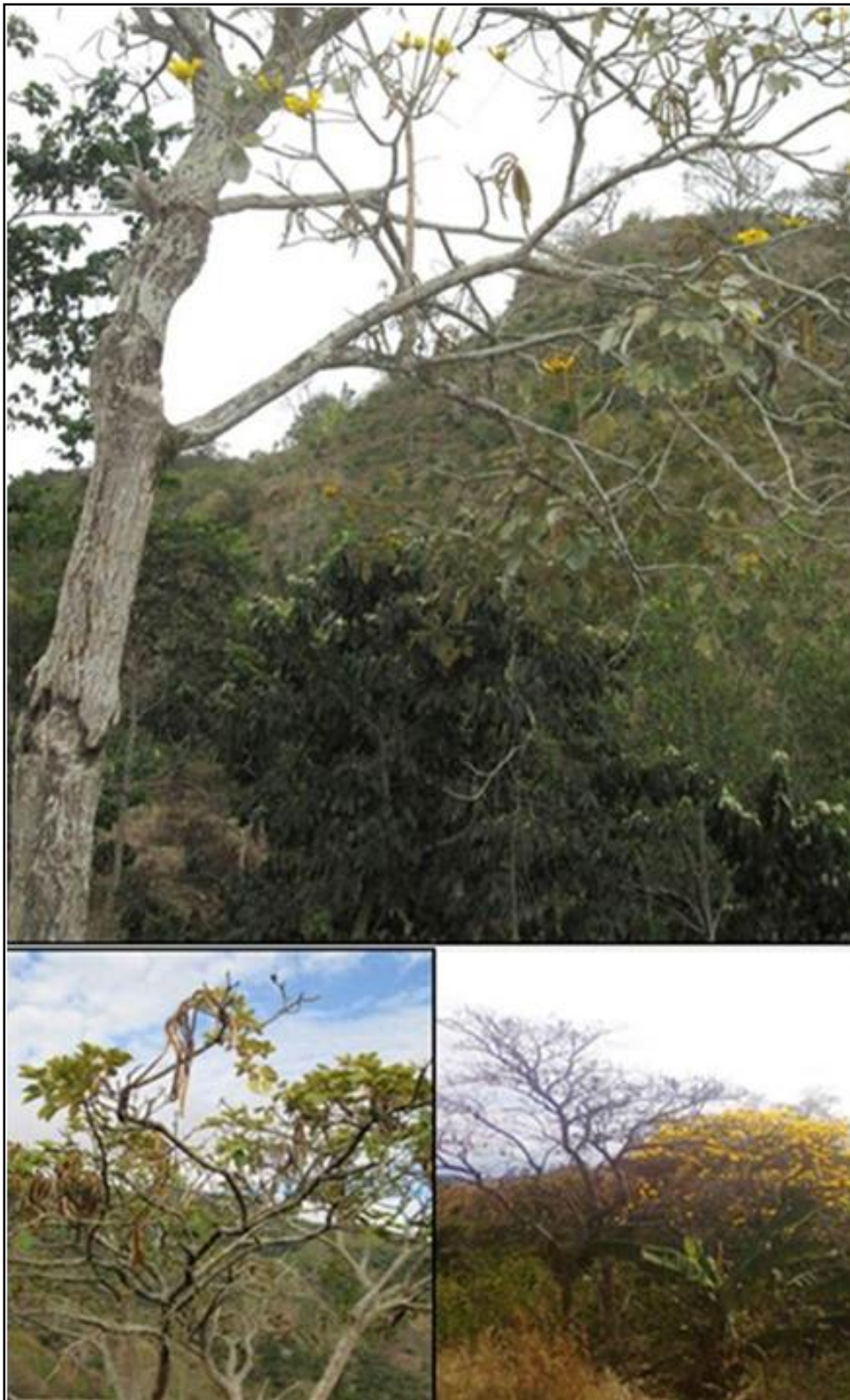


AUTORA:
Cynthia Liliana Meza Ugaz.
Bach. Ing. Forestal.

ASESORA: *McbIga. M.C.*
Marcela Arteaga Cuba

Jaén-Perú

Anexo 10. Características del fuste, copa del guayacán.



Anexo 11. Panel fotográfico



Foto 1. Georreferenciación de árboles seleccionados



Foto 2. Medición del CAP de los semilleros



Foto 3. Recolección de vainas de guayacán



Foto 4. Frutos secos en laboratorio



Foto 5. Extracción de semillas con pinza



Foto 6. Semillas limpias



Foto 7. Medición longitudinal de la semilla



Foto 8. Semillas en estufa



Foto 9. Análisis de humedad



Foto 10. Análisis ocular con microscopio



Foto 11. Semillas en inmersión en agua



Foto 12. Semillas en termostato



Foto 13. Semillas retiradas del termostato



Foto 14. Extrayendo el agua del matraz



Foto 15. Semillas en ácido giberélico



Foto 16. Semillas con tratamientos definitivos



Foto 17. Semillas listas para transportar al vivero y sembrarlas

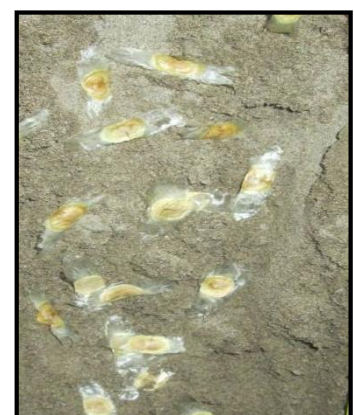


Foto 18. Siembra al voleo por tratamiento



Foto 19. Nivelación de la cama almaciguera



Foto 20. División de las unidades para los tratamientos



Foto 21. Construcción del tinglado del germinador



Foto 22. Vista externa del germinador

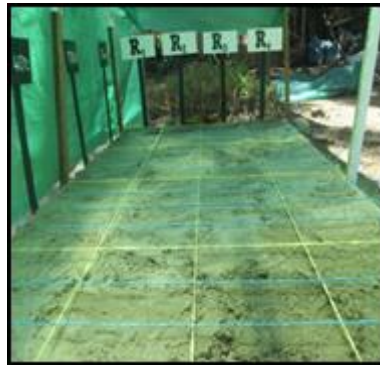


Foto 23. Anivelado con paja rafia para los separadores

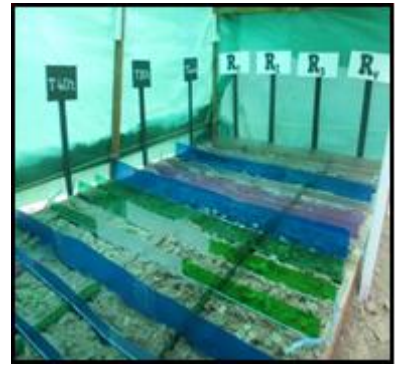


Foto 24. Instalación de tratamientos por repetición



Foto 25. Evaluación de plantones

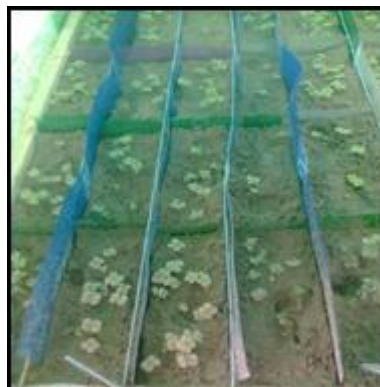


Foto 26. Plantones separados por tratamientos



Foto 27. Plantones de guayacán al mes