



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Proyecto de Investigación previa la
obtención Del Grado Académico de
Magíster en Manejo Forestal Sostenible

TEMA

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE ETIL METANO SULFONATO
(EMS) EN EL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE PLANTULAS DE
TECA (*Tectona grandis* L.f.) EN ETAPA DE VIVERO, AÑO 2019.

AUTOR

ING. VICTOR ENRIQUE FUENTES PARAMO

DIRECTOR

Dr. CAMILO MESTANZA UQUILLAS.

QUEVEDO-ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Proyecto de Investigación previa la
obtención Del Grado Académico de
Magíster en Manejo Forestal Sostenible

TEMA

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ETIL METANO SULFONATO
(EMS) EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE
TECA (*Tectona grandis L.f.*) EN ETAPA DE VIVERO, AÑO 2019.

AUTOR

ING. VICTOR ENRIQUE FUENTES PARAMO

DIRECTOR

Dr. AGRON. CAMILO MESTANZA UQUILLAS.

QUEVEDO-ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN

El suscrito Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, director del Proyecto de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Manejo Forestal Sostenible.

CERTIFICA:

Que el Ing. **VÍCTOR ENRIQUE FUENTES PARAMO**, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de Investigación titulado “**EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ETIL METANO SULFONATO (EMS) EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.) EN ETAPA DE VIVERO, AÑO 2019**”, el mismo que se encuentra apto para la presentación y sustentación respectiva

Quevedo 12 de Julio ,2019

Ing. Agrón. Camilo Mestanza Uquillas, Dr.

DIRECTOR

AUTORÍA

Yo, **ING. VICTOR ENRIQUE FUENTES PARAMO**, autor del presente Proyecto denominado **“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ETIL METANO SULFONATO (EMS) EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.) EN ETAPA DE VIVERO, AÑO 2019”**, declaro que los datos contenidos en el mismo son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Ing. For. Víctor Enrique Fuentes Paramo

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mi padre Cesar Fuentes y a mi madre Alicia Paramo por haberme guiado por el sendero del bien y por sus sabios consejos.

A mis hermanas Landy, Leidy a mis sobrinos Pamela y Kaleb, por su apoyo incondicional y por ser parte importante de mi vida y ser ejemplo de superación

Ing. For. Víctor Enrique Fuentes Paramo

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su eterno agradecimiento a Dios y a las personas e instituciones siguientes:

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Unidad de Posgrado de la UTEQ.
- Dr. Camilo Mestanza Uquillas. Director de Tesis.
- A la Empresa Plantabal
- Dr. Carlos Zambrano Coordinador del Programa de la Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal.

Además, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron, de manera desinteresada, al desarrollo, ejecución, y culminación de la presente investigación.

PROLOGO

En la presente investigación se evaluó el efecto de Etil Metano Sulfonato (EMS) en el crecimiento de plántulas de *Tectona grandis* L.f. (Teca). Además, permitió desarrollar una metodología experimental, conservando una visión actualizada de la utilización de la dosis para futuros ensayos en otras especies forestales.

El marco teórico del proyecto de investigación se desarrolla en torno al concepto e importancia de mutagénesis y su efecto en el crecimiento de las plántulas de teca a nivel de vivero.

La metodología utilizada puede ser aplicada en otros experimentos similares sobre tipos y dosis de EMS en el crecimiento de la teca y otras especies de interés comercial establecidas en la provincia de Los Ríos.

Esta información contribuye al conocimiento científico y sirve como fuente de consulta para los silvicultores, técnicos, estudiantes y profesionales del área forestal.

.....
Jaime Morante
DOCENTE UTEQ

RESUMEN

La especie forestal Teca (*Tectona grandis* L.f.) es considerada valiosa por la calidad de su madera. La alta demanda a nivel mundial ha impulsado su cultivo en plantaciones comerciales. Sin embargo, la calidad de muchas de estas plantaciones justificó el inicio de programas de mejoramiento de la especie. Los programas de mejoramiento deben partir de una gran variabilidad y base genética, siendo, el uso de mutagénesis podría ser el camino a seguir para la teca. Por esta razón, semillas de teca fueron sometidas a concentraciones de etil metano sulfonato (EMS), con el fin de inducir mutaciones y poder observar el comportamiento agronómico en las plántulas de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en etapa de vivero. Los resultados obtenidos a los 30 días y 60 días, indican que la concentración adecuada de etil metano sulfonato fue el tratamiento (T2) 0,3% + agua (EMS) expuesto a 8 horas, dando como resultado un porcentaje de germinación de 67.86% y una altura de planta de 17,13 cm. Hasta la fecha, no se reportan trabajos similares en semillas de especies forestales, en especial en Teca.

Palabras claves

Mejoramiento, propagación, mutagénico, multiplicación, Teca, genético.

ABSTRACT

The Teca forest species (*Tectona grandis* L.f.) is considered valuable for the quality of its wood. The high demand worldwide has promoted its cultivation in commercial plantations. However, the quality of many of these plantations justified the start of breeding programs for the species. Improvement programs must start from a great variability and genetic base, being, the use of mutagenesis could be the way forward for teak. For this reason, teak seeds were subjected to concentrations of ethyl methane sulfonate (EMS), in order to induce mutations and to observe the agronomic behavior in the Teca (*Tectona grandis* Lf) seedlings in the nursery stage. 30 days and 60 days, indicate that the adequate concentration of ethyl methane sulfonate was the treatment (T2) 0.3% + water EMS exposed to 8 hours, resulting in a germination percentage of 67.86% and a height of plant of 17.13 cm. To date, similar works are not reported in seeds of forest species, especially in Teca.

Keywords: Improvement, propagation, mutagenic, multiplication, Teca, genetic.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	v
AUTORÍA	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
PROLOGO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	xvii
1.1.CONTEXTUALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	2
1.2.SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.3.PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1.PROBLEMAS DERIVADOS	3
1.4.DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5.OBJETIVOS	4
1.5.1.GENERAL.....	4
1.5.2.ESPECÍFICO.....	4
1.6.JUSTIFICACIÓN	4
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	7
2.1.1 Mutagénesis:.....	7
2.1.2 Ganancia genética:.....	7
2.1.3 Teca:	7
2.1.4 Variabilidad genética:.....	7
2.1.5 Etil metano sulfonato:.....	7
2.1.6 Agente alquilante:.....	8
2.1.7 Germinación:	8
2.1.8 Efecto fenotípico:	8
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.2.1 Taxonomía de la Especie.....	8
2.2.2 Plagas y enfermedades en plantaciones de teca en la zona de Balzar, provincia del Guayas	10
2.2.3 Análisis de la diversidad genética	11
2.2.4 Mutagénesis	13
2.2.5 Tipos de mutágeno.....	13
2.2.6 Agentes Mutagénicos	14
2.2.7 Niveles de mutación	14
2.2.8 Metano sulfonato de etilo	15
2.2.9 Métodos para inactivar el EMS	16
2.3.FUNDAMENTACIÓN LEGAL	17
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	19
3.2.2 Método explicativo	19
3.3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	20
3.3.2 <i>TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</i>	21
3.3.3 <i>INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN</i>	22
3.3.5.1 <i>VARIABLES A EVALUAR</i>	23
3.3.5.2 Porcentaje de Germinación.....	23

3.4.5.3 Sobrevivencia	23
3.4.5.4. Altura de planta.	23
3.4.5.5. Diámetro del tallo.	23
<i>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	23
4.1. EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL (EMS) EN SEMILLAS DE TECA	24
4.1.1 VARIABLE GERMINACIÓN.....	24
4.1.2. VARIABLE SOBREVIVENCIA % (60 dds)	25
4.2 EFECTO FENOTÍPICO DEL EMS EN PLANTULAS DE TECA (30 dds)	26
4.2.1 DIÁMETRO DE TALLO (30 dds)	26
4.2.3. ALTURA DE PLANTA DE TECA (30 dds).....	27
4.2.4. DIÁMETRO DE TALLO (60 dds)	28
4.2.5. VARIABLE ALTURA (60 dds).....	29
<i>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	31
5.1. Conclusiones.....	32
5.2 Recomendaciones	33
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	34
<i>ANEXOS</i>	39
Anexo 1.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2.....	40
Anexo 3.....	41
Anexo 4.....	41
Anexo 5.....	41
Anexo 6.....	42
Anexo 7.....	42
Anexo 8.....	42
Anexo 9.....	42
Anexo 10.....	43
Anexo 11.....	43
Anexo 12.....	43

Índice de gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de germinación de semillas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds	24
Gráfico 2. Porcentaje de sobrevivencia de semillas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.....	25
Gráfico 3. Promedio del diámetro de tallo de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.....	26
Gráfico 4. Promedio de altura de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.....	27
Gráfico 5. Promedio de diámetros del tallo de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas 60 dds.....	28
Gráfico 6. Promedio de altura de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas 60 dds.....	29

INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie forestal de la zona tropical muy apreciada por su madera de excelente calidad, alto valor económico y por sus variados usos, tales como: carpintería, ebanistería, construcción naval, artesanía, construcciones rurales. Esta especie presenta un crecimiento rápido y se adapta a un amplio rango de suelos y clima (Suatunce, *et al.*, 2009).

En el Ecuador existen alrededor de 45.000 hectáreas distribuidas en 1.200 plantaciones registradas, localizadas en las provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, que se incrementó en los últimos 5 años, en alrededor de 3.000 hectáreas por año, lo que ha ubicado al país, entre los primeros exportadores de teca del mundo (Asoteca, 2015).

Alrededor de 235,000 familias en el Ecuador se benefician directamente de esta actividad, otras 100,000 lo hacen indirectamente. La industria forestal tiene certificados que aseguran que la madera se extrae de manera sostenible y que el impacto al medio ambiente es mínimo, gracias al manejo sustentable de los bosques (Proecuador, 2008)

En el año 2014 se exportaron alrededor de 190.000 metros cúbicos de teca, para un ingreso aproximado de 38 millones de dólares; los principales destinos son India, con el 95%, y el 5% restante se va a Vietnam, China, entre otros; se debe destacar que la madera se comercializa al exterior como materia prima para diferentes usos en la construcción (Asoteca, 2015).

El empleo de la mutagénesis inducida puede ser una vía para lograr estos fines. El uso de agentes mutagénicos, como el metano sulfonato de etilo (EMS, por sus siglas en inglés), ha jugado un papel fundamental en este sentido (Porch *et al.*, 2009). El agente

mutagénico más utilizado en las plantas es EMS para desarrollar grandes poblaciones de mutantes, ya que crea un alto número de mutaciones puntuales, en casi todas las especies estudiadas. La frecuencia de mutaciones inducidas es independiente del tamaño del genoma. (Greene, 2003) pero para ello, se da el primer paso estableciendo cual es la dosis adecuada para inducir a mutaciones, mas aun , sin en la litetatura actual no existe informacion alguna para la especie en estudio.

El primer capítulo contiene la ubicación y contextualización de la problemática, la situación actual y delimitación del problema, la justificación, los cambios esperados y los objetivos. En el segundo capítulo se presenta la fundamentación conceptual, y legal. En el capítulo tres expone teórica la metodología para obtener la información, el tipo de investigación, el proceso estadístico y el procesamiento de la información. El capítulo cuatro contiene los resultados de las variables analizadas. En el capítulo cinco contiene conclusiones y recomendaciones.

***CAPITULO I* MARCO CONTEXTUAL DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La presente investigación se ejecutó en el laboratorio de la Empresa Plantabal ubicada en el kilómetro 4 vía a Valencia la cual es una empresa dedicada a la producción de madera no trabajada (en bruto) y además fomentar la investigación y los estudios para lograr un correcto ordenamiento territorial forestal, a fin de establecer plantaciones industriales y comerciales.

En la zona de influencia del cantón Quevedo, existen varias empresas, y además personas que ven en la Teca como una alternativa con alta viabilidad económica debido a sus principales características productivas en el aprovechamiento forestal de la misma, sin embargo, debido a las características del mercado donde se comercializa dicha madera, o empresas que compran dichas plantaciones, se vuelve más necesario obtener plantas de alto vigor, y por ende que puedan representar una alta productividad, pero no se ha explorado alternativas que puedan solventar dicha necesidad.

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Los programas de mejoramiento genético convencional dependen de la presencia de alta variación genética, por lo que se deben asegurar tales fuentes de variación en forma de colecciones denominadas bancos de germoplasma (Chávez y Araujo, 1993). En contraste, el mejoramiento empleando técnicas moleculares se usa la denominada técnica de mutagénesis (inducción de mutaciones utilizando agentes mutagénicos como radiación, o compuestos químicos) para crear variación genética (Gustafsson, 1954).

Uno de los aspectos más importantes para la plantación de teca, es de contar con material genético de calidad debido a esto debemos optar por una semilla que nos garantice seguridad en nuestra inversión, Los expresado anteriormente, se vuelve preocupante al evidenciar poca iniciativa por parte de personas o entidades involucradas en el mejoramiento de Teca, por lo que es de suma necesidad efectuar una investigación que parta de la identificación de la dosis idónea de EMS que produzca la mejor respuesta en términos tanto de, germinación, vigor, viabilidad, así como de una productividad potencial de las semillas de Teca. Debido a eso se va a realizar dicha investigación en laboratorio de la empresa Plantabal ubicada en kilómetro 4 vía Valencia, empresa privada que se sintió atraída por el tema de investigación propuesto.

1.3 PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los efectos de las diferentes concentraciones de (EMS) en el comportamiento agronómico de las plántulas de Teca?

1.3.1 Problemas Derivados

¿Cuál es el efecto que produce las diferentes concentraciones de (EMS) al aplicar en las semillas de Teca?

¿Cuál es el principal porcentaje de EMS para la inducción de mutaciones?

¿Qué resultado producen diferentes concentraciones de (EMS) que se podría observar en el aspecto fenotípico (altura, diámetro de la planta) en las plántulas de Teca?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO: Ciencia e Ingeniería Forestal

ÁREA: Mejoramiento Genético

LINEA DE INVESTIGACION:

Silvicultura, manejo de bosque

LUGAR: provincia Los Ríos, cantón Quevedo, empresa Plantabal km 4 vía a Valencia

TIEMPO: febrero – mayo 2019

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Evaluar los efectos de la concentración de Etil metano (EMS) en el comportamiento agronómico de las plántulas de Teca en la etapa de vivero.

1.5.2 Específico

- Analizar el efecto de las diferentes concentraciones de EMS en la germinación de semillas de Teca.
- Determinar el efecto fenotípico (altura, diámetro de tallo) del EMS en plántulas de Teca.
- Establecer la concentración de EMS para la inducción a mutaciones.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La escasa información sobre mejoramiento genético aplicando Etil metano sulfonato (EMS) en especies forestales se planteó identificar los posibles factores que inciden en el mejoramiento genético esto corresponderá a una metodología de evaluación eficaz bajo la cual fue posible mejorar el material genético en este estudio se evaluarán cuatro tratamientos y cinco repeticiones, debido a que la demanda de

Teca. a nivel mundial es mayor que los recursos disponibles, muchos países se apuestan por introducir esta especie en los programas de reforestación. La propagación de tecla se realiza tradicionalmente por semilla y la siembra se mantiene por esta vía, muchas veces sin conocer las características o procedencia del material a plantar, lo que ha resultado en muchos casos, en plantaciones de baja calidad y a su vez con la determinación de la dosis adecuada obtener plántulas de calidad.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1 Mutagénesis: es aquella modificación del material genético que resulta estable y transmisible a las células hijas que surgen de la mitosis. Las lesiones generadas por estos agentes mutagénicos pueden resultar en modificaciones de las características hereditarias o la inactivación del ADN. Cuando el ADN afectado corresponde a células de la línea germinal se relacionan con la aparición de enfermedades hereditarias, mientras que las mutaciones que se dan en las células somáticas están relacionadas con enfermedades degenerativas y procesos carcinogénicos (Gutiérrez y López, 2001).

2.1.2 Ganancia genética: Es la adquisición o aumento de caracteres favorables, obtenidos en la aplicación de métodos de mejoramiento genético de una población a través de la variación hereditaria (Alicante y Garcia, 2016).

2.1.3 Teca: es un árbol frondoso de la familia de las Verbenáceas que alcanza hasta 30 m de altura. Su apariencia se hace más bella con el paso de los años y tiene la capacidad de no dañarse cuando entra en contacto con metales, lo que la hace muy valiosa para la fabricación de muebles de alto valor y embarcaciones lujosas (Walker, 2016).

2.1.4 Variabilidad genética: se refiere a la variación en el material genético de una población o especie, e incluye los genomas. Para que la selección natural pueda actuar sobre un carácter, debe haber algo que seleccionar, es decir, varios alelos para el gen que codifica ese carácter. Además, cuanta más variación haya, más evolución (Groom, 2006)

2.1.5 Etil metano sulfonato: es un compuesto químico con propiedades de mutágeno, teratógeno y posiblemente carcinógeno que posee la fórmula química $C_3H_8O_3S$.

En español, sería más correcto nombrarlo como metano sulfonato de etilo o MSE (Medicans, 2018).

2.1.6 Agente alquilante: se denomina alquilación a la transferencia de un grupo alquilo de una partícula en movimiento hacia otra en reposo molécula a otra. El grupo alquilo puede ser transferido como un carbocatione de alquilo, un radical libre, un carbanión o un carbeno (o sus equivalentes) (Jerry, 2015).

2.1.7 Germinación: es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un proceso que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe (Española, 2014).

2.1.8 Efecto fenotípico: se denomina fenotipo a la expresión del genotipo en función de un determinado ambiente.¹ Los rasgos fenotípicos cuentan con rasgos tanto físicos como conductuales. Es importante destacar que el fenotipo no puede definirse exclusivamente como la "manifestación visible" del genotipo, pues a veces las características que se estudian no son visibles en el individuo, como es el caso de la presencia de una enzima (Corbera, 2012).

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Taxonomía de la Especie

REINO: Plantae

SUBREINO: Tracheobionta

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE

ORDEN Famiiales

FAMILIA Verbenaceae

GENERO Tectona

ESPECIE grandis

Nombres comunes.

Teca,

Morfología.

- Árbol caducifolio de tamaño grande, natural al Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. *Tectona grandis* es un árbol deciduo o semideciduo que puede alcanzar una altura entre los 20 y 50 metros, con tronco generalmente recto y sin ramas hasta los 20 o 25 metros de altura. El diámetro del tronco igualmente puede alcanzar entre los 150 a 250 cm. de DAP, en la base puede ser acanalado con pequeños contrafuertes. La corteza es blanda y las ramas son tetragonales.
- Hojas deciduas de 25-35 cm. de largo (plantas jóvenes tienen hojas más grandes), alternadas y opuestas, simples. La hoja es peciolada y ovalada-lanceolada hasta ampliamente ovalada, cuneiforme en el ápice y la base, borde entero o denticulado, suavemente peludo en ambas caras de la hoja, densamente tomentosas en la cara inferior.
- Inflorescencia con muchas flores en racimos terminales o axilares, brácteas muy pequeñas. Flores bisexuales, antinomorficas, pequeña. Cáliz gamosépalo campanulado tomentoso, corto de 5 a 7 lobulado, persistente, finalmente encerrando el fruto. Corola gamopétala, de 5 a 7 lobulada con un corto tubo u patente de lóbulos reflejados, sin pelo ni pelusa, blanco o azulado. Estambres 5 o 6,

insertados en la base del tubo de la corola, eserto, anteras dorsifijadas, 2 celdas, apertura a través de hendiduras longitudinales.

- Ovarios ovoides, 2 carpelar, 4 celdas, un ovulo por celda, estilo terminal con un estigma corto bífido con ramas subyúgales. Fruto drupáceo, subgloboso o ligeramente tetragonal, consistencia de madera, con un exocarpo sub carnosos fino y grueso, huesudo, 4 celdas endocarpo. Semillas sin endosperma. Germinación de semillas epigenica, cotiledones iguales, peciolados, con una muesca o ápice emarginado (Absorbers, 2018).

2.2.2 Plagas y enfermedades en plantaciones de teca en la zona de Balzar, provincia del Guayas

La mayoría de los patógenos de la Teca han sido identificados en la India y el Lejano Oriente, con sólo unos cuantos, registrados en plantaciones en África, América y en áreas lejos de su región nativa. A pesar de esto, existe muy poca información disponible acerca de sus consecuencias económicas (Weaver, 2018).

Las principales enfermedades presentes en las plantaciones de Teca fueron: Quema de los brotes por *Ceratocystis sp.*, pudrición radicular por *Phytophthora sp.* marchitez por *Colletotrichum sp.* roya por *Olivea tectonae*, secamiento descendente por *Botryodiplodia theobromae*, marchitamiento del follaje por *Pestalotia palmarum*. Los insectos plagas más importantes encontrados en la Teca de la zona de Balzar fueron: *Atta sp.* (Hymenóptera, Formicidae), *Hemileuca maia Drury* (Lepidóptera, Saturniidae), *Schistocercu spp.* (Orthóptera, Acrididae), *Scolytus sp.* (Coleóptera, Scolytidae), *Phyllophaga sp.* (Coleóptera, Scarabaeidae), *Oncometopia sp.* (Homóptera, Cicadellidae), *Oberea tripunctata* (Coleóptera, Cerambicidae) (Flores, 2010).

En la época lluviosa las enfermedades que tuvieron mayor incidencia fueron el marchitamiento causado por *Colletotrichum sp.* con 28.16% y *Ceratocystis sp.* con 11.86%. Los insectos de mayor incidencia en esta época fueron el pulgón *Hyadaphis erysimi* (Homóptera, Aphydidae) con 26.07%, *Hortensia similis* (Homóptera, Cicadellidae) con 6.80% y *Phyllophaga spp.* con 6.20% (Coleóptera, Scarabaeidae). Durante la época seca las enfermedades que tuvieron mayor incidencia fueron la roya *Olivea tectonae* con 56.08%, *Colletotrichum* con 17.58%, *Ceratocystis sp.* con 15.86% y *Phytophthora spp.* Con 0.70% (Flores, 2010).

Los insectos plagas más importantes en esta época fueron las orugas defoliadoras *Hemileuca maia Drury* (Lepidóptera, Saturniidae) con 7.96%, hormigas arrieras *Atta sp.* (Hymenóptera, Formicidae) con 3.22% y los perforadores de corteza *Scolytus sp.* (Coleóptera, Scolytidae) con 2.25% de incidencia (Flores, 2010).

Durante la época lluviosa la enfermedad a nivel vascular más representativa fue la causada por *Ceratocystis sp.*, esta enfermedad en la época seca tuvo una mayor severidad en los árboles de Teca. La barrenación del duramen por *Oberea tripunctata* (Coleóptera, Cerambicidae) se constituyó en el daño más importante para la Teca, puesto que compromete el valor económico del árbol (Flores, 2010).

2.2.3 Análisis de la diversidad genética

La diversidad genética en especies forestales se fundamenta en la existencia de la variabilidad y se refiere a aquellas características no fijadas en una especie, por lo que cambia de un individuo a otro dentro de ella. El conocimiento de la diversidad genética y de las relaciones entre genotipos es importante para el desarrollo de estrategias

adecuadas para la conservación in situ de bosques naturales y la regeneración de áreas boscosas degradadas (Gonzales, 1997).

A pesar de que la diversidad genética de la teca en la región no es muy amplia, el germoplasma introducido ha dado resultados satisfactorios en términos de productividad, especialmente en tasas de crecimiento, rectitud y calidad del fuste, e incluso en propiedades de la madera (Leandro *et ál.*, 2003). Algunos esfuerzos han permitido determinar el origen de las primeras introducciones de germoplasma de teca. El uso de marcadores genéticos, principalmente micro satélites, podría ser de utilidad para esclarecer el origen, pero también para determinar la magnitud de la diversidad genética actual y para registrar o proteger cada árbol plus o clon de los programas actuales de mejoramiento genético (Fofana *et ál.*, 2009, Verhaegen *et ál.*, 2010, Rojas y Murillo, 2011). En otros países de la región se vienen desarrollando trabajos en selección de árboles plus: Montenegro (2008) en Ecuador, CONIF (2009) en Colombia. Los árboles plus ayudan al establecimiento de huertos semilleros, categoría de fuente semillera que produce semilla de mucho mayor valor genético (Zobel y Talbert 1984).

Ronnie de Camino (2013), señala que, como una nueva fuente semillera, la estrategia clonal en teca se ha venido desarrollando con gran éxito. La razón fundamental es que al clonar un árbol plus, se logra capturar el 100% de su información genética. Mientras que, al tomar su semilla, cada una de sus progenies logra capturar solamente un 50% de su madre o árbol plus seleccionado. Desde entonces, diversas estrategias y métodos de propagación vegetativa se han desarrollado en los últimos años. El cultivo in vitro irrumpió como la primera técnica de clonación en teca, inicialmente en los países asiáticos y luego en América Latina, y ya ha alcanzado escala comercial (Daquinta *et ál.*, 2001; Chaix *et ál.*, 2011). Sin embargo, las nuevas tecnologías de clonación in vivo

de teca vienen suplantando rápidamente el uso de material in vitro en América Latina, debido a su menor costo, mayor facilidad de producción a escala comercial, menor dependencia de infraestructura y equipamiento y, en especial, debido al respaldo de programas de mejoramiento genético debidamente estructurados (Murillo *et ál.*, 2003, Murillo y Badilla 2004).

Es importante señalar, que la silvicultura clonal en teca debe estar sustentada en programas de mejoramiento genético bien estructurados y no en la mera adquisición comercial de clones en el mercado (Ronnie de Camino, 2013).

2.2.4 Mutagénesis

Se denomina mutagénesis a la producción intencionada de variabilidad genética a través de métodos físicos o químicos. La utilización de estos métodos provoca cambios al azar en el ADN, y, en consecuencia, también en los genes y en el organismo. En plantas, la mutagénesis generalmente se aplica en las semillas, aunque en algunas especies como el maíz se ha aplicado en el polen (Kodym y Afza, 2003).

2.2.5 Tipos de mutágeno

Un mutágeno es un producto natural o elaborado por el hombre que puede alterar la estructura o la secuencia del ADN de un organismo vivo. Podemos clasificar estos agentes mutágeno en función de cómo producen las lesiones ya sea mediante un mecanismo físico o químico. Por lo general la mutagénesis química produce mutaciones a distintos niveles, ya sea mutaciones sin sentido o mutaciones sustitutivas. En cambio, la mutagénesis mediante radiación ionizante acostumbra a producir delaciones cromosómicas. Por lo tanto, la selección del mutágeno debe basarse en la eficiencia y en la especificidad para inducir mutaciones y en la alta probabilidad de encontrar el tipo

de mutación deseada. También es importante conocer el tipo de mutación que produce el mutágeno para poder seleccionar el método de detección más eficiente (Koornneef *et al.*, 1982).

2.2.6 Agentes Mutagénicos

- Mutágenos químicos: son compuestos químicos capaces de alterar las estructuras del ADN de forma brusca, como por ejemplo el ácido nitroso (agente desaminizante), brominas y algunos de sus compuestos (Koornneef *et al.*, 1982).
- Mutágenos físicos: son radiaciones que pueden alterar la secuencia y estructura del ADN, por ejemplo, la radiación ultravioleta que origina dímeros de pirimidina (generalmente de timina), y la radiación gamma y la alfa que son ionizantes. También se consideran agentes físicos los ultrasonidos, con 400.000 vibraciones por segundo, que han inducido mutaciones en algunas plantas superiores, y centrifugación, que también producen variaciones cromosómicas estructurales (Koornneef *et al.*, 1982).
- Mutágenos biológicos: son aquellos organismos “vivos” que pueden alterar las secuencias del material genético de su hospedador; como por ejemplo; virus, bacterias y hongos. Son ejemplo los transposones (fragmentos autónomos de ADN) (Koornneef *et al.*, 1982).

2.2.7 Niveles de mutación

Según Griffiths (1998), la clasificación de las mutaciones basada en la cantidad de material hereditario afectado por la mutación es:

- Mutación Génica: mutación que afecta a un solo gen.

- Mutación Cromosómica: mutación que afecta a un segmento cromosómico que incluye varios genes.
- Mutación Genómica: mutación que afecta a cromosomas completos (por exceso o por defecto) o a juegos cromosómicos completos.
- Mutación Espontánea: producida de forma natural en los individuos. Como errores en la replicación, lesiones o daños fortuitos en el ADN, entre otras
- Mutación Inducida: se produce como consecuencia de la exposición a agentes mutagénicos químicos o físicos. Todas las mutaciones se producen por alteración de la secuencia de las bases nitrogenadas del ADN, de esta forma se pueden distinguir las siguientes clases:

"Secuencia Normal" C A T C A T C A T C A T

- Mutación por Cambio de Base: G A T C A T C A T C A T
- Mutación por Adición de Base: C A T G C A T C A T C A
- Mutación por Eliminación de Base: C A T C A T C T C A T C

El efecto de estas mutaciones consiste en desacoplar la lectura del mensaje genético, ya que al ocurrir alguna de estas se reordena el mensaje de acuerdo a la base que se agregue, elimine o se cambie (Griffiths, 1998).

2.2.8 Metano sulfonato de etilo

EL metano sulfonato de etilo es un compuesto químico con propiedades de mutágeno, teratógeno y carcinógeno que posee la fórmula química C₃H₈O₃S. En español, es más correcto nombrarlo como metano sulfonato de etilo (MSE), y en inglés ethyl methane sulphonate (EMS), dado que es un éster del ácido metano sulfónico. En genética se emplea el EMS como agente mutágeno, especial mente en técnicas de genética inversa como el TILLING (lesiones inducidas, localizadas y

dirigidas en el genoma). El efecto del EMS en la mutagénesis frecuentemente provoca gran cantidad de mutaciones recesivas a través del genoma (Lightner y Caspar, 1998).

Una de las ventajas de la mutagénesis con EMS es que la frecuencia de las mutaciones es independiente del tamaño del genoma, además se pueden obtener una serie de mutaciones alélicas, exhibiendo una gama de fenotipos que pueden servir para los estudios de función genómica. Otra ventaja del EMS es su alto nivel de saturación sin provocar daños colaterales excesivos en el ADN como pueden ser aneuploidia, fertilidad reducida y mortalidad. Dado estas ventajas, la mutagénesis química se mantiene como una herramienta importante en los programas de mejoramiento, e incluso compite con técnicas sofisticadas como la transgénesis (Soner y İlhan, 2007).

2.2.9 Métodos para inactivar el EMS

- La solución mutagénica, incluido las aguas de lavado pueden ser inactivadas adicionándoles una solución de tiosulfato de sodio hasta una concentración final del 10%, además para aumentar el pH se añade suavemente Hidróxido de sodio hasta una concentración final del 1%, esta solución se deja reposar toda la noche para una total descomposición del mutágeno.
- Para descontaminar la cristalería e instrumentos metálicos inicialmente se prepara una solución compuesta por tiosulfato de sodio al 10% e hidróxido de sodio al 1%, posteriormente se sumergen en esta solución durante toda la noche.
- El material desechable (guantes, papel, plásticos etc.) puede ser incinerado, de lo contrario pueden ser expuesto a la solución de tiosulfato 10% e hidróxido de sodio 1% para ser descontaminados. Otra vía de inactivación es utilizar una solución de

NaOH al 1M, el procedimiento es similar a los anteriormente explicados, pero utilizando esta solución, también se puede utilizar NaOH a 2M (US National Library of Medicine, 2016).

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En la sección quinta de la Constitución de la República (2008), en referencia a la educación de los factores de producción señala:

Art. 26.- La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo.

Art. 27.- La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar. La educación es indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos y la construcción de un país soberano, y constituye un eje estratégico para el desarrollo nacional.

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo explicativo, debido a que su propósito consistió evaluar dosis de EMS, en plántulas de Teca. También fue de tipo correlacional entre la, la variable dependiente es la altura y diámetro de tallo, está en función de las variables. Estas variables permiten obtener la dosis idónea de la balsa fundamentado en estadística geoespacial. La investigación es de tipo experimental para ello se procedió a la caracterización y selección de las unidades de muestreo.

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Este método ayudo a recolectar, organizar, resumir, presentar y generalizar los resultados de la información obtenida. Además, permitió identificar las falencias operacionales, y como resultado de la investigación es de arrojar los hallazgos, los cuales permitieron tener una visión clara de las falencias para llega a determinar las conclusiones, sugerencias respectivas y otros interesados relacionados con el área.

Este método implica la recopilación y presentación sistemática de los datos para exponer una idea clara de la situación que se investigó.

3.2.2 Método explicativo

Los datos fueron procesados y ayudaron a plasmarse en la investigación, se recurrió a fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias, aquellos datos conseguidos del ensayo, de decir obtenidos mediante la observación directa, y las fuentes secundarias, aquella información extraída de la bibliografía.

Además, se utilizó para explicar el grado de relación que existe entre la aplicación adecuada y a su vez poder determinar la dosis idónea de EMS al momento de realizar

cada uno de los tratamientos y a su vez observar de manera directa la diferencia que existió en cada repetición de los tratamientos.

3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Según información obtenida por consultas y revisión de bibliografía, se visualiza que no existe mucha información del tema en relación al trabajo que se va a investigar en especies forestales, con el objeto de implementar un esquema de mejoramiento genético se deben elegir o producir nuevos genotipos con la capacidad de adaptación a zonas productoras específicas, mayor rendimiento por árbol y/o unidad de superficie, mejora en características fenotípicas y propiedades físicas.

Muestra

La investigación se realizó en la empresa privada Plantabal la cual está dedicada a la producción de especies forestales, físicamente la empresa se encuentra ubicada en km 4 vía Valencia en la Provincia der los Ríos – Ecuador.

3.3.1.1 Determinación del tamaño de muestra

La prueba se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cinco repeticiones. Las variables en estudio se sometieron al correspondiente análisis de varianza, y la comparación de medias de los tratamientos se realizaron mediante a la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. El correspondiente análisis estadístico se lo efectuó utilizando Infostat.

Se utilizaron 200 semillas por cada unidad experimental, es decir un total de 1000 semillas por cada tratamiento. El esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Error	16
Total	19

3.3.1.2 Tratamientos a evaluar

Los tratamientos utilizados con cantidades diferentes de concentraciones de (EMS) se puede observar en la (tabla 2). Cabe recalcar que se empleó 1000 semilla por cada unidad experimental y así se obtuvo los resultados deseados al final de la investigación.

Tabla 2. Porcentaje de concentración

Tratamiento	Porcentaje %	Concentración
T1(1000 s)	0,0	Agua
T2(1000 s)	0,3	EMS+ Agua
T3(1000 s)	0,6	EMS+ Agua
T4(1000 s)	1,0	EMS+ Agua

3.3.1.3 Manejo del ensayo

El ensayo se estableció en los invernaderos de la empresa, Plantabal, ubicado en el Km 4 vía a Valencia Provincia de los Ríos-Ecuador la cual cuenta con las instalaciones adecuadas para el desarrollo del mismo. Periódicamente se realizó observaciones para dar de riegos frecuentes.

3.3.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Uso de fuentes primarias para los objetivos 1 y 2 a través de la observación directa para la recolección de información de la especie forestal y para el posterior análisis, las fuentes secundarias para el objetivo 3, que conlleva el análisis de información, además de revisar documentación de revistas y documentos alusivos a la investigación.

3.3.3 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizó un formato para levantamiento de información en el campo para el registro de información del aspecto técnico de cada tratamiento, las variables sobrevivencia, diámetro, altura, se utilizó un flexómetro para la altura y para el diámetro de tallo se utilizó un calibre o pie de rey como instrumento, Luego de que se obtuvo la información, se procesó la información mediante el uso de paquetes informáticos los cuales permitieron el análisis de datos y comparación de medias se empleará el software estadístico stargrafic Plus 5.1. para proceso de además de hoja electrónica Excel, cuadernos, cámara fotográfica.

3.3.4 FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizaron semillas de Teca que fueron donada por la empresa Plantabal, la cual brindo las facilidades de utilizar los laboratorios que se encuentran ubicados en sus empresas, para realizar el protocolo de mutagénesis se empleó EMS en diferentes porcentajes mezclados con agua en cada tratamiento se utilizaron 200 semillas las misma que primero se realizó una prueba de germinación de las mismas y determina la calidad de la semilla.

Para determinar el porcentaje de germinación de las plántulas se realizó a través de la observación visual y determinar el número de plantas vivas por cada tratamiento, y con el objetivo de determinar cuál es el efecto del EMS en las plántulas.

3.3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.3.5.1 Variables a evaluar

3.3.5.2 Porcentaje de Germinación

A los 30 días después de la siembra se procedió a evaluar el número de plantas germinadas por cada tratamiento, y para establecer el porcentaje en cada tratamiento se empleará la siguiente fórmula:

$$PG = (\text{número de plantas germinadas/número de plantas totales}) \times 100.$$

3.4.5.3 Sobrevivencia

A los 60 días después de la siembra se procedió a evaluar el número de plantas vivas por cada tratamiento, y para establecer la sobrevivencia en cada tratamiento se empleará la siguiente fórmula:

$$\text{Sobrevivencia} = (\text{número de plantas vivas/número de plantas totales}) \times 100$$

3.4.5.4. Altura de planta.

A los 60 días después de la siembra se procedió a evaluar la altura de plantas, empleando una regla graduada en centímetros. Se considerará la altura desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal de la planta.

3.4.5.5. Diámetro del tallo.

A los 60 días después de la siembra se procedió a evaluar el diámetro del tallo, empleando un calibrador. Se midió a una altura de 1 cm del suelo.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL (EMS) EN SEMILLAS DE TECA

4.1.1 VARIABLE GERMINACIÓN

En esta investigación se presentó el efecto de diferentes concentraciones de EMS. Las manifestaciones morfológicas diferentes, se incrementaron a medida que se aumenta las concentraciones de este mutágeno.

Evaluando el efecto de la aplicación etil metano sulfonato (EMS) en semillas de teca, a los 30 días se pudo observar la germinación de las plántulas, misma que presentó diferencias significativas ($p < 0,05$). El tratamiento 2 (0,3%) obtuvo el mayor valor con un 68% de germinación, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Gráfico 1)

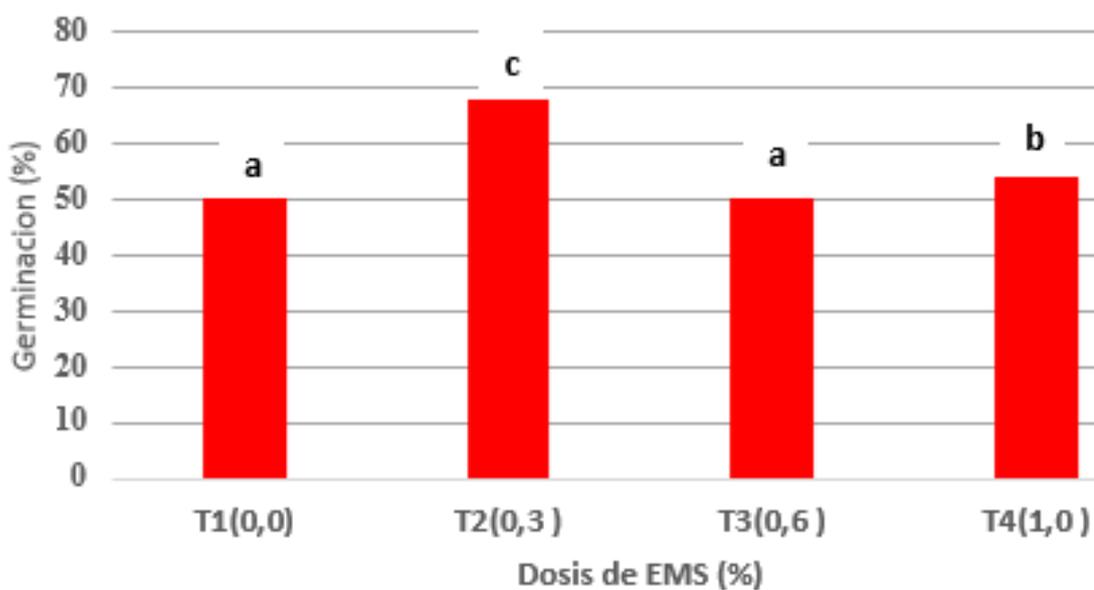


Gráfico 1. Porcentaje de germinación de semillas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.

4.1.2. VARIABLE SOBREVIVENCIA % (60 dds)

Valorando el resultado de la aplicación etil metano sulfonato (EMS), a los 60 días se logró observar el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas de teca, misma que presentó diferencias significativas ($p < 0,05$). El mayor porcentaje lo alcanzó el tratamiento 2 (0,3%) obteniendo un 68% de sobrevivencia, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Gráfico 2)

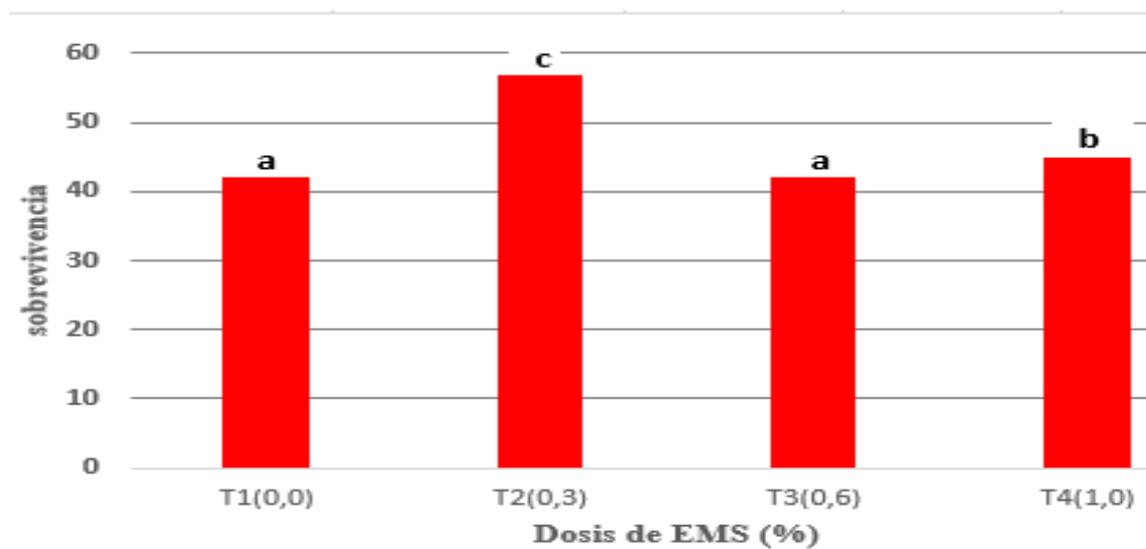


Gráfico 2. Porcentaje de sobrevivencia de semillas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 60 dds.

El efecto de la aplicación del (EMS) en sus diferentes dosis o concentraciones a los 60 días dds, en la variable sobrevivencia, presentó los mismos resultados de la variable germinación, mostrando el mayor resultado el T2 (0.3%). Lo que significa que todas las semillas que germinaron, obteniendo un valor de germinación de 68% se mantuvieron vivas hasta el final del trabajo.

Las semillas tratadas con el agente mutagénico EMS bajo un tiempo de inmersión de 8 horas, deberían registrar una leve tendencia a disminuir su germinación, con respecto al testigo, sin embargo, en este trabajo esta tendencia no se ve reflejado. Según describe Porch *et al.* (2009), el porcentaje de germinación, ha sido una variable decisiva en la determinación de la concentración óptima de EMS para establecer poblaciones de mutantes. A medida que se incrementa la concentración de EMS se afecta drásticamente el porcentaje de germinación, incluso provoca dilatación de la etapa de germinación (Wu, 2005), generando en muchos de los casos la muerte del embrión.

4.2 EFECTO FENOTÍPICO DEL EMS EN PLANTULAS DE TECA (30 dds)

4.2.1 DIÁMETRO DE TALLO (30 dds)

De forma general, se apreció que la aplicación de EMS no afectó el crecimiento del diámetro y desarrollo de las plantas a los 30 dds de. El diámetro del tallo a este tiempo de desarrollo presentó diferencias estadísticas no significativas ($p > 0,05$), siendo sin embargo el testigo (T1 solo agua) el que mostró el mayor valor (0.19 cm) (Gráfico 3).

Esta respuesta del efecto de las dosis de EMS, a los 30 días de la aplicación a la Teca, en diámetro de tallo, refleja que el EMS no influiría sobre la variable relacionada con el crecimiento diámetro en esta especie al menos en su etapa de plántula, pese a que se observa una tendencia a disminuir a medida que se incrementan las dosis de EMS (Gráfico 3).

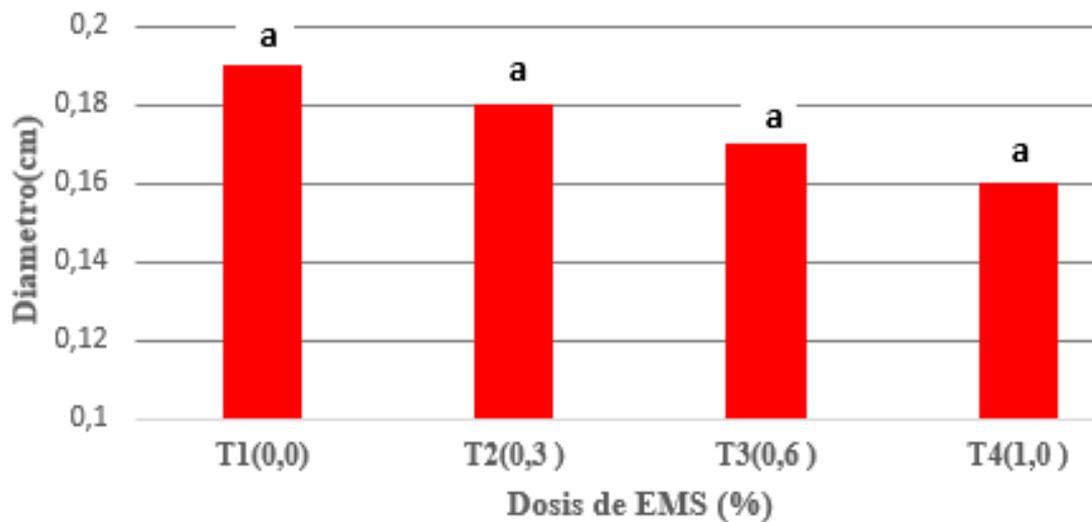


Gráfico 3. Promedio del diámetro de tallo de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.

4.2.3. ALTURA DE PLANTA DE TECA (30 dds)

La altura de las plantas no se vio afectada con la aplicación de EMS, a los 30 días de cultivo se midió la altura (cm), considerando desde la base al nivel del sustrato hasta el extremo superior el ápice de la planta. El análisis de varianza para esta variable no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p > 0,05$). Numéricamente, el tratamiento 2 (0,3%) registró el mayor valor con 5,98 cm (Gráfico 4).

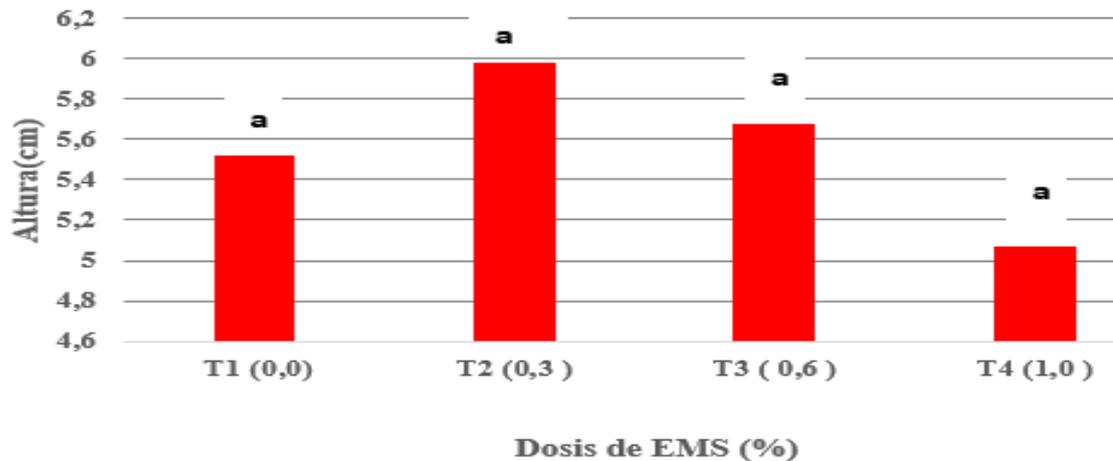


Gráfico 4. Promedio de altura de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas a los 30 dds.

De forma general se apreció que la aplicación de EMS no perturbó el crecimiento y desarrollo de las plantas de Teca. Las variaciones numéricas detectadas en altura a los 30 dds de la Teca, podría ser un indicador de efecto del mutagénico, dado que se evidencia que a medida que se incrementa la dosis de EMS la altura tiende a disminuir. Aunque, en otros experimentos, tal como lo expresan Gómez, Romero y Jiménez (1999), la altura de planta generada por los diferentes tratamientos mutagénicos en general es homogénea, en el caso de quinua.

4.2.4. DIÁMETRO DE TALLO (60 dds)

A los 60 días de cultivo se midió el diámetro de las plantas mostrándose diferencias no significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$), siendo muy similar entre los tratamientos. Tal cual como los ocurrido a los 30 dds. Lo que significa que no existe un efecto del mutagénico sobre la variable diámetro durante toda la fase de evaluación.

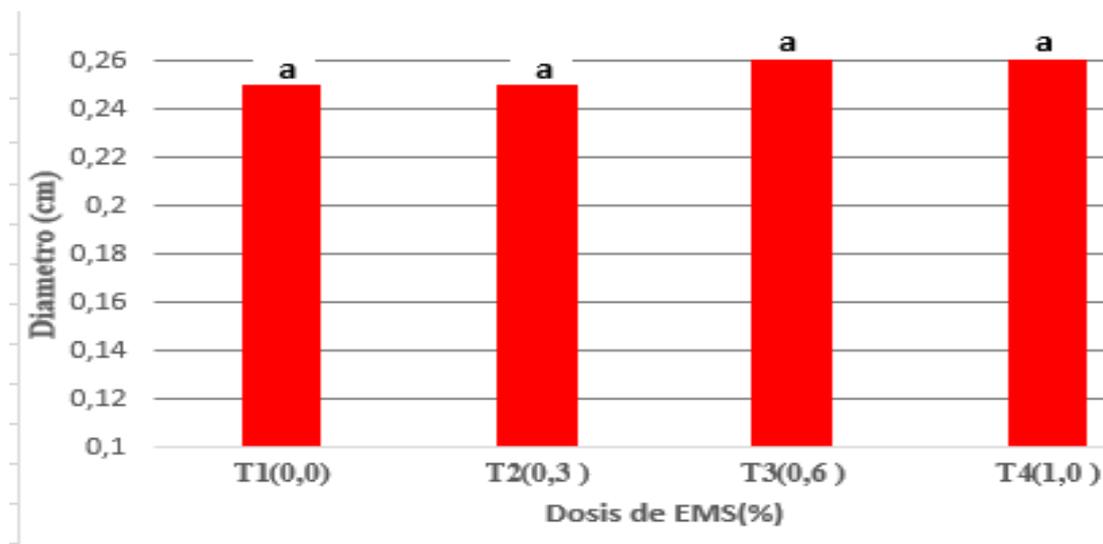


Gráfico 5. Promedio de diámetros del tallo de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas 60 dds.

4.2.5. VARIABLE ALTURA (60 dds)

En cuanto al tamaño de la planta con la lectura tomada a los 60 días (dds), esta variable mostró unos resultados muy llamativos. El análisis de varianza mostró que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos con un p-valor de 0.0045. El tratamiento 2 con 0.3% de EMS fue el que mostró mayor altura (17,13 cm) con relación a los demás, seguido del tratamiento 3 (0.6% de EMS) con 14,60 cm. Esta una de las variables que muestra una apreciable tendencia que concentraciones superiores a 0,3% de EMS afectan la altura de la plántula.

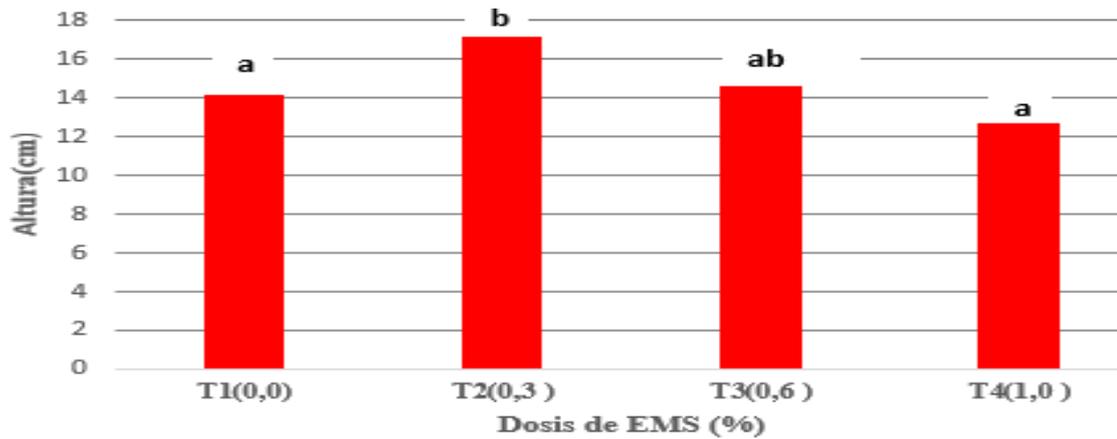


Gráfico 6. Promedio de alturas de plántulas de teca, sometidas a diferentes concentraciones de EMS, evaluadas 60 dds.

Según lo expuesto por Porch *et al.* (2009), entre los cambios fenotípicos observados en las plantas derivadas de semillas tratadas con EMS se destacaron el acortamiento de los entrenudos, raquitismo y enanismo. Resultados similares a los mostrados en teca cuando se usan concentraciones más elevadas (1%). Mientras que serían afirmaciones contrastantes a las registradas en el T2 (0,3%), quien contrariamente generó una mayor altura de las plantas en el mismo tiempo de evaluación.

4.3 CONCENTRACION DE EMS PARA INDUCCIÓN A MUTACIONES

La etapa final de esta investigación consistió en determinar que la dosis idónea para la inducción de mutaciones el cual fue el tratamiento dos el cual contiene (0.3%+agua). En dicho trabajo se probaron distintas concentraciones de EMS. Las distintas concentraciones fueron expuestas a períodos de tiempo similares (8 horas). Posterior a la exposición de las semillas al agente mutagénico, para determinar qué tratamiento presenta los mejores resultados.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Basado en los resultados obtenidos en la presente investigación, se derivan las siguientes conclusiones:

- La concentración de EMS sí incide en el porcentaje de germinación de las semillas, dosis elevadas de EMS (iguales o mayor esa 0,6%) disminuyen el porcentaje, mientras que dosis bajas (0,3%) mejoran la germinación.
- El EMS contribuye también sobre las variables relacionadas con el fenotipo de las plantas. Principalmente, la altura de las plantas se ve favorecida con la aplicación de dosis bajas de EMS (0,3%). Dosis elevadas de EMS (1%) influyen negativamente sobre el crecimiento.
- Apoyado en los datos registrados, se establece que la dosis adecuada para generar una población mutante en el cultivo de teca, es de 0,3% de EMS.

5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones de cuáles serían los efectos de la concentración de EMS en plántulas de otras especies forestales, y dosis similares, para confirmar los efectos de los tratamientos sobre el desarrollo de las plántulas.

Es importante considerar en investigaciones posteriores la evaluación de otras variables, respecto a altura y diámetro de la planta y analizar el comportamiento fenológico.

Se encomienda realizar nuevos ensayos con las dosis establecidas de etil metano sulfonato EMS, pero con una mayor cantidad de semilla y analizar su comportamiento fenológico y morfológico a través del tiempo.

En lo referente al tiempo de exposición de las semillas de Teca sumergidas en EMS, se propone realizar ensayos donde el tiempo no sea superior a 8 horas para determinar su influencia en la germinación de la semilla de Teca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Absorbers, W. F. (15 de 9 de 2018). Fucol. Obtenido de Fucol:

<https://docplayer.es/9538929-Tectona-grandis-l-f.html>

Alicante-Garcia. (05 de 01 de 2016). Ganancia genetica. Obtenido de Glosario :

<https://glosarios.servidor-alicante.com/biologia/ganancia-genetica>

Asoteca, (11 de 07 de 2015) Etiología De La ‘Muerte Regresiva’ En Teca En Ecuador
Y Rol De Insectos En Su Dispersión

http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wpcontent/uploads/2019/02/Proyecto_Teca_Muerte%20Regresiva.pdf

Chaix, G; Monteuuis, O; Garcia, C; Alloysius, D; Gidiman, J; Bacilieri, R; Goh, DKS.

2011. Genetic variation in major phenotypic traits among diverse genetic origins of teak (*Tectona grandis* L.f.) planted in Taliwas, Sabah, East Malaysia. *Annals of Forest Science* 68(5):1015-1026.

Chávez-Araujo. (1993). Mejoramiento de Plantas 1. Trillas. Mexico, p-1-136.

Corbera, E. ., (2012). Edicions Universitat Barcelona. En E. Corbera, *Genética médica* (pág. pp_32). Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.

Daquinta, M; Ramos, L; Capote, I; Lezcano, Y; Rodríguez, R; Trina, D; Escalona, M.

2001. Micropropagación de la teca (*Tectona grandis* L.F.). *Revista Forestal Centroamericana* 35: 25-28.

Elizalde, X. (10 de Junio de 2015). impacto de la producción y comercialización de teca. impacto de la producción y comercialización de teca, págs. p-5.

- Española, R. A. (2014). Germinacion. En R. A. Española, Diccionario de la lengua española (pág. PP:6). Barcelona: Espasa.
- FAO. (09 de 10 de 2018). Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. Obtenido de Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades: <https://www.onfcr.org/article/las-plantaciones-de-teca-en-america-latina-mitos-y-forestales>, R. m. (2014). Recursos Genéticos Forestales. Revista mexicana de ciencias forestales, pag 1-2.
- Flores Velasteguí, R. C. (2010). Plagas Y Enfermedades En Plantaciones De Teca (*Tectona Grandis L.f*) En La Zona De Balzar,Provincia Del Guayas. Researchgate.net, Pag-2.
- Fofana, IJ; Ofori, D; Poitel, M; Verhaegen, D. 2009. Diversity and genetic structure of teak (*Tectona grandis L.f*) in its natural range using DNA microsatellite markers. *New Forests* 37:175–195.
- Gomez, L. Romero, M., & Jimenez, J. y. (1999). Mejoramiento de la quinua (*Chenopodium quinoa*) mediante mutaciones inducidas. Tema 1: Recursos genéticos de los cultivos andinos. Primer taller internacional de Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. La Molina, Lima. Perú.
- Gonzales, M. y. (1997). Diversidad genética en hongos. En M. y. Gonzales, Diversidad genética en hongos (pág. p. 52). Mexico, Iruapo.
- Greene EA, C. C. (2003). Spectrum of chemically induced mutations from a large-scale reverse-genetic screen in *Arabidopsis*. *Genetics* 164 (2), 731–740.

- Griffiths A (1998) Introducción al análisis genético. Editorial Mc Graw Hill, quinta edición. Madrid – España.
- Groom, M. C. (2006). Principles of Conservation Biology . En M. C. Groom, Principles of Conservation Biology (pág. pp:162). Sunderland: Sinauer Associates.
- Gustafsson, A. T. (1954). Plant-breeding and m. Acta Agriculturae Scandinavica, p-633-699.
- Gutiérrez, J., & López, A. (2001). Mutagénesis. Díaz de Santos. En J. Gutiérrez, & A. López, Mutagénesis. (págs. pp:127-157). Colombia.
- Jerry, M. (2015). Advanced Organic Chemistry reactions, mechanisms and structure. New York: John Wiley & Sons, pp:32.
- Kodym A, Afza R (2003) Physical and chemical mutagénesis. Methods MolBiol 236:189-204
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal). 2009. Mejoramiento genético forestal para las especies roble, nogal, teca y aliso. Informe Técnico Convenio No. 023-05 IICA-MADR.
- Koornneef, M, Dellaert LW, Van der Veen JH (1982) EMS and radiation induce mutation frequencies at individual loci in Arabidopsis thaliana L. Heynh. Mutat Res 93: 109-23
- Leandro, L; Garzón, D; Murillo, O. 2003. Potencial de mejoramiento genético de propiedades de la madera de teca. In Simposio sobre la teca (26-28 nov. 2003, Heredia, CR). Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional.

- Lightner J, Caspar T (1998) In J Martinez-Zapater, J Salinas, *Methods on Molecular Biology*, Vol 82. Humana Press, Totowa, NJ, pp 91-104
- Medicines, E. a. (9 de 10 de 2018). European agency medicines. Obtenido de *Science and medicine*: <https://www.ema.europa.eu/>
- US National Library of Medicine. 2016. <http://toxnet.nlm.nih.gov/>
- Montenegro, F. 2008. Memoria técnica sobre las actividades resumidas de Fundación Forestal Juan Manuel Durini en Endesa Botrosa y el trópico, bajo la dirección ejecutiva de Fernando Montenegro S. Quito, Ecuador FFJMD 397 p.
- Murillo, O; Rojas, JL; Badilla, Y. 2003. *Reforestación Clonal*. 2 ed. Cartago, Costa Rica, ITCR. 36 p
- Murillo, O; Badilla, Y. 2004. *Calidad y valoración de plantaciones forestales*. Manual. Cartago, Costa Rica, ITCR. 51 p.
- Parrott, W. (2010). Genetically modified myths and realities. *New Biotechnology*, 27(5): 545.
- Porch, Timothy, G., Matthew W. Blair, Patricia Lariguet, Carlos Galeano, Clive E. Pankhurst, and William J. Broughton. 2009. Generation of a Mutant Population for TILLING. Common Bean Genotype BAT 93, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134 (3): 348-355.
- Rojas, F; Murillo, O. 2011. Avance en el uso de marcadores moleculares en la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal Genfores. In *Congreso Forestal Latinoamericano* (5. 18-21 oct., Lima, Perú).

- Ronnie de Camino. 2013. Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. Ronnie de Camino – Turrialbba, C. R: CATIE. 392 p.
- Soner and İlhan. 2007. TILLING (Targetting Induced Local Lesions In Genomes) Technology for Plant Functional Genomics. Journal of Applied Biological Sciences 1 (1): 77-80,
- Suatunce, j; Díaz, G; García, L; Ramos, L; Tapia, C; González, B. 2009. Tectona grandis L.f. (teca). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 56 p.
- Uzogara, S. G. (2000). The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: A review. Biotechnology Advances, 18(3): 179.
- Verhaegen, D; Fofana, IJ; Logossa, ZA; Ofori, D. 2010. What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis*) introduced in Africa and in Indonesia? Tree Genetics and Genomes 6(5):717-733.
- Walker, A. (2016). Enciclopedia de la madera. En A. Walker, Enciclopedia de la madera (pág. pp:34). Barcelona: Blum.
- Weaver, P. L. (16 de 12 de 2018). *Tectona grandis* L.F. Teca. Producción de semillas y su diseminación. Obtenido de *Tectona grandis* L.F. Teca. Producción de semillas y su diseminación: <http://www.fs.fed.us/globaliitf/Tectonagrandis.pdf>
- Wu JL, W. C. (2005). Chemical-and irradiation-induced mutants of indica rice IR64 for forward and reverse genetics. . Plant molecular biology, 85-97.
- Zobel, B; Talbert, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. New York, Wiley & Sons. 505 p

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de Urkund

Quevedo, 25 de junio del 2019

Ing.

Roque Vivas

DIRECTOR DE POSTGRADO UTEQ

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de investigación titulado "**EFEECTO DE LA CONCENTRACION DE ETIL METANO SULFONATO (EMS) EN EL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE PLANTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.) EN ETAPA DE VIVERO, AÑO 2019.**" de autoría del señor ING. VICTOR ENRIQUE FUENTES PARAMO, estudiante de la MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE, del cual fui designado Profesor Tutor de Trabajo de investigación. Proyecto que ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las páginas preliminares de caratula, declaración de auditoria, certificación, agradecimientos, dedicatoria, índices, entre otras fuentes que no son utilizadas en el texto de la tesis.

URKUND

Documento	Tesis Victor Fuentes Urkund.doc (D54147996)
Presentado	2019-06-25 12:19 (-05:00)
Presentado por	Camilo (cmestanza@uteq.edu.ec)
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis Victor Fuentes Segunda Revision Mostrar el mensaje completo 4% de estas 14 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (96%) y similitud (4%) de URKUND.

Atentamente,


Dr. Camilo Mestanza Uquillas

DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Análisis de varianza observadas en los tratamientos y el testigo en la variable germinación.

%Germinación30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Germinación30	20	1,00	1,00	7,2E-08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1095,00	3	365,00	228704537598641000,00	<0,0001
Tratamiento	1095,00	3	365,00		sd sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	1095,00	19			

Anexo 3. Porcentaje de germinación a los 30 días (dds) (Test: tukey 0,05 %)

TRATAMIENTO	VARIABLE	SIGNIFICANCIA
T1(0%)	Germinación	a
T2(0,3%)	Germinación	b
T3(0,6%)	Germinación	a
T4(1%)	Germinación	c

Anexo 4. Análisis de varianza observadas en los tratamientos y el testigo en la variable diámetro de planta a los 30 dds.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,5E-03	3	8,3E-04	2,78	0,0750
Tratamiento	2,5E-03	3	8,3E-04	2,78	0,0750
Error	4,8E-03	16	3,0E-04		
Total	0,01	19			

Anexo 5. Diámetro de tallo a los 30 días (dds) (Test: tukey 0,05 %)

TRATAMIENTO	VARIABLE	SIGNIFICANCIA
T1(0%)	Diámetro	a
T2(0,3%)	Diámetro	a
T3(0,6%)	Diámetro	a
T4(1%)	Diámetro	a

Anexo 6. Análisis de varianza observadas en los tratamientos y el testigo en la variable altura de planta a los 30 dds.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,17	3	0,72	2,25	0,1221
Tratamiento	2,17	3	0,72	2,25	0,1221
Error	5,14	16	0,32		
Total	7,31	19			

Anexo 7. Altura de planta a los 30 días (dds) (Test: tukey 0,05 %)

ALTURA DE LA PLANTA 30 (dds)		
TRATAMIENTO	VARIABLE	SIGNIFICANCIA
T1(0%)	Altura	a
T2(0,3%)	Altura	a
T3(0,6%)	Altura	a
T4(1%)	Altura	a

Anexo 8. Análisis de varianza observadas en los tratamientos y el testigo en la variable diámetro de tallo a los 60 dds.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,0E-04	3	2,3E-04	0,24	0,8698
Tratamiento	7,0E-04	3	2,3E-04	0,24	0,8698
Error	0,02	16	9,9E-04		
Total	0,02	19			

Anexo 9. Diámetro de tallo a los 60 días (dds) (Test: tukey 0,05 %)

DIÁMETRO DE TALLO 60 (dds)		
TRATAMIENTO	VARIABLE	SIGNIFICANCIA
T1(0%)	Diámetro	a
T2(0,3%)	Diámetro	a
T3(0,6%)	Diámetro	a
T4(1%)	Diámetro	a

Anexo 10. Análisis de varianza observadas en los tratamientos y el testigo en la variable altura de planta a los 60 dds.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50,92	3	16,97	6,34	0,0049
Tratamiento	50,92	3	16,97	6,34	0,0049
Error	42,86	16	2,68		
Total	93,78	19			

Anexo 11. Altura de planta a los 30 días (dds) (Test: tukey 0,05 %)

ALTURA DE LA PLANTA 60 (dds)		
TRATAMIENTO	VARIABLE	SIGNIFICANCIA
T1(0%)	Altura	a
T2(0,3%)	Altura	b
T3(0,6%9	Altura	ab
T4(1%)	Altura	a

Anexo 12. Fotografías del proceso de investigación



a) Día siembra empresa Plantabal.

b) colocación de las bandejas de germinación sitio final.



c) germinación de las plantas de Teca.



d) riego frecuente a las plantas de Teca.



c) Plantas de Teca a los 30 días.



e) Plantas de Teca a los 60 días.



f) lectura de altura.



g) lectura de diámetro.

