

CAPITULO I
REVISION BIBLIOGRAFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA

Teca (*Tectona grandis* Linn F.)

Fonseca (2004) menciona que, las plántulas de la Teca son usadas en Sistemas Agroforestales combinándola con cultivos anuales (arroz, maíz, soya, jengibre), árboles frutales (mango, papaya, guayaba, banano) y especies arbóreas de uso múltiple y de crecimiento rápido (mara, palo rosa).

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Fonseca (2004), la Teca se clasifica de la siguiente manera:

ORDEN: Lamiales

FAMILIA: Lamiaceae (Verbenaceae)

GÉNERO: *Tectona*

ESPECIE: *Grandis*

NOMBRE CIENTÍFICO: *Tectona grandis* L. F.

NOMBRE COMÚN: Teca, Sagun (India), Teck (Francia, Inglaterra y

Holanda), Kyun (Birmania), Jati (Indonesia).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Se indica que, *Tectona grandis* es un árbol de hoja caduca de gran tamaño con una copa redondeada, cuando crece en condiciones favorables tiene un fuste cilíndrico alto y limpio de más de 25 m. A menudo en la base del árbol aparecen contrafuertes (ensanchamientos en la base producidos por una hinchazón exagerada de las raíces) y a veces es acanalado (presenta depresiones y abultamientos irregulares en el fuste). Según FAO Unasylva (2000

Teca (*Tectona grandis*), en su lugar de origen el árbol grande, deciduo, puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de diámetro. En América Central alcanza alturas superiores a los 30 m (Chaves, 1991).

El mismo autor menciona que, es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y delgada (12 mm), fisurada, de color café claro que se desprende en placas grandes y delgadas; sin olor o sabor característico. Los árboles generalmente presentan dominancia apical, que se pierde con la madurez o cuando florece a temprana edad dando una copa más amplia con ramas numerosas.

2.1.3 TALLO

En los bosques naturales son de fuste recto y elevado, de forma cilíndrica. La corteza en su parte exterior es de color castaño claro, escamosa, agrietada y tiene un grosor de 1 a 1.5 centímetros; en su interior es de color blanquecino. Las ramas tiernas cortadas de manera transversal, presentan una sección de forma cuadrangular.

Su sistema radical es amplio con una raíz principal profunda.

2.1.4. HOJAS

Las hojas son simples opuestas, grandes, de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho, con peciolo gruesos (Fonseca, 2004).

Chaves (1991) señala que, los limbos son membranáceos o subcoriáceos, nervios prominentes en ambas caras.

2.1.5. INFLORESCENCIA

Fonseca (2004) menciona que, las inflorescencias se encuentran en panículas erectas terminales de 40 cm de largo hasta 1.0 m de largo.

Pedicelos de 1 a 4 mm de largo. Brácteas grandes foliáceas. Bractéolas numerosas lineal – lanceoladas (Chaves, 1991).

2.1.6. FLORES

Fonseca (2004) señala que, el cáliz es campanulado, de color amarillo verdoso, de borde dentado, los pétalos se juntan formando un tubo corto, 5 o 6 estambres insertados debajo del tubo de la corola, anteras amarillas, ovadas y oblongas. Estilo blanco amarillento más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento bífido, ovario ovado o cónico densamente pubescente con cuatro celdas.

2.1.7. FRUTO

Fonseca (2004) establece que, el fruto es subgloboso más o menos tetrágono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnoso cuando fresco y tomentoso; endocarpo Grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente una o dos semillas de 5 mm de largo.

3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La *Tectona grandis* L. f. "teca", es inicialmente originario de las Indias Orientales, específicas en la India, Malasia, y Myanmar, entre otras regiones del Sureste de Asia; en la actualidad existen plantaciones en muchos países de América como el Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. Según CHAVES y FONSECA (1991),

La *Tectona grandis* L. f. "Teca", es una de las especies forestales mejor conocidas del mundo tropical. Su madera es extremadamente valiosa, alcanza precios superiores al doble de los de la caoba (*Swieteniamacrophylla*). En condiciones apropiadas su crecimiento puede ser excelente constituyéndose en una de las especies que probablemente tendrá una figuración prominente en el futuro de los programas de plantaciones. La Teca ha sido introducida en varias islas del Caribe, las primeras plantaciones datan desde hace 70 años, y su origen parece haber sido de India y Birmania (SARANGO, 2011).

Esta especie es de crecimiento rápido crece normalmente en áreas cuya precipitación varía entre 1500 a 2500 mm, a veces 1300 a 1800 mm, con un periodo seco superior a 3 meses. Estas experiencias obtenidas en ensayos realizados demostraron que colocando las semillas en una cama de vivero durante 10 días y procediendo luego a tratarlas con agua natural renovable a la temperatura natural durante 48 horas y posteriormente a sembrarla en las platabandas, se obtuvo un 70 % de germinación en un tiempo de hasta 30 días; los frutos de la teca contienen cada uno hasta 4 semillas y son sembrados en las platabandas a intervalos de 15 x 15 cm y a una profundidad de 2

cm. Siendo aconsejable a una profundidad ligeramente mayor al diámetro de la semilla (SARANGO, 2011).

Con la finalidad de conseguir plantas uniformes de aproximadamente 60 cm de alto, capaz de producir un material vegetativo que garantice la plantación, es necesario realizar podas. Por lo general, las plantas que germinan primero, crecen con rapidez dificultando el desarrollo de las que germinan posteriormente (SARANGO, 2011).

En la actualidad las zonas de plantación de teca son escasas y se encuentran ubicados en los Yungas tropicales de Bolivia a 450 y 1300 m.s.n.m., en las regiones de mayor humedad y calor atmosférica durante todo el año: Norte de La Paz, Beni, Cochabamba y Santa Cruz, las cuales cuentan con condiciones climáticas parecidas a los países de origen. BASFOR (2007) citado por Quenallata (2008)

3.2. CUALIDADES DE LA MADERA

La albura es amarillenta blanquizca, o pálida, el duramen es de color verde oliva, moreno o dorado, con vetas más oscuras, al cortarse se torna café oscuro. La madera es moderadamente dura, pesada, con mucha resistencia y presenta anillos de crecimiento (Fonseca, 2004).

El mismo autor indica que la madera adulta tiene un aceite natural antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de insectos y hongos.

3.3. USOS

La madera posee una albura angosta, de tonalidad clara y bien delimitada del durámen. Este último es color marrón intenso y brillante. La densidad media es de 0.64 g/cm³. El olor de la madera fresca es parecido al cuero. La Teca una de las mejores y más bellas maderas que existen, de excelente calidad, extraordinaria durabilidad natural y resistente al ataque de insectos y de hongos. Por naturaleza es resistente a las termitas, pero es relativamente susceptible a las brocas marinas (Lamprecht, 1990).

El mismo autor señala que, la madera de Teca es considerada, justificadamente, como la mejor para la construcción de embarcaciones, es extraordinariamente adecuada para la construcción terrestre y acuática, así para acabados de interiores y mueblería de lujo.

La madera contiene un aceite que impide la oxidación de los clavos. Es una materia prima muy apreciada por la industria de chapas y de madera terciada.

3.4. PLAGAS Y PATÓGENOS FORESTALES

Fonseca (2004) señala que, la Teca (*Tectona grandis*Linn. F.) se encuentra relativamente libre de plagas y enfermedades y es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos.

Méndez y Cárdenas (2009) explican que, el damping-off (tumbamiento) es una de las principales enfermedades que ataca a las plantas generalmente en la fase de germinación y crecimiento inicial, es una enfermedad causada por hongos (*Fusarium s.p.*, *Pythiums.p.*, *Rhizoctonias.p.*), que provoca el oscurecimiento y daño a nivel del cuello de la plantas que se doblan y mueren. Esta enfermedad es la más común en el vivero a causa del exceso de humedad.

3.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS FORESTALES

Las semillas forestales son el órgano de propagación dominante es muy especializado y para su estudio se debe tomar en cuenta distintos factores la semilla es el medio a través del cual la gran mayoría de los árboles se propagan de una generación a otra.

La reproducción sexual implica una completa serie de procesos biológicos que se desarrolla de la siguiente manera: floración, polinización, fertilizantes y finalmente la formación de las semillas, la floración varía entre los órganos más juveniles y los maduros las especies presentan un periodo juvenil de inmadurez sexual varia dentro de la madurez. Tipo de polinización: auto polinización dentro de la misma flor o polinización cruzada entre flores distintas aunque sea de la misma planta. Desarrollo de embrión: después de la fecundación empieza el desarrollo del embrión puede tardar entre 1 a 2 años algunas semillas necesitan post maduración y es traficación en frio y otras recogerlas antes que maduren.

3.5.1. ESTRUCTURA DE LAS SEMILLAS

Se pueden observar diferentes partes de una semilla el embrión tiene su núcleo generativo del grano del polen con la ovocélula que se encuentran en el caso embrionario las células diploide, resultantes de la fecundación comienza con una primera mitosis que dará dos células la célula más interna será la responsable de formar el embrión, la más externas y por diversas divisiones mitóticas, siempre transversales forma una estructura denominada suspensor que tiene como misión unir el embrión a los otros tejidos del rudimento embrionario.

Endospermo secundario: procede de la función de un núcleo generativo con los dos núcleos centrales del saco embrionario, formado por tejido triploide esto ocurre en las angiospermas. Para el caso de las de las gimnospermas el tejido nutritivo es haploide y se denomina endospermos primario, el endospermo es un tejido de reserva que proporciona nutrientes al embrión y durante las primeras fases del desarrollo de la planta pero en algunas especies tienen un tejido de reservas adicional formado por células de la nucelula, parte del rudimento seminal y que forma el denominado perispermo, por lo tanto tendríamos tejido formado por perispermo y endospermo, en cualquier de los casos las células nutricias almacenan grano de almidón y proteínas que pueden formar gránulos amorfos llamados glútenes o complejos proteicos cristalizados llamados granos de aleurona.

Cubiertas protectoras: estas envueltas de las semillas se originan principalmente a partir del tegumento interno y externo del rudimento seminal que se convertirá en el tegmen y la testa de la semilla, respectivamente conjuntamente se denomina espispermo o cubierta seminal.

3.5.2. CALIDAD DE LAS SEMILLAS

Es de mucha importancia contar con la información confiable sobre la calidad de la semilla para operaciones tales como, planeación de la recolección, procedimientos para el procesamiento y monitoreo de la calidad del producto, comercialización almacenamiento y siembra por lo cual se necesita métodos de análisis confiables, para asegurar resultados uniformes y replicas, en el análisis de las semillas

forestales las pruebas mínimas incluyen contenido de humedad, pureza, peso de semilla y porcentaje de germinación debido a que la información será requerida para el usuario (ISTA, 1993).

3.5.3. PROPIEDADES INTERNAS DE LA SEMILLA

Jara (1996) menciona que, la germinación es el proceso que termina con la emergencia y crecimiento de la raíz embrionaria (radícula).

Cruz (2007) señala que, la germinación es un proceso que comienza con la rehidratación de los distintos tejidos de la semilla y termina con el inicio del crecimiento de la radícula. Entre los factores que afectan la germinación se tiene a la humedad (rehidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla), oxígeno (respiración aerobia, embrión) y temperatura (actividad enzimática). La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables. Con la desecación de la semilla está asociada una reducción de la actividad metabólica, de manera que el embrión se encuentra temporalmente en un estado de reposo o inactividad, que en las semillas no durmientes puede reactivarse fácilmente mediante las condiciones adecuadas (Willan, 1991). El mismo autor menciona que, en la mayoría de las semillas la radícula del embrión está cerca del micrópilo, por donde el agua se absorbe con más facilidad y rapidez que atravesando la cubierta seminal. A medida que la radícula se hincha, ejerce una presión sobre la cubierta, que normalmente se abre por vez primera en este punto para liberar la radícula. Esta da lugar a la raíz primaria, que penetra en el suelo y produce pronto raíces laterales. Las fases siguientes dependen de si la especie presenta germinación epigea, el hipocotilo se alarga y los cotiledones se elevan por encima del suelo; germinación hipogea, no se desarrolla el hipocotilo, y los cotiledones se quedan sobre el suelo o enterrados en él (Willan, 1991).

3.6. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Para Acuña (2000) citado por Poblete (2007) señala que, los tratamientos para eliminar la latencia son: Estratificación, escarificación, lixiviación, combinación de tratamientos, hormonas y otros estimulantes químicos.

Varela y Arana (2011) mencionan que, los tratamientos pregerminativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello. El tratamiento de semillas antes de la siembra es necesario para semillas con reposo vegetativo interno que puede retrasar la germinación por meses o años. (Arnold, 1996)

La germinación irregular y retrasada es desastrosa para los viveros, porque las plantas deben alcanzar tamaño uniforme para la plantación en fechas específicas. El propósito de tratamientos previos es abreviar el reposo vegetativo para obtener una germinación más uniforme (Ruiz, 2002).

Beneficios de los Tratamientos:

- Estimulan la germinación
- Rompen la latencia física o fisiológica
- Producen plantas homogéneas en menos tiempo
- Reduce costos evita riesgos
- Evita la pérdida de semillas

Clases de tratamientos

- Mecánicos/físicos
- Tratamientos con agua
- Químicos
- Tratamientos hormonales
- Combinación de tratamientos

Tratamientos con agua

Remojo de la semilla en agua a temperatura ambiente en un recipiente se colocan las semillas, con agua suficiente para cubrirlas, se remoja un tiempo determinado, dependiendo de las características de la semilla normalmente de 24 a 48 horas y se colocan a germinar. Con los tratamientos con agua se produce una penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla y se activan los procesos de germinación, después de aplicar el tratamiento se debe separar las semillas hinchadas y repetir con las restantes, las semillas hinchadas deben sembrarse inmediatamente. (FOSEFOR, 2002).

3.6.1 TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Se trata de debilitar o alterar la permeabilidad de la cubierta de la semilla usando ácidos, en la naturaleza es cuando los animales comen los frutos mediante los jugos gástricos desgastan las cáscaras de la semilla dejándoles en condiciones de germinar al momento de ser defecado si la producción de plantas en viveros es grande se usan ácidos diferentes concentraciones como el clorhídrico nítrico o sulfúrico u otras sustancias. (COLOMBIA-SEO, 2011)

3.6.2. TRATAMIENTOS HORMONALES

Estimulan mediante la aplicación externa, los procesos bioquímicos que dan origen a la germinación cuando se aplica el ácido giberico (giberelina) también han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas es necesario tener en cuenta la concentración y dosis recomendada para cada especie y en especial si la cubierta de semilla es impermeable, es necesario realizar algunos de los tratamientos antes descritos para garantizar la penetración. (COLOMBIA-SEO, 2011).

3.6.3. COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS

En ocasiones el uso de los tratamientos simultáneos mejora la germinación normalmente la combinación ideal es con agua antes de la siembra, dado que la inhibición es un proceso que de todas maneras tiene que sufrir la semilla durante la germinación en el vivero con agua de riego al introducirla previamente inhabilidad se gana tiempo y es más factible éxito (COLOMBIA-SEO, 2011)

3.6.4. LIXIVIACIÓN

Fossati y Olivera (1996) explican que, el método más simple para ayudar a germinar a las semillas es remojarlas en agua limpia por 24 o 48 horas y bajo techo (sombra). Una vez terminado este proceso, se pueden sembrar las que se han hinchado directamente en bolsas de polietileno. Varela y Arana (2011) mencionan que, las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 horas, y en algunos casos cambiándoles el agua con cierta frecuencia; habitualmente el remojo se efectúa en agua a temperatura ambiente. Este tratamiento en húmedo combinan a veces dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos (Willan, 1991).

Mérola y Díaz (2012) mencionan que, las semillas pueden contener varias sustancias químicas que impiden la germinación y que reciben el nombre de inhibidores. Entre estos se mencionan la lactona, cumarina y sus derivados; amoníaco, ácido cianhídrico, aceites esenciales, glucósidos, etc.

3.6.5. ESCARIFICACIÓN (LIJADO)

El escarificado (lijado) es un Tratamiento mecánico rudimentario pero muy efectivo, el cual se aplica a todas aquellas semillas de testa o cáscara dura e impermeable la cual dificulta el desarrollo y nacimiento del embrión, como sucede con la semilla de Teca (*Tectona grandis*) y muchas otras especies más.(Willan, 1991).

Este tratamiento consiste simplemente de tomar cada semilla y lijarla en uno o varios sectores de la testa hasta exponer los suaves tejidos internos de color blanco, con lo cual la humedad penetrará hasta el embrión permitiéndole desarrollarse y romper fácilmente el resto de la cáscara. Fossati y Olivera (1996).

3.6.6. ESTRATIFICACIÓN

La estratificación es un método que consiste en colocar las semillas en capas que alternan con otras de un medio que conserva la humedad, como arena, turba o vermiculita (Willan, 1991). Varela y Arana (2011) señalan que, en el caso de la estratificación cálida, esta se basa en la necesidad de las semillas de estar sometidas a altas temperaturas para poder germinar. En este caso la temperatura empleada oscila entre 22°C y 33°C. Fossati y Olivera (1996) manifiestan que, en este método es muy importante el mantener la humedad de la arenilla siempre alta, lo que significa que se debe regar dos veces por semana. Las semillas deben permanecer en la caja o bandeja de estratificación por un periodo no mayor a 10 días. Una vez terminado el plazo las semillas hinchadas serán sembradas directamente en bolsas de polietileno y las demás serán desechadas. Solórzano (2005) menciona que, la caja o bandeja de estratificación debe estar en un lugar con sombra. Las semillas se las retira una vez que aparezca el punto blanco del tallito. Esto puede suceder de varias semanas o meses según la especie.

3.6.7. VIABILIDAD

Para una población o lote de semillas, la viabilidad es la fracción de semillas que están vivas, por ejemplo, aquellas en las que se dan los procesos metabólicos, aunque en forma lenta. Algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar el desarrollo, pero esto se debe evitar (Jara, 1996).

3.6.8. CAPACIDAD GERMINATIVA

La prueba de la germinación nos da el total de las semillas de una muestra, capaces de germinar. El tanto por ciento de germinación obtenido es una prueba, sin limitación de tiempo, constituye la capacidad germinativa. Este número depende principalmente de los siguientes factores:

- ✓ La especie
- ✓ La estación del año
- ✓ El individuo

✓ La localidad

La capacidad germinativa varía en las distintas especies. Ciertas condiciones atmosféricas pueden alterar la capacidad germinativa de la semilla. Lluvias copiosas en el momento de la polinización; sequías prolongadas, pueden ocasionar una alta proporción de semillas que no germinan. Los árboles que crecen en el límite de su óptimo climático o bajo condiciones que no les son favorables pueden producir muchas semillas estériles. En algunos casos distintas partes del árbol producen semillas de distinta capacidad germinativa. Justice (1972) citado por Cosme (2002)

En las especies en que la semilla está protegida por una cubierta permeable de poco espesor la germinación tiene lugar en pocos días y a lo sumo en pocas semanas, como hemos observado en el cedro, la caoba, el roble y el cuajaní. En las especies en la que la semilla está protegida por una cubierta gruesa, córnea o impermeable o que posee la tendencia inherente a descansar, la germinación es más retardada y errática como sucede en la teca, el ateje, la yarúa y la cañandonga. Aun en las especies que germinan más rápidamente, muchas semillas se duermen por algún tiempo, germinando cuando se alteran las condiciones físicas del medio en que habían sido colocadas. Justice (1972) citado por Cosme (2002)

3.6.9. ENERGÍA GERMINATIVA

La experiencia ha demostrado que este número es mucho mayor que el tanto por ciento de plantas obtenido en definitiva, pues no todas las semillas que germinan, tienen la suficiente vitabilidad para ser plantas útiles. Algunas semillas, aun bajo las condiciones más favorables de calor, aire y humedad, permanecen dormidas y vienen a germinar después de repetidas oscilaciones de la intensidad de estos factores. En el campo y en la almáciga concurren diversos factores adversos, que tienen efectos notables en la proporción de semillas germinadas y de plantas supervivientes. Entonces, para el cálculo de la semilla necesario y su calidad, no empleamos la capacidad germinativa, sino otro factor más aproximado que llamaremos **ENERGIA GERMINATIVA**, esto es, **la proporción de semillas que**

bajo las condiciones más favorables, germinan dentro de un periodo de tiempo definido. Este periodo termina cuando se inicia una rápida y constante disminución en la germinación diaria de las semillas sometidas a prueba. Justice (1972) citado por Cosme (2002)

3.6.10. PERIODO DE ENERGÍA

Justice (1972), citado por Cosme (2002), define a la energía de germinativa como: el porcentaje del número de semillas de una muestra que germinan dentro un determinado periodo de tiempo y en diferentes condiciones hasta llegar al momento de máxima germinación, que generalmente significa el número máximo de germinación de 24 horas.

3.6.11. VALOR UTIL O VALOR REAL.- La energía germinativa es un numero bastante aproximado al que representa el tanto de plantas. Como las semillas recibidas en el vivero casi nunca se encuentran libres de impurezas, se determina la pureza y se introduce este factor en el cálculo de la semilla, acercando los resultados un poco más al número que representa la proporción de plantas. Este es el valor útil que se expresa en la fórmula:

$$\text{Valor útil} = (\text{Pureza} * \text{Energía germinativa}) / 100$$

3.6.12. SANIDAD

Anderson y Leach (1962) mencionan que, el estado sanitario se refiere a la presencia o ausencia de enfermedades, parásitos en las semillas, siendo importante conocer las siguientes causas: Un inóculo transmitido por semillas causa daños a los cultivos y por la dispersión o transporte de las semillas se introduce en nuevas regiones, las enfermedades en orden de importancia se caracterizan por ser: hongos, bacterias, virus nematodos y otros.

3.6.13. PROCESO DE LA GERMINACIÓN

Según Willan (1991), la germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos:

- 1) Absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal.
- 2) Actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento.
- 3) Engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula.

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE GERMINACIÓN

Rodríguez (2000) menciona, los siguientes factores: El agua, luz, temperatura, oxígeno y longevidad de las semillas.

4.1. AGUA

Las moléculas de agua que entran en las semillas secas provocan una fuerza de imbibición considerable, muchas veces suficiente para hacer romper el tegumento. Así en algunas semillas, las limitaciones físicas que la cubierta impone al desarrollo del embrión, se vencen por la rotura de la cubierta, provocada por la fuerza de la imbibición (Rodríguez, 2000).

El mismo autor señala que, en otras especies la cubierta no se rompe a consecuencia de la fuerza de la presión de imbibición, sino que es rota por la presión interna originada por el crecimiento de la radícula o por la digestión enzimática de la cubierta y de otros tejidos que rodean el embrión. Existen semillas que cuando están intactas, son tan impermeables al agua que en ellas no se realiza la imbibición. Estas semillas sólo germinan cuando son escarificadas. Este término se utiliza para indicar cualquier tratamiento mecánico o químico del que resulta el adelgazar o romper el tegumento (Rodríguez, 2000).

4.2. LUZ

Respecto a la germinación las semillas varían considerablemente en cuanto a su respuesta a la luz. Algunas semillas tienen unas necesidades de luz absolutas para germinar, en otras semillas la exposición a la luz actúa como inhibidora de la germinación y en un tercer grupo, la germinación está relacionada con una respuesta fotoperiódica; es decir, con una alternancia de periodos de luz y oscuridad. Todo esto resulta aún más complejo por el hecho de que la temperatura puede interactuar con la luz durante la germinación de muchas semillas (Rodríguez, 2000).

4.3. TEMPERATURA

Rodríguez (2000) señala que, las semillas de cualquier especie germinan dentro de una gama específica de temperatura. En temperaturas superiores o inferiores a los valores límites de esa gama, la germinación no se verifica. De una manera general las semillas de las especies espontáneas de las regiones templadas, germinan a temperaturas más bajas que las semillas de especies nativas de regiones tropicales o subtropicales.

4.4. OXÍGENO

Los tegumentos secos son generalmente menos permeables al oxígeno que los que embebieron agua. Sin embargo la variación de permeabilidad al oxígeno está, de un modo general, asociada a las células muertas del tegumento, es posible que la permeabilidad al oxígeno de las membrana de las célula vivas internas, sea también directa o indirectamente afectada, cuando la semilla embebe agua. La importancia del oxígeno en el proceso de la germinación proviene de su acción en la respiración aeróbica (Rodríguez, 2000).

4.5. LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

La longevidad de las semillas varía de algunas semanas a muchos años, conforme las especies y las condiciones ambientales a que las semillas están sujetas. Las semillas de la mayoría de las plantas cultivadas, tienen una vida relativamente corta en condiciones normales de almacenamiento, permaneciendo vivas, apenas unos tres años (Rodríguez, 2000). El mismo autor menciona que, la longevidad de esta

semilla en muchos casos, puede aumentar francamente, si ellas se mantuvieran en condiciones adecuadas. En otro extremo, hay algunas semillas que se mantienen vivas durante más de cien años.

4.6. TIPOS DE GERMINACIÓN

El proceso de germinación no es uniforme en todas las semillas, existen dos tipos de germinación: germinación epigea e hipogea. Al mismo tiempo hay diferencias entre la germinación de semillas monocotiledóneas y dicotiledóneas, como la familia de las verbenaceae representa a las plantas dicotiledóneas. Rodríguez (1985).

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así podemos distinguir dos tipos diferentes de germinación: epigea e hipogea (ROST, Th.et al.1997).

4.7. GERMINACIÓN EPIGEA

En otras especies, el hipocotilo comienza a crecer rápidamente una vez que la radícula está suficientemente desarrollada. Esto generalmente hace que brote un arco fuera del suelo. El hipocotilo se hace más fuerte y los cotiledones se expanden, se vuelven verdes y comienzan a funcionar como hojas. Durante este tiempo la cubierta de la semilla se cae, poco después el epicotilo comienza a crecer y la plúmula se desarrollará para producir las primeras hojas verdaderas. Si la semilla tiene un endosperma, este es absorbido por los cotiledones durante el crecimiento inicial. (ROST, Th.et al.1997).

En la germinación epigea, tras la sujeción de la planta joven por la radícula se produce un rápido alargamiento del hipocotilo, que se arquea hacia arriba por encima de la superficie del suelo y después se endereza; al mismo tiempo, se hacen visibles los cotiledones y la plúmula, a los que puede estar todavía unida o no la cubierta seminal. Willan (1991)

Después la plúmula se convierte en el tallo primario y las hojas fotosintéticas. Tras la germinación epigea los cotiledones tienen una función de almacenamiento de nutrientes, desempeñando también una valiosa función de fotosíntesis durante las primeras fases de crecimiento del germen. Willan (1991)

4.8. GERMINACIÓN HIPOGEA

En la mayoría de las especies, los cotiledones permanecen sobre o bajo el suelo. El punto de crecimiento (epicotilo) que está sobre los cotiledones comienza a crecer rápidamente formando un brote que termina en hojas rudimentarias (plúmula). La plúmula se dobla hacia atrás mientras que el brote sale del suelo, pero eventualmente se vuelve hacia la luz, y forma las primeras hojas de la plántula. Durante este período, los nutrientes de los cotiledones son absorbidos hasta secarse. Luego la plántula se nutre por si sola mediante la raíz y las hojas verdes con capacidad de fotosíntesis. (ROST, Th. et al. 1997).

En la germinación hipogea, los cotiledones permanecen in situ enterrados o sobre el suelo mientras se produce el alargamiento de la plúmula. En la germinación hipogea los cotiledones tienen únicamente una función de almacenamiento de nutrientes. Willan (1991),

En las plántulas hipogreas, los cotiledones permanecen enterrados, únicamente la plúmula atraviesa el suelo, el hipocotíleo es muy corto, prácticamente nulo. Luego el epicotilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son en este caso, los órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación lo presentan las semillas de los cereales trigo, maíz, cebada, etc. (ROST, Th. et al. 1997).

4.9. LATENCIA

El término “latencia” se refiere a una condición de una semilla viable que impide que ésta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación: temperatura adecuada, humedad y medio ambiente gaseoso. Una semilla viable es la que puede germinar en condiciones favorables, siempre que en su caso se elimine la latencia que pueda estar presente. (Willan, 1991).

La intensidad de la latencia en la semilla varía no solo entre especies, sino también entre árboles de la misma especie. Algunas veces es causada por las condiciones

ambientales prevalecientes durante el desarrollo de la semilla. Un manejo inapropiado puede hacer que entre en este estado. Ciertas especies tienen semillas que germinan inmediatamente después de estar totalmente desarrolladas y maduras. (Willan, 1991).

Las semillas entran en latencia al estar en contacto con el oxígeno y condiciones más secas, ya que desarrollan una cubierta dura que evita la entrada de agua y por consiguiente la germinación. Si las semillas se secan al vacío o en una atmósfera con nitrógeno, la cubierta permanece verde y permeable al agua y germinarán inmediatamente (Jara, 1996).

Se considera que la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula. Mediante la aplicación de tratamientos pregerminativos en vivero es posible disminuir la latencia a un grado mínimo, promoviendo la germinación de la semilla; estos tratamientos varían según la especie. Varela y Arana (2011)

4.9.1. TIPOS DE LATENCIA

Según Willan (1991), la latencia puede ser de varios tipos distintos, y a veces la misma semilla presenta más de un tipo. La clasificación más sencilla distingue entre a) latencia exógena o del pericarpo/cubierta seminal; b) latencia endógena o del embrión, y c) latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión.

4.9.2. LATENCIA EXÓGENA

- Física: Es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpo al agua.
- Química: Es decir, inhibidores en el pericarpo o la cubierta.
- Mecánica: Es decir, resistencia mecánica del pericarpo o la cubierta al crecimiento del embrión.

4.9.3. LATENCIA ENDÓGENA (MORFOLÓGICA)

- Morfológica: Es decir, subdesarrollo del embrión. Latencia endógena (fisiológica)
- Fisiológica: Es decir, mecanismo fisiológico inhibitor que impide la germinación.
- Superficial: Mecanismo inhibitor débil.
- Intermedia: Mecanismo inhibitor intermedio.
- Profunda: Mecanismo inhibitor fuerte.

4.9.4. LATENCIA COMBINADA MORFOFISIOLÓGICA

- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibitor fuerte.
- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibitor fuerte del crecimiento del epicótilo.

4.9.5. LATENCIA COMBINADA EXÓGENA/ENDÓGENA

- Diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpo con latencia fisiológica endógena.

5. CRECIMIENTO DE LOS PLANTINES

Rodríguez (1991) citado por Mamani (2006) define que, el crecimiento vegetativo es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros factores que tienen lugar en una planta, como: la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas. Los procesos fisiológicos se caracterizan por el desarrollo de los órganos de asimilación, como las raíces, tallos y hojas.

5.1. EL VIVERO

El vivero forestal es el sitio donde nacen y se crían las plantas forestales, permaneciendo el tiempo necesario para lograr la altura y el vigor indispensables para llevarlas al sitio definitivo de la forestación (Díaz, s./f.). Huchani y Carvajal (2005) mencionan que, el vivero es una infraestructura adecuada para la producción

y cuidado de plantas desde el almacigado o enraizamiento de estacas hasta el momento de trasplante al lugar definitivo.

5.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción son aquellos métodos que permiten propagar y manejar plántulas forestales en los viveros.

De la adecuada selección del sistema de producción de las plántulas forestales depende la calidad de plantas:

- El costo por planta
- La cantidad de terreno requerida en el vivero
- Costo de la reforestación
- La facilidad de transporte del material
- El desarrollo de los árboles en el campo

5.3. SELECCIÓN DE LA ESPECIE

En el proceso de selección de las especies forestales se toman en cuenta varios aspectos tales como el diagnóstico participativo de la comunidad, el mercado para futuros productos, las características del sitio donde se establecerán los árboles, y requerimientos edafoclimáticos de la especie, el objetivo de la plantación tomando en consideración los criterios ecológicos y económicos de su uso. (FOSEFOR, 2002).

5.4. SELECCIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN

Para la selección deben considerarse: tipo de suelo, vegetación existente superficie disponible y condiciones para mecanizarse. La Teca puede establecerse en plantaciones puras, aunque puede intercalarse con otras especies forestales maderables. Se debe plantar a campo abierto, para que la luz favorezca su desarrollo.

5.5. PLANTAS PRODUCIDAS EN BOLSAS

Este método presenta como ventaja la posibilidad de determinar el tamaño de la bolsa y facilidad para la producción de las plantas de excelente calidad se puede elegir sustratos a emplear y es de fácil control de las plagas y enfermedades durante la producción generalmente, da como resultados altos porcentajes de sobrevivencia en campo. (FOSEFOR 2002).

Las plantas producidas en bolsas tienen las siguientes ventajas:

- Recomendables para especies que no toleran exposición de raíces al aire.
- Tiene mayor prendimiento en el campo definitivo.
- Mayor producción de plántones en menor superficie de vivero.
- Facilita la remoción de plantas.
- Las desventajas son alto costo de producción, transporte y distribución de plantas en el lugar de la plantación, mayor riesgo de enrollamiento y deformación de raíces.

5.6. SELECCIÓN DE PLANTAS

En la selección de los plántones se debe tener cuidado la sanidad, conformación, eliminando aquellos plántones que están enfermos, mal formados, torcidos, con ramificaciones, sin yema terminal, con ataque de plagas, dejando seleccionados para su transporte a campo definitivo, por lo que la calidad de los plántones es un punto determinante para establecer con éxito una plantación en campo definitivo. La calidad del material a plantar es un factor determinante para el éxito de la plantación, la selección es un proceso que empieza en el vivero y llega hasta la plantación. (FOSEFOR 2002).

6. SUSTRATO EN VIVERO FORESTAL

6.1. SUSTRATO

Sustrato es el medio donde germina la semilla, sirve de sostén y alimento a la nueva planta en la primera etapa de su vida (Varela, 2007). 43 Fossati y Olivera (1996) explican que, un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un

vivero, entre los que encontramos: Tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra vegetal. Los mismos autores mencionan que, el sustrato utilizado para el llenado de bolsas debe contener un mayor número de nutrientes y una textura franco limoso a franco arcilloso. En este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta su establecimiento en plantación. Según Bartolomé y Vega (2001) señalan que, el sustrato debe tener las siguientes características concretas:

- Ser el soporte físico de las plantas.
- Tener la alta capacidad de absorción de agua y de rehidratación para disminuir la frecuencia del riego.
- Poseer alta porosidad para suplir el aporte de oxígeno a las raíces y un buen drenaje, evitando así encharcamientos.
- Presentar pH ligeramente ácido, para evitar ataque de hongos y desequilibrios en la absorción de nutrientes por parte de la planta. También deberán tener gran capacidad de retención y cesión de nutrientes, con los que alimentara a la planta.
- Ser ligeros para reducir el esfuerzo de transporte y facilitar el manejo en el cultivo y la plantación.
- Ser estériles, es decir, no contener agentes patógenos que puedan afectar a las plantas o semillas de hierbas anuales o invasivas.
- Tener una textura fibrosa para la formación de cepellones consistentes.

6.2. TIERRA DEL LUGAR

Fossati y Olivera (1996) mencionan que, aquellas tierras ubicadas en sitios sobre los 3.000 m.s.n.m o en zonas húmedas, presentan características de suelos de textura mediana (franco arcillosos) y reacción ácida, semejantes a la tierra negra.

En cambio, aquellos suelos de zonas por debajo de los 3.000 m.s.n.m presentan características desde ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas, con suelos livianos o franco arenosos y suelos semi pesados o franco limosos (estos últimos compuestos de arcillas rojas con pocos nutrientes). Los mismos autores señalan

que, la función de la tierra del lugar es substituir, en forma barata y sencilla, a materiales del sustrato que son difíciles de encontrar. Además le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación.

6.3. LAMA O LIMO

Fossati y Olivera (1996) mencionan que, este material, cuando está húmedo, no se pega ni se rompe fácilmente al contacto de los dedos. Tiene una reacción ligeramente ácida a neutra (pH 6.0 a 7.0), variando de acuerdo a su lugar de origen. Se encuentra en las orillas de los ríos, formando bancos de diferentes tamaños. Su función es la de mantener una estructura adecuada para el crecimiento de las raíces, mantener la humedad y aportar nutrientes en pequeña escala. Son partículas fragmentarias que derivan, en su mayoría de la arena, por lo cual, también predomina el cuarzo. En el limo ya aparecen algunas propiedades de plasticidad, adhesividad y absorción, debido a las películas de arcilla que las recubren (Miranda, 2002).

6.4. ASERRÍN DESCOMPUESTO

Coarite (2000) citado por Mamani (2006) señala que, el aserrín descompuesto tiene la ventaja de facilitar las labores culturales, fácil manipulación para el repique de plántulas. Villachica (1996) citado por Mamani (2006) menciona que, el aserrín descompuesto que da mejor resultado es el originado en maderas rojas, el que aparentemente tiene efecto fungicida o insecticida por los taninos que poseen. Navarro et al. (1995) señalan que, el aserrín puede ser empleado como sustrato de cultivos, con poca intervención en la nutrición de la planta pero con una interesante capacidad de retención hídrica.

6.5. EMBOLSADO

6.5.1. PREPARACIÓN DE LAS BOLSAS

Según Huchani y Carvajal (2005), las bolsas negras deben tener dos huecos en la base para que salga el agua de riego sobrante, evitando así que los plantines mueran.

6.5.2. LLENADO DE LOS CONTENEDORES

Si los contenedores son bolsas de polietileno, deben llenarse hasta que tomen la forma semejante a un cilindro y con sustrato hasta 1 cm antes del borde. Para el llenado, tomar un poco de sustrato, compactarlo (sujetar la bolsita con las manos y golpearla contra el piso), apretar con los dos dedos, y volver a repetir las operaciones hasta la bolsita se llene (Díaz, s./f.).

6.5.3. SIEMBRA

Huchani y Carvajal (2005) señalan que, la profundidad de siembra debe ser la suficiente para que el agua de riego no destape la semilla, no debe ser mayor a dos veces el tamaño de la semilla.

7. CUIDADOS CULTURALES

7.1. RIEGO

Méndez y Cárdenas (2009) señalan que, el riego debe hacerse antes y después de la siembra para obtener un buen crecimiento de los plantines la humedad inicial depende de la cantidad de agua utilizada, por lo que es importante regar uniforme y lentamente.

7.2. DESHIERBE

Méndez y Cárdenas (2009) mencionan que, es un trabajo manual que si no se realiza a tiempo ocasiona graves pérdidas en la producción puesto que las hierbas compiten con las plantas por nutrientes, luz y agua.

7.3. SEMISOMBRA

Méndez y Cárdenas (2009) explican que, la semisombra puede ser alta o baja y se utiliza en la mayoría de los casos para que las especies no reciban directamente la luz del sol, especialmente en la fase inicial y gradualmente se puede controlar su exposición al sol. Cuando existe demasiada sombra las plantas son más altas, delgadas, inclinadas y sus hojas son de color verde oscuro. La semisombra puede ser de hojas de palmera o de tela milimétrica.

Ocasionaría su desecación, por otra parte dándole el exceso de humedad promueve el decaimiento de la germinación por lo que, lo entran el mal de semillero (damping off), y ocasiona también que lo afectan otros patógenos (LUGANO,L. 2001).

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

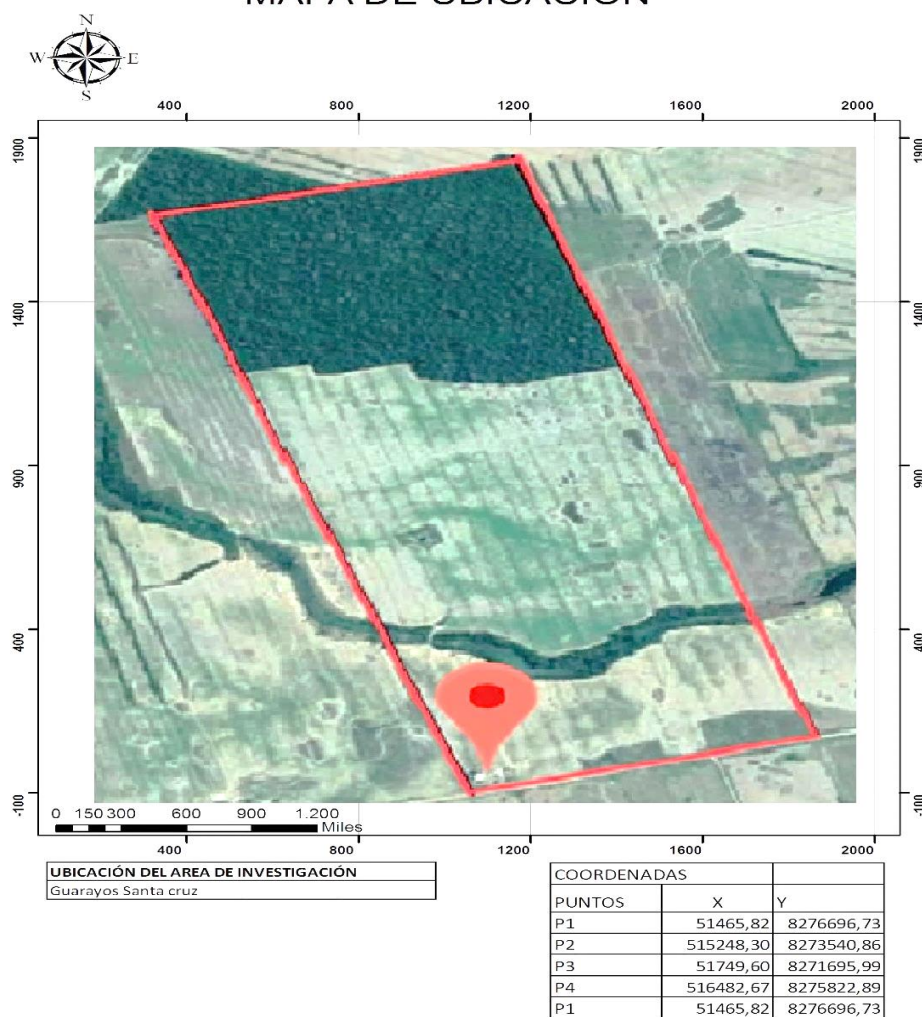
2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1. LOCALIZACIÓN

La ubicación de este trabajo de investigación se sitúa en el Núcleo 49, (Nuevo Amanecer) de la Provincia Guarayos, Sección Tercera perteneciente al municipio de EL PUENTE, Del Departamento De Santa Cruz, dentro de los predios de terreno del Sr. Pánfilo Santos Alejandro y Elena Cáceres García.

MAPA DE UBICACIÓN



Fuente: ELABORACION PROPIA

El acceso a la propiedad, es a través del camino comunal ripiado, colinda al lado izquierdo con la propiedad de la Familia García y la parte de atrás con la propiedad de la Familia Pastrana y al lado derecho con la propiedad de Familia Cruz.

La distancia entre Santa Cruz de la Sierra y El Puente es de 244 km. Por carretera asfaltada (ruta nacional 9), conocido también como la ruta al Beni. (Trinidad)

El camino desde el puente hacia el área de ensayo se encuentra a 58 km. Por camino vecinal ripiado, esta zona se encuentra deforestada debido a la intensa producción agrícola. En la imagen satelital podemos observar que las comunidades están enumeradas y divididas por núcleos.

IMAGEN SATELITAL



Fuente: ELABORACION PROPIA

PROVINCIA GUARAYOS

Núcleo 49, Municipio “EL PUENTE”



Fuente: ÁLVAREZ 2018

Cuadro Climático

Datos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	26.8	26.9	26.4	25.1	23.2	22	22.1	23.5	25.7	26.7	27.1	27
Temperatura min. (°C)	21.9	22.1	21.4	19.3	17.6	16	15.6	16.2	18.6	20.4	21.3	22
Temperatura máx. (°C)	31.7	31.7	31.5	31	28.9	28.1	28.7	30.8	32.8	33	32.9	32.1
Precipitación (mm)	194	162	150	49	73	54	34	40	40	64	124	166

Fuente SENAMHI 2018

2.1.2. CLIMA

El clima se encuentra clasificado como sub húmedo y húmedo mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua en verano con una precipitación acumulada anual de 1260.1 mm, según los registros, tiene una temperatura media anual de 22.6°C. (SENAMHI, 2016).

2.1.3. FISIOGRAFÍA

El Municipio De El Puente tiene una altitud de 257 msnm y se encuentra en el paisaje de las llanuras aluviales formados por sedimentos fluvioacustres transportados por los ríos Blanco, San Julián y sus afluentes.(PLUS 2010)

Según los estudios del plan de uso de suelo (plus 2010), el área se caracteriza por tener dos zonas diferenciadas: por una parte presenta la clasificación correspondiente a las serranías del precámbrico o escudo chiquitano: relieves pronunciados, inceptisoles, oxisoles, baja fertilidad debido a la erosión hídrica, poco profundos. Esta zona se localiza en la parte este del municipio demarcado por el Río San Julián. En el lado norte, sur se extiende una amplia zona plana

caracterizada por ser suelos pertenecientes a llanuras aluviales antiguas.(PLUS 2010)

2.1.4. TOPOGRAFÍA

Las características que presenta el sector, la clasifican como una zona morfo estructural que se encuentra en una enorme serranía semiplana con ondulación que se pierde debajo del aluvión que forma la llanura Beniana con una vegetación variada con predominancia de bosques medianos y frecuentemente con bosques altos de potencial forestal muy alto en la mayoría de su territorio situado en el bloque paleozoico y precámbrico. (PLUS 2010)

2.1.5. SUELOS

2.1.6. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Según el PLUS (plan de uso de suelos) los suelos dentro del escudo cristalino son de profundidad variable; buena permeabilidad, baja capacidad de retención de agua y químicamente con un ph ácido. Su fertilidad natural es baja con deficiencias en Fosforo (P) y Potasio (K).

Las características topográficas que presenta la zona es decir levemente ondulada a plana permiten diferenciar dos zonas muy diferentes:

Las ondulaciones o afloraciones del escudo chiquitano presentan fallas muy corrientes debidas principalmente al mal drenaje, estas deficiencias se debe principalmente al grado de cohesión del suelo que disminuye cuando no existe la cantidad adecuada de vegetación. (PLUS 2010)

Las zonas ribereñas tanto de ríos como lagunas presentan erosión causando inundación y mal drenaje, es decir terrenos bajos que son afectados por las aguas. En el tema específico de la erosión en la red vial de caminos vecinales ya a los centros de producción, se puede apreciar que estos presentan fallas considerables debidas a la inestabilidad de la plataforma, la falla de obras y perfiladas de camino. (PLUS 2010)

2.1.7. FLORA

La vegetación de la zona corresponde al escudo brasileño o cristalino, ha sido muy alterada por la actividad humana, tanto por la explotación de la madera como por la actividad agrícola-ganadera. (PLUS 2010)

Se conforman seis grandes ecosistemas bien diferenciados. Las grandes regiones han generado fauna y flora con sus peculiares formas de vida adaptadas a las condiciones de cada una de ellas.

Primera región.- Está conformada por las provincias Vallegrande, Florida y Caballero. Todo su territorio está atravesado por las últimas estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, entre las cuales se abren valles de distintos tipos y un sinnúmero de quebradas, con pequeños ríos y torrenteras. Presentan bosques montanos húmedos de altura donde se cultiva papa, cebada, trigo, oca, papalisa y algunas frutas exóticas como manzanas, ciruelas y duraznos; bosques seco templados donde predominan las especies xerófitas con abundante presencia de cactáceas y bromeliáceas y fértiles valles con riego donde prosperan las plantaciones de hortalizas.

Segunda región.- La integran las provincias Cordilleranas y la parte sur de Chiquitos, la parte central es una extensa llanura con vegetación xerófita propia del bosque chaqueño y al norte y oriente afloran las serranías de San José y Santiago. El territorio es seco la mayor parte del año, salvo la época de lluvias de diciembre a febrero. La vegetación está adecuada a esas duras condiciones climáticas.

Tercera región.- Es conocida como la Chiquitanía. Ocupa el centro del departamento y está conformada por el norte de las provincias Chiquitos y Ñuflo de Chaves, y parte de la provincia Velasco. La atraviesan varias serranías hasta de mil metros de elevación y escasos y muy distantes ríos de aguas permanentes. Tiene áreas de bosques elevados y palmeras. A esta región pertenece el escudo precámbrico, área de gran potencial para la minería. La vegetación en gran medida es decidua.

Cuarta región.- Comprende el extremo norte y oriente del departamento de Santa Cruz con las provincias: Guarayos, Velasco, Sandóval y Busch. En esta región se encuentra el Parque Nacional "Noel Kempff Mercado", la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro y los pantanos y lagunas que forman el río Itenes.

Quinta región.- Está identificada por los bosques húmedos de las provincias Caballero, Florida e Ichilo, allí se formaron los más grandes y bellos bosques de palmeras, helechos arborescentes y árboles maderables de especies valiosas que se mantuvieron prístinos durante miles de años. Forma parte de esta región la reserva forestal Chore y el Parque Nacional Amboró.

Sexta región.- Esta región está integrada por las provincias Sara, Santisteban, Warnes y Andrés Ibáñez. Su topografía es una inmensa llanura encerrada por la cordillera andina al occidente y el Río Grande al naciente. Al centro, de sur a norte, corre el río Piraí con sus múltiples afluentes. De su antiguo esplendor forestal, sólo quedan dos mil hectáreas de bosque virgen en el cantón Terebinto y que están bajo la amenaza permanente de los "colonizadores". Se conoce la existencia de más de 5.000 especies de plantas superiores. Destacan los bosques de keñua (*Polylepis*), Nogal, Copal, palmas y los helechos gigantes, además se tiene bromelias, pasifloras, heliconias, aráceas y palmeras. También se encuentran especies arbóreas económicamente importantes como la mará (*Swieteniamacrophylla*), cedro (*Cedrelaodorata*), paquíó (*Himaeneacourbaril*), serebo (*Schizolobiumparahiba*) y la goma (*Hevea brasiliensis*), los helechos arbóreos gigantes (*CyatheaAlsophylla*), la caoba americana, la palmera asaí, los pinos de monte (*Podocarpus*), el nogal (*Juglans boliviana*) y se han encontrado más de 200 especies de orquídeas

En los bosques de llanuras aluviales, la vegetación es alta y densa, las especies que se destacan son: Ajo, Coquino, Coco, Gabetillo, Gebio, Guayabochi, Guapomo, Mara, Momoqui, Mapajo, Ocho, Sumuqui, Taborochi y Verdolago.(PLUS 2010)

2.1.8. FAUNA

Las principales especies de fauna silvestre identificadas en la zona son 18, de las cuales las que tienen mayor importancia en la economía de los pobladores son: el Tatú, Jochi Pintao, Jochi Calucha, Anta, Taitetú, Peta, Huaso, Tejón, Peji y Urina. En el ámbito comunal el número de especies existentes se distribuye casi de manera homogénea, ya que existen diferencias abismales, en el número de especies que posee cada comunidad.(PLUS 2010)

2.1.9. ASPECTOS ECONÓMICOS

La población del municipio de El Puente está conformada por Guarayos, Chiquitanos, Mójenos, indígenas Quechuas y Aymaras e inmigrantes blancos o “Caraf”.

La región presenta condiciones climáticas y edáficas con buena aptitud para desarrollar la agricultura y ganadería. Se encuentra ubicada en las Provincias Ichilo, Sara, Obispo Santistevan, Warnes, Andrés Ibáñez, Chiquitos, Ñuflo de Chávez, Guarayos, y Germán Busch y una pequeña extensión en los valles de Masicurí en la provincia Valle Grande. (PLUS 2010)

El uso Agrícola Intensivo, presenta un 11% de tierras que han sido transformadas, un 32% Bosque poco degradado o casi intacto a Bosque medianamente degradado en tanto que un 46% son bosques medianamente degradados a muy degradados.(PLUS 2010)

Existe también la producción agrícola y ganadera de subsistencia y se desarrolla bajo condiciones técnico-productivas heredadas de la época de las misiones jesuíticas y franciscanas, el corte y la quema para la habilitación de terrenos de cultivo es una práctica extendida. Los cultivos más sembrados son: Soya, Arroz, Girasol, Maíz, Sorgo, Yuca, Plátano y algunos cítricos. La producción pecuaria es la segunda actividad en importancia, desarrollada bajo condiciones tradicionales y modernas al igual que la agricultura.(PLUS 2010)

2.2. MATERIAL BIOLÓGICO

- ✓ Semillas de “TECA” (*Tectona Grandis Linn F.*)

Porcentaje de sustrato a utilizar

- ✓ 50% tierra del lugar,
- ✓ 30% de arena
- ✓ 20% de aserrín descompuesto

2.2.1. EQUIPOS

- ✓ Cámara
- ✓ Computadora
- ✓ Calculadora Casio fx-350 ES PLUS
- ✓ Gps garmin etrex 30

2.2.2. HERRAMIENTAS DE CAMPO

- ✓ Pala
- ✓ Guantes
- ✓ Tamizador
- ✓ Regla de 30 cm.
- ✓ Pie de rey
- ✓ Bolsas para la siembra 20x25
- ✓ Planillas de control de germinación
- ✓ Media sombra
- ✓ Cinta métrica (wincha)
- ✓ Bandejas de plástico
- ✓ Carretilla
- ✓ Lija # 120

- ✓ Zipercis (insecticida),
- ✓ 5 postes de madera
- ✓ Rancol y CTC. (fungicida),
- ✓ Acaro stop (acaricida)
- ✓ Mochila de fumigar de 20 lts. (pulverizador)

2.2.3. MATERIAL DE LABORATORIO

- ✓ Balanza digital de alta precisión SKY-300
- ✓ Horno de laboratorio (estufa de secado UN750)

2.3. METODOLOGÍA

2.3.1. OBTENCIÓN DE SEMILLAS

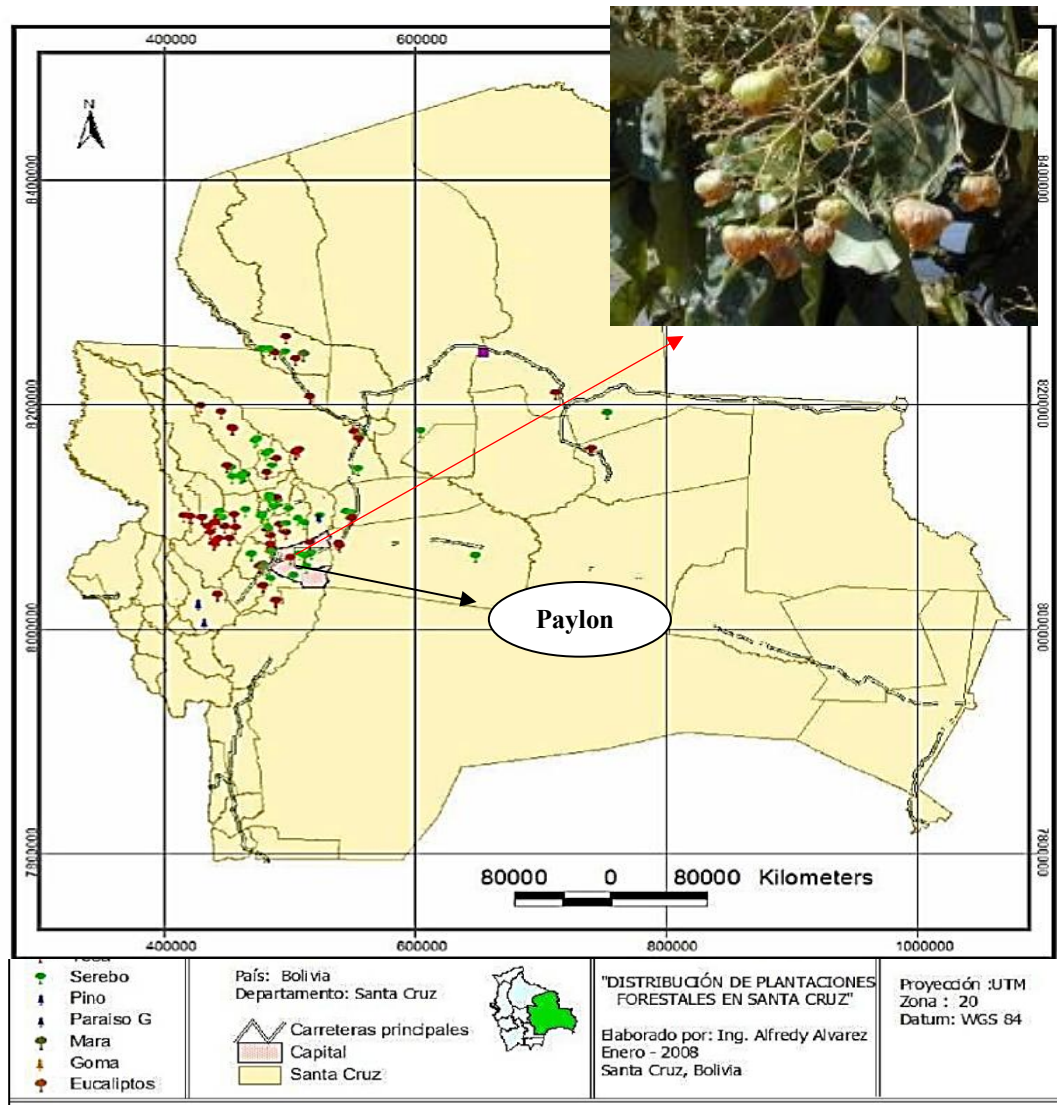
La semilla de “TECA” (*Tectona Grandis Linn F.*), Se obtuvo de los alrededores de Paylon, de una Plantación homogénea perteneciente a Bosques Tropicales De Bolivia con una superficie de 10 ha.; el Rodal mencionado presenta una edad de 18 años.

La recolección fue realizada por el tesista Eddy Ricardo Santos Cáceres, seleccionando 1 árbol maduro de la plantación en fecha 30 de abril y 1 de mayo de 2019, la misma con las siguientes características; con una altura de 16 m. y un diámetro (DAP) de 50 cm, se logró obtener una cantidad de 3 kg de semillas recolectadas. El árbol se encuentra en la siguiente coordenada georeferenciada **17°30'57''S y 63°09'17''W**.

Luego de recolectar, se procedió al seleccionado de las semillas en función de su apariencia externa. Se requiere que la semilla no presente hongos, orificios por daños de insecto y tamaño (se eliminaran las semillas pequeñas).

Las semillas recolectadas de la plantación establecida por Bosques Tropicales Bolivia S.A., cuentan con bastantes diferencias en tamaño y peso, al respecto las semillas que se usaron durante el estudio fueron de un diámetro promedio de 9 mm de longitud, con un peso promedio de 0,39 gr. por semilla.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES EN SANTA CRUZ



Fuente: ALVAREZ 2008

2.3.2. ALMACENAMIENTO

Una vez recolectadas las semillas, y para evitar cualquier daño en lo posterior en las semillas de teca, se expuso las semillas bajo sol por el lapso de 1 día. Una vez ya seco los frutos (semillas) se procedieron posteriormente a su almacenaje.

Como la siembra no se realizó inmediatamente, a las semillas se le hizo un tratamiento con el producto químico **CTC y Rancol**, (fungicida terapico para tratamiento de semillas), para evitar que insectos y otros agentes externos dañen la semilla, utilizando una proporción de 15 ml por 5 lts.de agua, se lo pulverizó con el químico hasta que la semilla este bien cubierto por el químico, luego se pondrá a secar en sombra antes de guardarse en frascos de vidrios. Bajo el cuidado del calor, humedad, luz, y plagas.

La capacidad de germinación de la semilla recién colectada es de 70 a 90 %, pero disminuye a menos del 40 % después de un año de almacenada al medioambiente. Al respecto las semillas secas se ponen en recipientes bien cerrados y se guardan en lugares oscuros, secos y ventilados, a cuatro grados centígrados, su viabilidad puede prolongarse por más de un año (Pérez y Barrosa, 1993).

2.3.3. SUSTRATO

Se preparó una mezcla de suelo suelto con mucha capacidad de aireación, con 50 % de tierra del lugar, 30 % de arena y 20 % de aserrín. Para este trabajo se acopió tierra del lugar a unos 10 a 20 cm de profundidad de la capa arable con una textura franco a franco arenoso proveniente del monte, así también se tuvo que acopiar arena de la cañada que cruza la propiedad, además de utilizar el aserrín que se obtuvo del rallado de troncas obtenidas en el desmonte realizado en la propiedad agrícola.

Una vez acopiado y mezclados los sustratos tomando en cuenta que se encuentre libre de rastrojos, raíces y otros, se procedió al cernido del mismo haciendo uso de una malla plástica.

Se preparó 1,15 m³ de sustrato para los tres tratamientos a evaluar y 0.38 m³ para el testigo, haciendo un total de 1,53 m³ para el ensayo. Teniendo en cuenta que por cada bolsa (maceta) se necesitaba 1963,5 cm³ de sustrato.

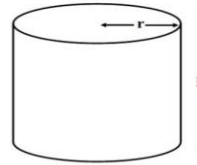
Volumen =?

Radio = 5 cm

Diámetro =10 cm

Altura=25 cm

$$V = \pi r^2 h$$



$$V = 3,1416 * 25 * 25 = 1963,5 \text{ cm}^3$$

El tratamiento para desinfección del sustrato se realizó de la siguiente manera:

Al mezclar el sustrato con la pala, y con ayuda de una mochila fumigadora se pulverizó el zipercis en una proporción de 100 ml por cada 20 litros de agua, una vez mezclado el sustrato con el zipercis se cubrió el sustrato por un día para su mayor efectividad.

2.4. TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS

Sin Tratamiento (T4 testigo)

Se hizo uso de las semillas para el testigo que no fue objeto de ningún tratamiento, frente a los demás tratamientos pregerminativos, posteriormente se procedió a sembrarlas directamente en (macetas) bolsas de repique.

2.4.1. ESTRATIFICACIÓN

La estratificación se realizó en bandejas plásticas, durante un periodo de 8 días colocando las semillas en capas alternando con arena, cada bandeja será introducida en una bolsa nylon de color negro ubicándolas después bajo techo (sombra), debido a que este tratamiento conserva la humedad y temperatura. Se finalizó con la siembra directa en las bolsas de repique.

2.4.2. ESCARIFICACIÓN MECÁNICA (CON LIJA#120)

Se procedió al lijado total del endocarpio, teniendo en cuenta que en realidad es un tratamiento de escarificación manual, se efectuó al nivel de los extremos polares de la semilla con mucho cuidado con la lija #120, de tal manera que queden libres las almendras, las semillas fueron objeto directo de siembra en macetas (bolsas de repique).

2.4.3. LIXIVIACIÓN

Se dispondrán bandejas de plástico, en ellas se colocaron las semillas cubriéndolas con agua limpia corriente por un tiempo de 48 horas al sol, removiéndolo cada vez que sea necesario, razón para que los rayos del sol lleguen a todos, terminando el proceso se realizó la siembra directa en bolsas de repique (macetas).

2.4.4. SIEMBRA DIRECTA DE SEMILLA

Una vez ya concluida la aplicación de las diferentes técnicas pregerminativas en las semillas, así como también ya hecha la desinfección de sustrato, y distribuidas de forma aleatoria los diferentes tratamientos con sus respectivos bloques, se procedió a la siembra en fecha 25 de agosto de 2019, colocando 392 semillas por tratamiento, es decir 1176 semillas para los 3 tratamientos + 392 semillas del testigo.

La siembra de las semillas se hizo de forma directa a las bolsas (macetas), tomando en cuenta una profundidad de 2 veces el tamaño de la semilla, aproximadamente 2 centímetros.

Se sembraron 2 semillas por bolsa (macetas), se requirió cubrir la semilla y la boca de la bolsa (maceta) con una capa de viruta para proteger de la erosión que produce el riego a través de la gota de agua.

Es importante mencionar que se tomó en cuenta una sola semilla germinada por bolsa (maceta) para realizar el análisis experimental.

Inmediatamente después de la siembra, se procedió a un riego ligero, para que de esa manera las semillas encuentren las condiciones adecuadas para su germinación y posterior emergencia de las plántulas.

2.5. LABORES CULTURALES

2.5.1 RIEGO

La frecuencia del riego se llevó a cabo cada dos días, para todos los tratamientos del presente ensayo. La forma de riego fue mediante una regadera con capacidad 5 litros. La frecuencia de riego se ajustó a las condiciones locales de la zona, es decir

efectuándolo en la época seca. La siembra se efectuó el 25 de agosto de 2019 (época seca), pero con algunas irregularidades de fuertes precipitaciones de lluvias discontinuas. El riego se realizó dos veces por semana, tomando en cuenta la necesidad (humedad de sustrato).

2.5.2. DESHIERBE.

La competencia de las malezas es fuertemente agresiva para las plántulas, su eliminación desde el momento de la emergencia de las plántulas de teca es más aconsejable, lo cual se considera una de las actividades más importantes dentro de los cuidados, esta labor se realizó 1 vez por semana de forma manual.

2.5.3. SELECCIÓN DEL SITIO

Los aspectos importantes a tener en cuenta para definir la ubicación del Vivero son:

- Cercanía a las áreas a forestar.
- Disponibilidad de mano de obra
- Caminos transitables todo el año
- Terreno con buen drenaje y suelo apropiado
- Suficiente cantidad y buena calidad de agua

2.5.4. PREPARACIÓN DE TERRENO

El presente trabajo se realizó en el predio que cuenta con un enmallado previo realizado para el vivero temporal. El vivero se estableció con un cerramiento perimetral, en un lugar plano en el cual se desarrollaron los trabajos de limpieza y nivelación del terreno a fin preparar el área para el establecimiento de los plantones.

2.5.5. CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO.

Para la construcción del vivero se utilizaron 4 postes de madera en el perímetro y uno en la parte central en donde sirvió de apoyo la media sombra para que este tenga firmeza y resistencia a los vientos.

Se tomó en cuenta la dimensión de la bolsa (maceta) 20 cm x 25 cm y el número de macetas (bolsas) para determinar el tamaño del vivero.

Numero de macetas por parcela= 49

Numero de macetas por bloque=196

Numero de macetas en total + el testigo= $588+196=784$

Las dimensiones del vivero fueron de 4,90 m. de ancho por 4,90 m. de largo dando un área de 24, 01 m² con una altura de la media sombra de 1,80 m.

2.5.6. LLENADO DE BOLSAS.

Una vez desinfectados los sustratos y entreverados con la proporción designada se procedió al llenado de las bolsas plásticas de polietileno de 20 cm x 25 cm con una cantidad de 1963,5 cm³ de sustrato por bolsa.

A las bolsas se les hizo unas perforaciones en el tercio inferior para evitar el “encharcamiento” dejando 3 cm en la parte superior de la bolsa de sustrato, para que retenga el agua.

En el llenado de las bolsas se tuvo cuidado que el sustrato tengan una buena consistencia sin compactarlas demasiado.

2.6. ANÁLISIS DE PUREZA

El análisis de pureza se realizó para determinar la calidad de la muestra en cuanto a los componentes y consecuentemente en cuanto a la composición del lote al que representa.

Para el análisis de pureza se tomaron el peso las semillas, después se procedió a la separación de la semilla pura y las impurezas. (Restos de fruto, semillas perforadas por ataques de insectos y artejos de semilla).

Se procedió a separar las semillas puras de las impurezas, y se realizó el cálculo para obtener el peso total de dichos datos, con estos datos se calculó el porcentaje de pureza mediante la fórmula:

$$\%Pureza = \frac{\text{Peso de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

Ejemplo: Porcentaje de pureza = $\frac{56,89}{62,52} \times 100 = 91\%$

2.6.1. PESO DE LAS SEMILLAS

Se realizó el conteo de la muestra (semillas puras), después se realizó el pesaje de las mismas y con estos datos se podrá obtener el número de semilla por kilogramos aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de semillas} * kg. = \frac{\text{numero de semillas que contiene la muestra} * 1000 \text{ gr.}}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

Ejemplo:

$$N^{\circ} \text{ de semillas} * kg. = \frac{200 * 1000 \text{ gr.}}{80 \text{ gr.}} = 2500 \text{ semillas por kg.}$$

2.6.2. PRUEBA DE GERMINACIÓN

Una vez de la prueba de la calidad de la semilla se procedió a llevar las semillas al vivero para realizar su siembra directa en las respectivas macetas, se colocó 2 semillas por maceta esto para ver el porcentaje de germinación tomando en cuenta una sola germinación.

2.7. VARIABLES EVALUADAS

2.7.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

La evaluación del porcentaje de germinación se lo realizo después de los 10 días de la siembra de las semillas, transcurrido esos días se hará un seguimiento diario hasta la cuarta 28 días para documentar la cuantificación del número de plántulas germinadas, en relación a la cantidad de semillas depositadas por bolsa. En vista que se sembraron dos semillas por bolsas en el conteo diario, solo se consideró una germinación por bolsa para obtener el porcentaje de germinación. Se aplicara la siguiente fórmula:

$$\%germinacion = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas Germinadas}}{N^{\circ} \text{ total de semillas ensayadas}} * 100$$

Ejemplo

$$\% \text{ germinacion} = \frac{65}{100} * 100 = 65\%$$

2.7.2. ALTURA

Los datos de esta variable se recolectaron cada 14 días durante las dieciséis (16) semanas de medición en el experimento.

En esta variable se tomaron datos hasta que los plantones alcancen una altura de 25 a 35 cm, usando un flexometro para la medición de alturas desde la superficie del sustrato de la bolsa, hasta el ápice terminal de la planta.

2.7.3 DIÁMETRO BASAL

La medición de la variable diamétrica se lo realizó cada 14 días. Para ello se usaron un vernier metálico realizando la medición al ras de la base de la planta durante las dieciséis (16) semanas, Esta variable será el indicador de la calidad de la planta.

2.7.4. COMPORTAMIENTO DE LA RAÍZ

El crecimiento del sistema radicular de la plántula se evaluó a través del ensayo destructivo. Para ello, se destruirá 1 planta de cada tratamiento durante las últimas 8 semanas del ensayo del proyecto en las siguientes fechas:

Semana 2	Semana 4	Semana 6	Semana 8
22 de dic. 2019	5 de enero 2020	19 de enero 2020	2 de febrero 2020

Se pesó la raíz tanto húmeda como seca. Una estufa de secado fue el encargado de quitar el contenido de humedad de la raíz durante 24 horas a una temperatura constante de 100 grados centígrados.

El comportamiento de la raíz nos ayudó a analizar el crecimiento radicular y evaluar su fortaleza y capacidad de absorción de agua de la raíz y determinar si son aptos para el implantado definitivo.

2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Características Del Diseño

Nº De especie: 1

Nº de bloques: 4

Nº de tratamiento: 3 + 1 testigo

Tamaño de unidad experimental: 49

Numero de plantones por tratamiento: 196

Número total de semillas evaluadas = 300 (efecto de borde)

Tamaño de la población: 784

Los tratamientos propuestos fueron los siguientes:

Factor T: Tratamientos Pregerminativos.

T1= Estratificación en capas de arena durante 8 días.

T2= Escarificación mecánica (lija #120)

T3 = Lixiviación durante 48 horas al sol.

T4= Testigo (sin tratamiento)

Diseño De Los Tratamientos

Cuadro N°1 diseño de los tratamiento aplicados en el campo

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR				
	BLOQUES			
tratamientos	Bloque 1	Bloque2	Bloque3	Bloque4
T1	T2	T3	T4	T1
T2	T4	T1	T2	T3
T3	T1	T2	T1	T4
T4	T3	T4	T3	T2

Cuadro N°1

ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	T-1	$\sum y^2 - Fc$				
Tratamien	t-1	$\sum \frac{t_i^2}{N^o r} - Fc = A$	$\frac{A}{t-1} = 1$	$\frac{1}{3}$		
bloques	b-1	$\sum \frac{b^2}{N^o trat} - Fc = B$	$\frac{B}{b-1} = 2$	$\frac{2}{3}$		
Error	T-t-b	$SCT - SCt - SCb = C$	$\frac{C}{T-t-b} = 3$			

Procedimiento Experimental

Este diseño consiste en mantener la variabilidad entre las unidades experimentales dentro del bloque, y maximizar las diferencias entre los bloques. Si no hay diferencia entre los bloques, este diseño no contribuirá a la precisión para detectar las diferencias de tratamientos.

El diseño contemplado es el denominado Diseño completamente al azar, Considerando dos factores: el efecto de 1 especie y el efecto los 3 tratamiento.

El método estadístico a emplear es el análisis de varianza, Se asume una probabilidad de error del 1 % y 5%.

Se trabajó con 196 ejemplares en cada bloque, 49 ejemplares en cada unidad experimental (parcela), de los cuales 25 serán medidos por cada parcela haciendo un total de 100 plántones por cada bloque, se eliminó de esta manera el efecto de borde que podría afectar el resultado del experimento.

Dimensiones del área experimental

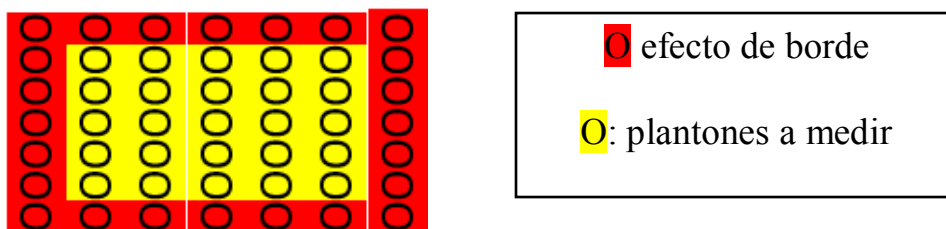
Área total del experimento = 24,01. m²

Área de la unidad experimental (parcela)= 0.81 m²

Número de tratamientos = 3 tratamientos

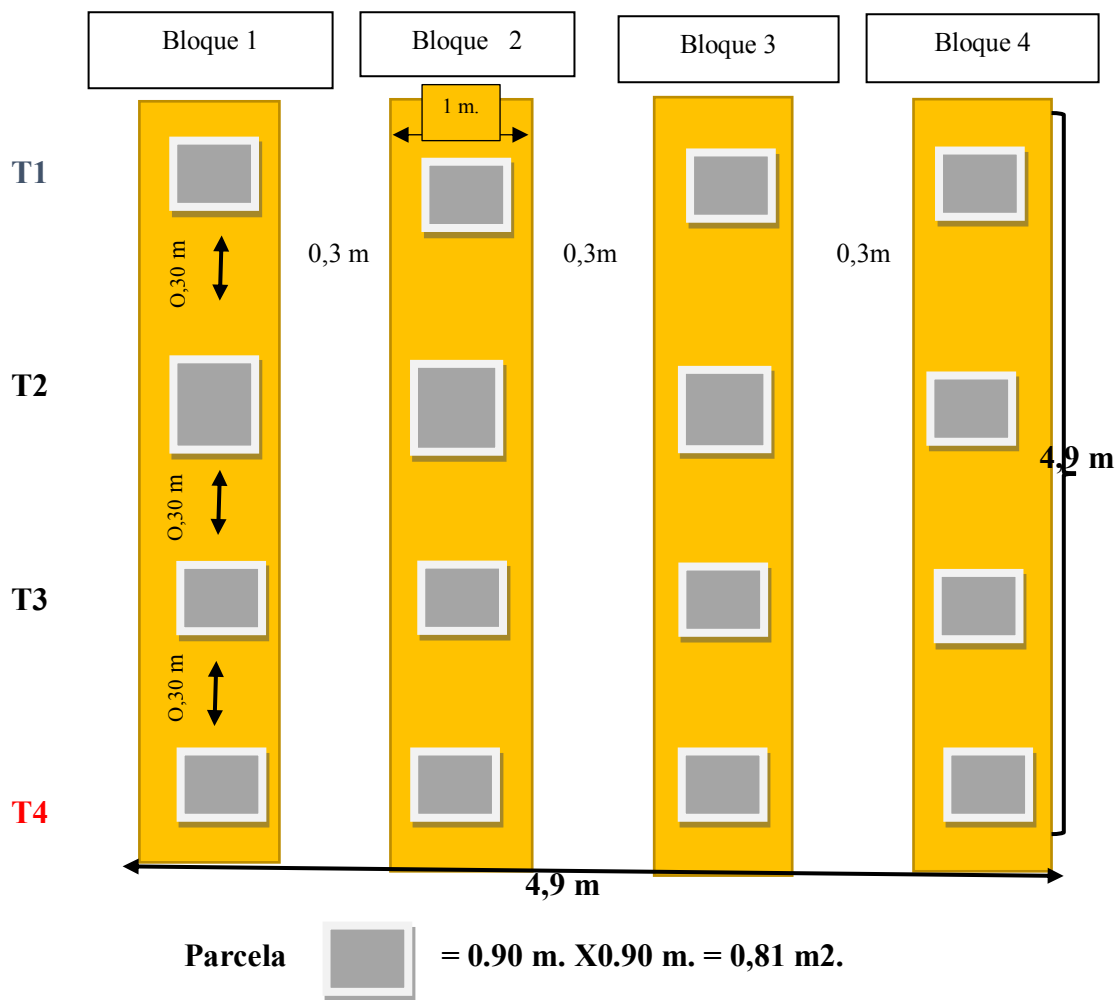
Número de bloques por tratamiento = 4 bloques

Figura Del Diseño De Una Unidad Experimental (parcela) Aplicada En Experimento



Diseño de campo

Cuadro N° 2



Cuadro 1 diseño de las unidades experimentales en la platabanda

2.8.1. MODELO MATEMÁTICO.

El diseño completamente al azar tiene el inconveniente que solo se puede eliminar la variabilidad entre replicas, siendo en este sentido inferior a otros diseños más complejos.

El modelo que justifica este diseño viene dado por:

Cada valor observado = Una constante general + El efecto de los tratamientos + El efecto de los bloques + Un error

El modelo matemático de este diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = m + t_i + r_i + e_{ij}$$

El modelo en el cual se basa el análisis nos dice que una observación es el efecto de una media general (m), de un tratamiento particular (t_i), de una repetición dada o bloque (r_i), y finalmente el componente aleatorio o error experimental (e_{ij}).

El mayor uso de este diseño está dado por la feliz combinación de utilidad, simplicidad y flexibilidad.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLA

3.1.1. ANÁLISIS DE PUREZA

Para medir la proporción de semilla limpia empleada en el experimento se redujo la muestra utilizando el método de recipientes colocados al azar sobre una charola y las semillas fueron vaciadas de manera uniforme sobre toda la charola. La mayor parte de la semilla recayó sobre la charola, pero algunas fueron colectadas en los vasos, de manera que al mezclarlos se obtuvo la muestra requerida tal como especifican las reglas ISTA. De esta manera, se eligió aproximadamente 100 gr. obteniéndose los siguientes resultados:

(Ver cuadro N° 1)
$$\% \text{ DE PUREZA} = \frac{97,81 \text{ gr.}}{100 \text{ gr.}} * 100 = 97,81\%$$

Cuadro N° 1: Análisis de pureza de semillas de **TECA**

Componente	Teca	
	Peso (g)	%
Semilla pura	97,81	97,81
Otra semilla	0.00	0.00
Materia inerte	2,19	2,19
Total	100 gr	100 %

3.1.2 DETERMINACIÓN DEL PESO DE LAS SEMILLAS

El peso de la semilla se mide en el componente de la semilla pura que se ha separado mediante el ensayo de pureza se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras. Es sencillo convertir estas cifras en número de semillas por gramo o por kilogramo, según se requiera. El peso puede determinarse contando 1000 semillas y pesándolas (Banner 1974, Paul 1972), pero la utilización de muestras más pequeñas permite al analista estimar la variación que existe dentro de la muestra.

Peso de 1000 semillas es = 390 gr.

$$N^{\circ} \text{ de semillas} * kg. = \frac{256 \text{ gr.} \times 1000}{100 \text{ gr.}} = 2560 \text{ semillas por kg.}$$

Los resultados obtenidos para la especie estudiada se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2: Determinación del peso de semillas de Teca usados en el ensayo

Especie	N° de semillas	Peso de muestra en gr	Peso en gr de 1000 semillas	Desviación estándar	Coef. De variación (%)	N° semillas / Kgr.
TECA	256	100 gr	390 gr	0,094	1,053	2560 kg.

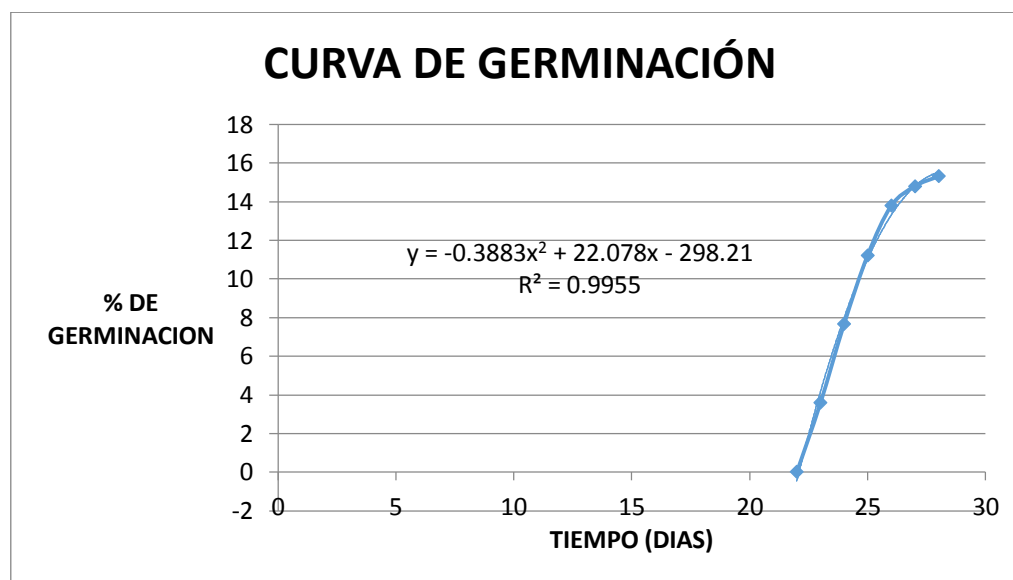
En este sentido, en las muestras se obtuvo aproximadamente 2564 de semillas por kilogramo de teca, en donde una semilla pesa 0.39 g como promedio.

3.1.3. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

El número de semillas por kilogramo de la especie, presentan valores de coeficiente de variación inferiores a 4%, demostrando que se encuentran dentro del margen de tolerancia permisible por las normas ISTA. En este sentido, en las muestras se obtuvo 2560 semillas por kilogramo de teca que de alguna manera se encuentran dentro de los valores citados por la literatura por ejemplo, Medina y García (2007) reportan para Teca (*tectona grandis*) L.F. valores que oscila entre 2000 y 3000 semillas por kilogramo, dependiendo de la procedencia.

Cuadro Nro. 3: Porcentaje De Germinación

tratamientos	Nº de plantas	% de germinación
1	30	15,31
2	55	28,06
3	24	12,24
4	0	0
Nº Germinación total	109	
Nº de muertas	51	8,67 %

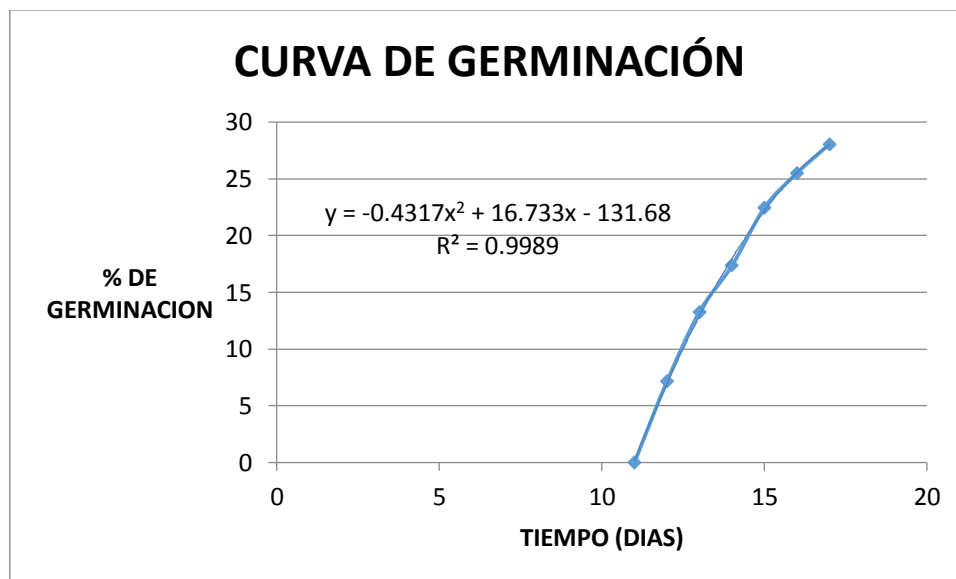
Tratamiento 1**Gráfico N° 1**

El **gráfico N° 1**, muestra que la germinación de las semillas fue diferente por el tiempo que tardaron en germinar, observándose que el inicio de germinación del tratamiento 1 fue a los 23 días de la siembra en fecha 23 de octubre de 2019.

En el gráfico podemos observar que el porcentaje de germinación es del 15,31 % de semillas germinadas mediante la aplicación del tratamiento pregerminativo de estratificación en capas de arena durante 8 días.

Tratamiento 2

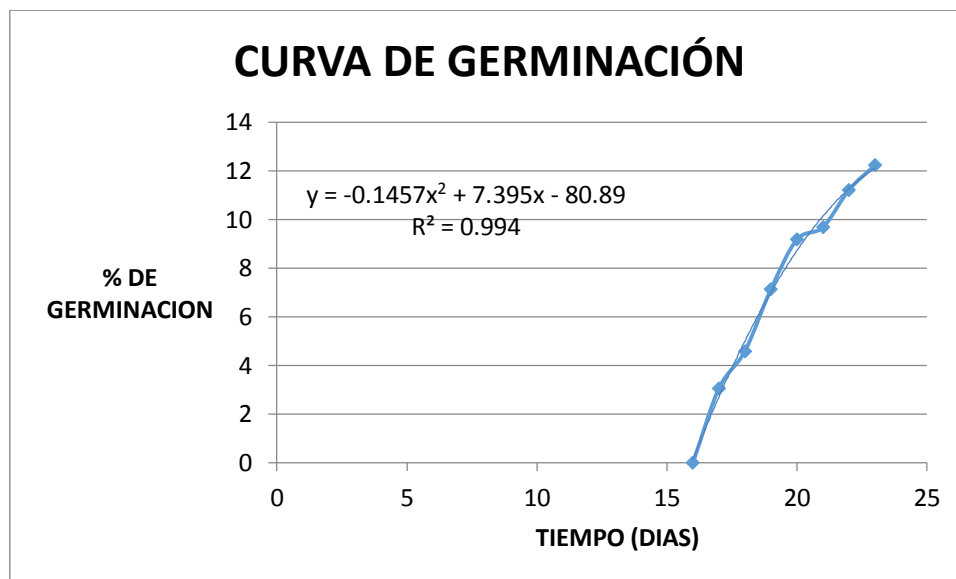
Gráfico N° 2



De acuerdo con el **gráfico N° 2** podemos observar que el tratamiento 2 tiene el 28,06 %, de germinación; mediante el tratamiento pregerminativo de escarificación mecánica a través de papel lija #120. El inicio de germinación del tratamiento 2 fue a los 12 días de la siembra en fecha 25 de agosto de 2019.

Tratamiento 3

Gráfico N° 3



De acuerdo con el **gráfico N° 3** podemos observar que el tratamiento 3 tiene el 12,24 %, de germinación mediante el tratamiento pregerminativo de lixiviación remojo en agua durante 48 horas al sol. El inicio de germinación del tratamiento 3 fue a los 17 días de la siembra en fecha 11 de septiembre de 2019.

Análisis de germinación

Con el propósito de comparar los promedios de germinación entre los tratamientos se planteó como hipótesis estadística, lo siguiente:

Ho: No hay diferencia en el porcentaje de germinación entre los tratamientos

Ha: Existe diferencia entre los tratamientos en el porcentaje de germinación

De acuerdo con los gráficos de los tres tratamientos y la curva normal se hallan paralelos horizontalmente; esto refiere que no hay diferencia relativamente significativa entre los tratamientos pregerminativos, lo cual indica que la aplicación de estas tres técnicas pregerminativas no afecta al porcentaje de germinación de los tratamientos.

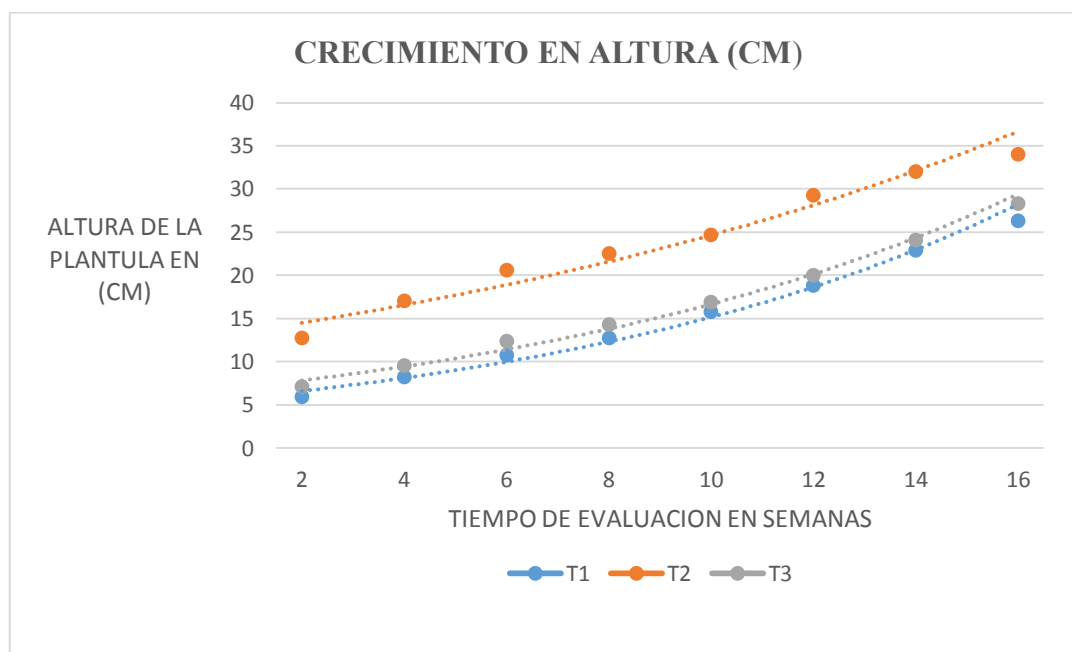
3.1.4. CRECIMIENTO EN ALTURA

El **cuadro N° 4** presenta un resumen de los datos de la media en altura en (cm) de la última fecha en las que fueron evaluadas.

Cuadro N° 4

Repetición	T1	T2	T3
1	26,1	35,3	27,5
2	25,9	34,2	28,9
3	26,5	33,5	27,8
4	26,8	33,1	29,1
Suma	105,3	136,1	113,3
Promedio	26,3	34,0	28,3
Desviación	0,71935156	0,79200168	0,92341757
C.V.	5,65083708	3,51688137	6,44619592

Gráfico N° 4



En el **gráfico N° 4** podemos observar la Curva de Crecimiento en altura evaluadas en 16 semanas de crecimiento, en esta variable no se encontró diferencias significativas

entre los tratamientos con respecto al crecimiento en altura, la gráfica muestra que los plántones crecieron progresivamente durante la 16 semanas; con mayor altura para el tratamiento 2 que tuvo un crecimiento promedio de 34 cm. Mientras que para el tratamiento 1 su altura media es de 26,3 cm al final del ensayo.

Cuadro N° 5 ADEVA De La Altura

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,5	F0,1
Trat	2	3494,6	0,0006	0,21	3,29	5,92
Error	9	3267,9	0,0028			
Tot	11	226,72				

El **cuadro N° 5** no muestra la comparación del crecimiento de la altura en el análisis de varianza nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Eso nos indica que las alturas son iguales estadísticamente.

Como no existe diferencia significativa tanto como para el F0, 5 y el F0, 1 no es necesario someter los datos a una prueba de contraste.

3.1.5. CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL

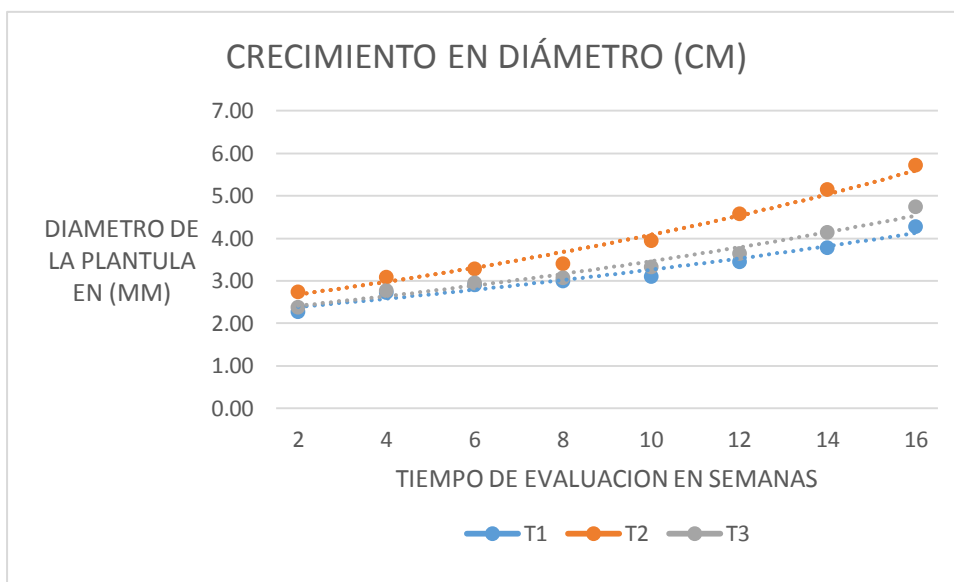
El **cuadro N° 6** presenta un resumen de los datos de la media en diámetros en (mm). De la última fecha en las que fueron evaluadas.

Cuadro N° 6

Tabla N°1 Análisis de diámetros			
Repetición	Tratamientos		
	T1	T2	T3
1	2,99	3,30	3,11
2	2,97	3,44	3,10
3	2,96	3,45	3,06
4	3,09	3,42	3,06
Suma	17,10	22,90	19,00
Promedio	4,28	5,73	4,75
Desviación	0,05965177	0,06946222	0,02629956
Coef. Var.	1,98673663	2,04150536	0,85318918

En el **gráfico N° 5** podemos observar la Curva de Crecimiento en diámetros en relación al número de semana por diámetro.

Grafico 5



En el **gráfico 5** podemos observar la Curva de Crecimiento en Diámetro evaluadas en 16 semanas de crecimiento, en esta variable no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al crecimiento en altura, la gráfica muestra que los plántones crecieron progresivamente durante la 16 semanas; con mayor diámetro para el tratamiento 2 que tuvo un crecimiento promedio de 5,73 mm. Mientras que para el tratamiento 1 el diámetro medio es de 4,28 mm al final del ensayo.

Los resultados e incremento en diámetro del tallo muestra que los tratamientos no tienen diferencias significativas durante todo el periodo de evaluación, esta variable nos indica que los tratamientos no tienen gran impacto en el desarrollo y vigor del tallo.

Cuadro N° 7 ADEVA de Diámetros

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,5	F0,1
Trat	2	70,55	0,03	0,22	4,26	8,02
Error	9	69,90	0,1			
Tot	11	0,66				

La comparación del crecimiento del diámetro en el análisis de varianza nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los diámetros son iguales estadísticamente.

Como no existe diferencia significativa tanto como para el F0, 5 y el F0, 1 no es necesario someter los datos a una prueba de contraste.

3.1.6. COMPORTAMIENTO DEL DESARROLLO RADICULAR

El peso húmedo de la raíz para el T1 en la última semana del ensayo registró un valor 12,23 gramos, el peso seco de la raíz presentó un valor de 6,52 gramos; dado que el diámetro y tamaño de la raíz son elementos esenciales en cuanto a la cantidad de nutriente que la planta necesita para su desarrollo. En este sentido, la Teca posee una raíz semejante a un tubérculo lo que le permite almacenar gran cantidad de agua y nutrientes proporcionando un desarrollo rápido a la planta.

En el peso húmedo al final del ensayo se pudo comparar que el T2 presentaba un valor de 20,16 gramos, el peso seco de la raíz presentó un valor de 7,56 gramos mostrando un mejor desarrollo radicular que los tratamientos 1 y 3 que mostraron un valor de 12,55 húmedo y seco 6,65.

Cuadro N° 8: Peso húmedo y peso seco de la raíz**Cuadro N° 8**

	T1		T2		T3	
TIEMPO FECHAS	P.H.(gr)	P.S. (gr)	P.H.(gr)	P.S.(gr)	P.H.(gr)	P.S.(gr)
SEM 2 27/10/19	5,05	0,65	6,12	1,09	5,40	0,96
SEM 4 10/11/19	6,96	1,28	7,43	2,28	6,12	1,45
SEM 6 24/11/19	7,55	1,57	9,14	2,55	7,34	1,89
SEM 8 8/12/19	8,37	2,50	11,48	3,43	8,83	2,13
SEM 10 22/12/19	9,29	3,49	13,25	4,18	9,35	3,65
SEM 12 5/01/20	10,35	4,55	15,33	5,03	10,56	4,69
SEM 14 19/01/19	11,40	5,61	18,85	6,24	11,68	5,78
SEM 16 2/02/20	12,23	6,52	20,16	7,56	12,55	6,65

3.2. DISCUSIÓN

Parámetros germinativos. Se encontró que el máximo porcentaje de germinación se obtuvo del T2 con 55 semillas germinadas, equivalente al 28,06 % y el porcentaje para el T1 con 30 semillas germinadas representando un 15,31 % (anexo 1). Por otro lado, el T2 con 24 semillas germinadas representando un 12,24 %, no muestran diferencias significativas entre sí. De acuerdo con Pastorino & Gallo (2000) la variación del Poder Germinativo (PG) podría ser el resultado de diferencias genéticas entre las fuentes, estado de madurez, manejo y almacenamiento de las semillas. Para el poder germinativo (PG), las categorías fueron definidas de acuerdo con los siguientes rangos: Alto: > 66.6%, Medio: entre 33.3 y 66.6% y Bajo: < 33.3% (Correa, Espitia, Araméndiz, Murillo, & Pastrana, 2013).

Un estudio realizado por Herrera (2006) mostró que la arena es el sustrato que permite a la semilla tener un mayor porcentaje de germinación acumulada a partir de la emergencia de las plantas. Los bajos porcentajes de germinación se pueden atribuir a diferentes factores endógenos: un pericarpio grueso que limita la absorción de agua y oxígeno por parte de la semilla, inmadurez fisiológica de la semilla, inhibidores químicos presentes en el pericarpio y desbalances hormonales después de la maduración. La principal causa que evita la germinación de la semilla de teca es el grosor del pericarpio, que no se ablanda lo suficiente para permitir el desarrollo de las células del embrión (Kadambi, 1993).

La semilla de teca es ortodoxa, esto significa que puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas ≤ 0 °C. Tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Sin embargo, estas semillas también presentan algún tipo de latencia reduciendo su poder de germinación (Fierros, Noguéz, & Velasco, 1999). De acuerdo con El Semillero (2008), en semillas procedentes de Costa Rica, la germinación inicial promedio se encuentra dentro de la primera semana. Este permite establecer la relación entre capacidad y tiempo de germinación para determinar cuál fuente tiene mayor velocidad, lo cual nos permite justificar y delimitar la germinación mínima, máxima y óptima (Gonzales & Orozco, 1996).

Se puede observar que la germinación comenzó desde el día 12 hasta el día 23. El rango de germinación se encuentra entre los 20-30 días (Fierros, Noguéz, & Velasco, 1999). En contraste con la literatura encontrada se pudo observar que la germinación promedio para los tratamientos (T1, T2 y T3) estuvo entre los 10 - 24 días. Una de las razones de este patrón es la reducción de la capacidad inhibitoria de compuestos fenólicos presentes en el tegumento seminal y semilla (Duarte, 2014).

La nutrición deficiente de las plantas hace que éstas crezcan con lentitud en el vivero y en el campo por lo tanto sean más sensibles a las enfermedades. Si el pH del sustrato se encuentra en el rango óptimo la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad. Lo cual por debajo de este rango, pueden presentarse deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio. La buena respuesta de la teca en presencia de CaCO_3 + NPK, corrobora que esta especie es muy sensible a la disponibilidad de Ca y Mg (Alvarado & Fallas, 2004). También, conlleva a la disminución de la solubilidad del fósforo y del molibdeno y el descenso de la concentración de macronutrientes en la solución del sustrato y en la planta causa una alteración del metabolismo general, especialmente inhibiendo el crecimiento radical, lo cual tiene como consecuencia una reducción en la toma de agua y nutrientes (Drechsel & Zech, 1991).

Variables Morfológicas. El crecimiento de las plántulas es un fenómeno de incremento en tamaño que experimentan las raíces, el tallo y las ramas. Esto sucede a consecuencia de la división celular que se lleva a cabo en zonas especializadas donde se producen nuevas células, a estas zonas de crecimiento se les conoce como meristemas. El crecimiento en longitud o crecimiento primario es producto de la actividad del meristemo apical, el cual se encuentra en el ápice de tallos, ramas y raíces. Mientras que el crecimiento en diámetro o también llamado crecimiento secundario es el resultado de actividad del meristemo lateral llamado cámbium, localizado entre el floema y xilema del tallo, ramas y raíces principales (Kramer & Kozlowski, 1979). Se encontró que los tratamientos (T1, T2 y T3), estadísticamente no tiene diferencias significativas con relación a diámetro y altura de plántula (Cuadro 8 y 11). Ambas variables son un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea,

resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. La teca por ser una especie heliofita demanda alta presencia de luz. La densidad es un factor primordial porque la cercanía entre plantas es un factor de competencia por luz, lo cual se considera de particular importancia para las especies tropicales con follajes más frondosos que las especies de coníferas (que se producen en condiciones de altas densidades) (Negreros-Castillo & Apodaca-Martinez, 2010). Los parámetros de altura, diámetro y comportamiento de raíz indican que una planta ideal debe de tener una altura entre 25 - 35 cm y un diámetro mayor a 5 mm. El efecto de una buena elección de la densidad es la producción de plántulas con mejor desarrollo y vigor. Debe recordarse la importancia de llevar una planta a campo con un sistema radicular bien desarrollado dado que tendrán una mayor posibilidad de adaptación y presentará menor mortalidad (Navarrete, 2012). Las oportunidades para que las plántulas crezcan más que el promedio debido a la luz producida, son en realidad raras. Así un ambiente de muy poca luz, el crecimiento de las plántulas es muy lento con eventos de crecimiento mayor sólo según la frecuencia de extracción de las plántulas cercanas a estas (Gentry & Terborgh, 1990).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En el análisis de calidad de las semillas empleadas el contenido de pureza sobrepasa el 90 % así mismo el número de semillas por kg. Oscila entre 2053 y 2564.

El porcentaje total de germinación fue de 18,54 % dentro de algunas unidades experimentales se tuvo un regular porcentaje de germinación, así como se tuvo porcentajes bajos, se tuvo una mortandad del 8,67 %.

Los resultados fueron desalentadores a pesar de los distintos tratamientos, donde se pudo observar el bajo porcentaje de germinación.

En el análisis de varianza con respecto a los datos de altura, diámetro y raíz demostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Así como también en los porcentajes de germinación; sin embargo el método de siembra directa sin previo tratamiento pregerminativos resulto un fracaso con relación al método de tratamientos.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda profundizar este estudio ampliando las zonas de recolección de frutos para poder contar con más datos sobre fuentes semilleras de Teca.

Este tipo de estudio debe aplicarse a otro tipo de especies arbóreas con fines de repoblación, con el objetivo de obtener individuos con buenas características fisiológicas, además de adquirir conocimientos de las zonas donde se encuentran las fuentes semilleras de las especies que se deseen obtener.

Se debe contar con un buen lote de semillas para poder iniciar el proceso de germinación en caso de tener fracasos durante el desarrollo de la investigación.

Si la prueba se lleva a cabo en un vivero se debe tener cuidado con las plagas como también los fenómenos climatológicos de manera que estos no afecten el registro de los datos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación del crecimiento el mejor tratamiento es el T2 pero no representa diferencia significativa entre los tratamientos.