

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN.

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático, desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones, tanto naturales como producidas por el hombre. La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios de la humanidad.

Los cítricos son un conjunto de especies, que pertenecen al género citrus, desempeñan un papel destacado en la alimentación de muchas personas en el mundo entero. Una característica del género es la presencia, en todos los órganos de la planta de un aceite esencial que le da su olor característico. Las especies que engloba este grupo proporcionan notables cantidades de vitamina C, minerales (calcio y fósforo).

La producción de cítricos tiene una amplia difusión en el mundo. De acuerdo con la información de la FAO las frutas cítricas son producidas, bajo diferentes condiciones climáticas y agronómicas, en más de 80 países en todo el mundo. El cultivo de los cítricos no sólo tiene importancia desde el punto de vista de generación de empleo e ingresos, sino que también contribuye a completar los requerimientos nutricionales en muchos países de escasos recursos (FAO, 2010).

Se pronostica que los dos principales países productores, Brasil y los Estados Unidos, mantendrán su liderazgo. (Brasil) y los Estados Unidos continuarán siendo las dos más grandes regiones productoras de naranja para su procesamiento en el mundo. Debido al crecimiento del consumo de cítricos, se tiene pronosticado que España aumentará la producción de tangerinas. China también expandirá su producción y consumo de naranjas y tangerinas, además con toda probabilidad, también se convertirá en un importante mercado para los cítricos procesados y el pomelo fresco. Otros países productores de América Latina, como Argentina, México, Cuba, Belice y Costa Rica, continuarán aumentando su producción, aunque a un paso menos acelerado. A excepción de España, se prevé que otros países europeos continuarán experimentando pequeñas reducciones en la producción (Spreeen, Thomas H, 2001).

En Bolivia los cítricos fueron introducidos por los españoles y árabes especialmente los comerciantes de la época, éstos introdujeron a zonas como Tarija, Los Yungas (La Paz), parte del Chaco Chuquisaqueño (Huacareta, Rosario del Ingre, Monteagudo, San Juan del Piraí); de ahí se extendió a otros departamentos del país, a nivel Comercial se cultiva en los departamentos de Cochabamba (Chapare) y Santa Cruz (Yapacaní, Porongo y la Zona Sur de la Chiquitanía y otras comunidades), (Rodríguez, 2007).

El uso de diferentes portainjertos en la producción de cítricos contribuye a obtener injertos con buena compatibilidad entre patrón (portainjerto) e injerto y favorece en la prevención de ataque de enfermedades principalmente en diferentes situaciones agroclimatológicas y ambientales, como es el caso de Bolivia. La propagación de este grupo de especies se lleva a cabo casi exclusivamente mediante injertos sobre patrones de semillas, que en muchos casos tienen un origen apomítico. Este tipo de propagación, que en general requiere una gran superficie y resulta algo más tardado, se encuentra limitado por la época del año y la obtención de semilla adecuada, además de que puede promover la transmisión de enfermedades, especialmente sistémicas.

Uno de los principales inconvenientes en la producción agrícola, es el suministro adecuado y oportuno de semillas. Para el caso de los cítricos la gran limitante está en la producción del material de propagación que se da a nivel de semilleros, debido a que cerca del 40% del material que se siembra se pierde por mala calidad fisiológica en las semillas y por no contar con los sustratos adecuados para el desarrollo de las plántulas (Alberto Sanínt comunicación personal, 2011).

Waite (1978), indica que la mandarina cleopatra es muy resistente sobre todo al hongo *phytophthora ssp*, el cual producen la podredumbre del tronco y de la raíz, esta especie también tolera suelos húmedos por lo que tiene un crecimiento lento en los primeros años en viveros siendo esta un buen pie para variedades tempranas por lo que la hace una planta de buen vigor.

En el municipio de Bermejo se ha venido utilizando. la mandarina cleopatra, ya que es un portainjertos tolerante a la tristeza de los cítricos de buen comportamiento general sin ser excelente. Sus mejores cualidades pueden ser posiblemente su tolerancia a los principales virus

conocidos, ofrece una buena producción y calidad de fruta, se adapta a suelos algo pesados, es resistente a los suelos salitrosos y al frío, es medianamente resistente a la gomosis y las sequías, estando así entre los portainjertos más utilizados en la citricultura en la región.

1.1 Planteamiento del problema.

El Municipio de Bermejo se caracteriza por ser una región con gran potencial para la agricultura, en especial para el cultivo de plantas tropicales frutícolas.

En nuestro municipio existe una factoría de cítricos, la cual hasta el momento no está en funcionamiento, son varios los factores involucrados, uno de ellos la baja superficie cultivada de cítricos. La necesidad de los productores de cítricos es de producir plantas que sean mejoradas o injertadas con patrones que sean resistentes a plagas y enfermedades, y así también poder producir la mayor cantidad de cítricos, ya sea para proveer a la factoría de cítricos, mercado local y/o mercado externo.

1.2 Justificación.

La producción de cítricos en la región de Bermejo, durante los últimos años ha sido tomada muy en cuenta por la importancia económica que esta representa a la hora de pensar en alternativas viables para subsistencia de algunos sectores.

El patrón o porta injerto debe reunir una serie de características como, un rango de adaptabilidad a las condiciones del suelo, condiciones climáticas de la zona, resistencia a las enfermedades tales como la gomosis, tristeza y otras, como también debe presentar una buena compatibilidad de tejidos con la variedad a injertar.

En Bermejo se ha venido utilizando la variedad de mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan) como patrón o porta injerto, que ha respondido con resultados aceptables.

La aplicación de métodos pre germinativos reduce la latencia de las semillas provocando una rápida germinación, por tal motivo se realizó este trabajo con los diferentes tratamientos a la semilla y poder obtener buenos resultados con estos nuevos métodos. También, este trabajo servirá como una referencia bibliográfica a los citricultores, a los estudiantes y docentes de nuestra carrera, e instituciones vinculadas al cultivo de cítricos.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

- Evaluar la germinación en semillas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.– Var. Cleopatra), por diferentes métodos de escarificación para acelerar la germinación y el establecimiento de las plántulas, en el Municipio de Bermejo.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar cuál de los métodos de escarificación acelera la germinación en semillas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan– Var. Cleopatra).
- Evaluar para su establecimiento de las plántulas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra), a los 90 días.

1.3.3 Hipótesis cero o nula.

Aplicando los diferentes métodos de escarificación para evaluar la germinación de la semilla de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra), no influye en el proceso de germinación.

CAPITULO II.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 ORIGEN.

Morin (1980), explica que las principales especies de cítricos se agrupan bajo los géneros de Citrus, Fortunella y Poncirus, todas ellas pertenecen a la familia de la Rutaceae. Estos tres géneros son probablemente las más estudiadas por el hombre desde los puntos de vista botánico y frutícola. Es considerado que el continente Asiático es el origen de los cítricos, y se presume que varias de ellas provienen de las faldas de Himalaya en el Noreste de India y cerca de Burma.

Praloran (1987), menciona que el origen del género Citrus, se sitúa en el sureste de Asia y el centro de China y Filipinas. Las primeras variedades e híbridos de cítricos fueron el resultado de un largo proceso de identificación, colecta y reproducción de plantas silvestres.

2.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL.

Sánchez (2005), indica que los dos mayores productores de cítricos en el mundo son Brasil y Estados Unidos participando respectivamente con el 21,4% y 14,5% de la producción mundial. Le siguen en importancia económica China, México, España e India, representando en conjunto el 27,6% del total mundial. Otros productores que merecen mencionarse son Irán, Italia, Argentina, Egipto y Turquía.

Villegas (2003), menciona que la producción de cítricos injertados da en gran escala donde se planta desde la época de los 60 hasta hoy. A escala mundial registrada en los años 1995 a 2000, muestra un incremento paulatino, por la demanda de los productos.

2.3 PRODUCCIÓN EN BOLIVIA.

Villegas (2003), indica que Bolivia presenta una producción de cítricos de 2000 tm/ha, los cítricos ocupan un segundo lugar en la producción respecto a los demás cultivos que sostiene la economía provincial. Bolivia tiene una extensión de 1.098.581 Km² y la superficie cultivada es de alrededor de 20.000 Km², es decir, sólo el 1,8% de su territorio.

IBTA (1996), concluye que dentro de lo que es la diversidad agrícola en la zona del Alto Beni principalmente con especies cítricas se ha encontrado con mayor énfasis la multiplicación de este material ya que muestra una amplia mejora de adaptabilidad en todas las Zonas tropicales de Bolivia, América, y el mundo. En este afán la E.E.S (Estación Experimental de Sapecho), viene encarando este trabajo con miras a satisfacer las demandas de los agricultores y también de otras regiones para incursionar en la explotación comercial de este importante rubro en todas las técnicas de manejo.

2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA MANDARINA CLEOPATRA.

Árbol. - pequeño de 2-6 m de altura, con tronco con frecuencia torcido, generalmente sin espinas ramillas angulosas.

Hojas. - Oblongo-ovales, elípticas o lanceoladas, de 3.5-8 cm y 1.5-4 cm de anchura, con la base y el ápice obtusos. Margen aserrado por encima de la base. Son de color verde oscuro brillante en el haz y verde amarillento en el envés, fragantes cuando se las tritura. Pecíolos con ala muy corta.

Flores. - pentámeras, de color blanco, olorosas, de 1.5-2.5 cm de diámetro. 18-23 estambres, casi libres, inflorescencias axilares o terminales con 1-4.

Frutos. -Son de 4-7 cm de longitud y 5-8 cm de diámetro, 3 globoso-deprimidos. su color varía de amarillo verdoso al naranja y rojo anaranjado. La cáscara es delgada, muy fragante, separándose fácilmente de la pulpa. Pulpa jugosa y dulce, refrescante. Semillas oblongo-ovoides (ANACAFE, 2004).

2.5 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Fuente: (Herbario Universitario T.B., 2024)

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Sub División: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Sub Clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Geraniales

Flia: Rutaceae

Nombre científico: *Citrus reshni* Hort. ex Tan.

Nombre común: Mandarina Cleopatra

2.6 REPRODUCCIÓN EN LOS CÍTRICOS

2.6.1. Tipos de reproducción.

La reproducción en los cítricos puede ser sexual o asexual. En la reproducción sexual, se forman células especializadas llamadas gametos y la fusión del gameto masculino y femenino lleva a la formación del embrión y posteriormente a la semilla. El otro tipo de reproducción presente en los cítricos es la apomixis, forma de reproducción asexual, en la cual la formación del embrión se da sin que tenga lugar la fecundación (Poehlman y Sleper, 2003).

2.6.2. Floración.

La floración es la primera fase del proceso reproductivo y culmina con la antesis. La misma, tiene lugar tras un largo período juvenil cuya duración depende tanto de las condiciones medioambientales como de la especie y la variedad. Se inicia con la inducción floral y continúa con la diferenciación y maduración de los elementos florales. Las condiciones climáticas, principalmente la temperatura y el aporte hídrico, regulan la inducción floral en los cítricos (Tadeo et al., 2003).

En nuestras condiciones las bajas temperaturas otoñales e invernales son las que promueven la inducción floral, teniendo en general una única floración al año, en primavera. En condiciones

tropicales el estrés hídrico es el principal factor controlando la inducción floral, presentándose varios ciclos de floración al año (Gravina, 1999).

2.6.3. Polinización.

La polinización es la transferencia de granos de polen de la antera al estigma. Cuando el polen de una flor es transportado al estigma de la misma, o de una flor de la misma planta o clon de la variedad se denomina autopolinización. Sin embargo, cuando es transportado al estigma de una flor de otra variedad o especie, diferente genéticamente, se denomina polinización cruzada (Frost y Soost 1968, Abros 2012).

Los cítricos presentan polen pesado y viscoso difícilmente transportado por el viento, pero que fácilmente se adhiere al cuerpo de los insectos, por lo que la polinización es principalmente entomófila, siendo las abejas melíferas los principales polinizadores. Las flores de los cítricos presentan cuatro características que las hacen atractivas para los insectos: corola vistosa, fuerte perfume, su polen y abundante néctar (Frost y Soost, 1968).

2.6.4. Fecundación.

En los lóculos, los tubos polínicos llegan al saco embrionario a través del micrópilo, donde un anterozoide (n) se fusiona con la oófita (n) formando el cigoto ($2n$). El otro anterozoide se fusiona con los núcleos polares ($2n$) formando el endosperma ($3n$). El endosperma es de vital importancia para el desarrollo del embrión, y desaparece junto con la nucela, a medida que éste crece. El mismo acumula almidón durante el crecimiento, dada la fuerza fosa que le da el embrión (Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996).

2.6.4.1. Formación de semillas.

La semilla de los cítricos está formada por dos cotiledones y puede ser mono o poliembriónica, pudiendo contener de 1 a 7 embriones (Frost y Soost, 1968). Solamente uno de los embriones deriva de la fusión sexual, siendo el resto embriones nucelares e idénticos genéticamente a la planta madre. Por lo tanto, en una misma semilla existen embriones con carga genética diferente (Tadeo et al., 2003).

2.6.5. Cuajado y fructificación.

La fructificación es el proceso mediante el cual el ovario crece y se desarrolla hasta convertirse en un fruto maduro, tanto fisiológicamente como comercialmente. El cuajado está definido en sentido estricto, como el reinicio del crecimiento del ovario, posterior a la antesis, y en un sentido amplio, es el período en el cual el fruto puede sufrir abscisión. El cuajado y desarrollo inicial del fruto depende de factores endógenos y exógenos (Gravina, 1999).

Una medida para mejorar el cuajado es reducir la intensidad de floración, con aplicaciones de GA3 durante el proceso de inducción floral (otoño invierno). Esta reducción de la brotación, viene acompañada de una redistribución del tipo de brote, aumentando el porcentaje de brotes de flores con hoja (que presentan mayor cuajado), y reduciendo los generativos, lo que explica conjuntamente el incremento de frutos que llegan a cosecha (Agustí et al., 2003).

2.7 CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA DEL GÉNERO CITRUS.

Las semillas de cítricos, órganos preparados para la supervivencia de las especies, están constituidas por tres partes fundamentales con funciones específicas, estas son. embrión o embriones pueden existir varios en una semilla. Cada uno de ellos está compuesto por hipocotíleo, plúmula, y radícula, los dos últimos constituyen los rudimentos del tallo y la raíz (Agustí et al., 2003b).

Morales (1970), indica que las semillas de los cítricos es que ésta conserva su poder germinativo por muy poco tiempo una vez extraída de la fruta. La semilla en condiciones normales ambientales experimenta un proceso de desecación progresivo que termina por anular su viabilidad.

En las plantas superiores la semilla es el resultado de la fecundación del óvulo y da origen a una planta con el código genético de los progenitores. Como una excepción las semillas de algunos géneros de la familia rutácea conjuntamente con el embrión cigótico producen varios embriones sin fecundación sexual en lo que se conoce como apomixis o poliembrionía. Las plántulas que nacen a partir de los embriones desarrollados sin intervención sexual, producto de la diferenciación de las células de la nucela, son idénticas (Gravina, 1999).

2.7.1. Poliembrionía.

Morín (1983), Es el fenómeno por el cual se forman en la semilla más de un embrión, independientemente del origen de los mismos, los embriones se pueden originar del cigoto, de las sinergias, las antípodas, la nucela o del tegumento se dice que la poliembrionía es simple cuando en un mismo saco embrionario se desarrollan varios embriones, y múltiple cuando éstos se forman en varios sacos embrionarios.

2.7.2. Clases de semillas.

Johnston (1983), manifiestan que el número y tamaño, de las semillas por fruto varía grandemente, frutos provenientes de zonas frías contienen menos semillas que aquellos de áreas cálidas. Además, el número y tamaño de semillas de árboles individuales varía de una estación a la otra y los frutos en años de mayor producción contienen un mayor número de semillas.

En el caso de los Citrus, se encuentra un embrión normal de origen sexual y otros que evolucionan a partir de la nucela del óvulo; por lo que estos últimos son idénticos a la planta madre, y por su característica de rusticidad son utilizados como patrón de injerto (Villegas, 2000).

2.7.2.1. Semillas recalcitrantes.

Villalobos (2010), indica que son semillas incapaces de sobrevivir luego de una deshidratación completa por lo general estas semillas son de vida media muy corta, la cual no se incrementaba con la deshidratación. Muchas de las semillas de las regiones tropicales y subtropicales, como el cacao, el aguacate, los cítricos y el mango pertenecen a este grupo.

2.7.2.2. Semillas ortodoxas.

Villalobos (2010), indica que las semillas ortodoxas son aquellas que adquieren la tolerancia a la desecación durante su desarrollo y pueden llegar a alcanzar contenidos de agua inferiores al cinco por ciento y aun así retener su viabilidad por periodos predecibles de tiempo, conforme el contenido de agua de las semillas disminuye la interacción entre el agua y los solutos se torna cada vez más fuerte presentando las características de una solución concentrada

2.8 OBTENCIÓN DE SEMILLAS.

2.8.1. Extracción de la semilla.

F.A.O. (1998), manifiesta que la semilla se extrae de frutos maduros haciendo una incisión superficial en el fruto y separándole en dos mitades, debe tenerse cuidado de no cortar las semillas el contenido se exprime sobre un tamiz de malla suficientemente grande para permitir el paso del jugo y la pulpa y la superficie de las semillas se seca inmediatamente a la sombra. El fruto puede deberse también fermentar en barriles de agua después de la cual la semilla separa con agua de la más pulposa utilizando un tamiz como en el caso anterior. Las semillas poco desarrolladas flotan, mientras que las buenas se hunde y la germinación se reduce, si las semillas permanecen largo tiempo en el jugo del fruto.

2.8.2. Secado de semillas

F.A.O. (1998), indica que para la conservación las semillas deben ser secadas a la sombra y desinfectadas. En estas condiciones, la duración de las semillas en buen estado depende de la especie de que se trate.

I.S.T.A. (1993), manifiesta que el secado natural es más barato y más que el artificial. Se fundamenta en el calor del sol y el intercambio de aire y se efectúa por el nivel de humedad relativa.

Willan (1991), indica que durante el tiempo de secado de las semillas deben ser constantemente revueltos para propiciar un secado homogéneo y suficiente aireación a todo el lote para lograr una mayor homogeneidad en el secado. El proceso debe ser cuidadosamente supervisado para evitar el efecto de condiciones inapropiadas tales como cambios bruscos de temperatura, exceso de humedad, pérdida de material u otras que afectan directamente la calidad de la semilla.

2.8.3. Almacenamiento de semillas

Villegas et. al. (2005), sostienen que el tratamiento con los productos químicos funguicidas es efectivo en la conservación de la viabilidad de las semillas en almacenamiento hasta seis meses.

El contenido de humedad en las semillas fue el factor que tuvo mayor efecto para conservar su viabilidad por 12 meses.

Roberts (1972), explica así, en general, la conservación de las semillas se obtiene por la disminución de su actividad metabólica, reduciendo el contenido de agua y manteniéndolas con temperatura baja.

Niembro (1990), indica que el problema principal de este método de germinación es el almacenamiento y el ataque de hongo. Para evitar la germinación es recomendable bajar la temperatura. Además, se han probado también varios inhibidores de germinación que ocurren naturalmente en los jugos de ciertos frutos, por ejemplo, el ácido abscísico o el coumarin.

2.9. ALMÁCIGO.

Sánchez (2005), recomienda que es conveniente usar tierra nueva, es decir no hacer semilleros repetidamente en el mismo lugar, y adicionarles una cantidad de fertilizante orgánico, rico en nitrógeno, varias semanas antes de la siembra.

2.10. DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO.

Huayhua (2006), menciona que la desinfección del terreno se puede realizar con agua hervida, aplicar abundante agua caliente sobre la superficie a almacigar con la ayuda de una regadera, dejar secar por lo menos durante dos días antes de almacigar.

Herbas (1981), manifiesta que también se puede utilizar el calor seco para esterilizar el suelo y utensilios. Tratamiento con agua caliente para erradicar patógenos, a este método de inactivación del patógeno es conocido como “Termoterapia”.

2.11. PUREZA FÍSICA DE SEMILLAS.

Hartmann y Kester (1997), señala que pureza es el porcentaje en peso de semillas puras presentes en la muestra. La designación semilla pura se refiere a la especie, cultivar o tipo de semilla que está presente en forma principal en el lote. Después que se ha pesado la muestra de

trabajo, se divide visualmente en; (a) la semilla pura de la clase en consideración; (b) semillas de otros cultivos, (c) semillas de malezas; (d) material inerte, incluyendo estructuras de tipo de semillas, semillas vanas o quebradas, tierra, piedras y otras basuras.

2.12. VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS.

F.A.O. (1998), aclara que la mejor manera de averiguar su viabilidad es con una prueba de germinación, ya que otros procedimientos, como la prueba del tetrazolio o el uso de espirómetros, son complicados y frecuentemente no dan resultados satisfactorios. Otra prueba, la que se realiza con rayos X, sólo es útil para verificar la cantidad de semillas dañadas o parasitadas de una muestra.

Zalles (1988), sintetiza que la capacidad potencial que posee una semilla para germinar, esta capacidad depende, por un lado, del estado de madurez de la semilla y el otro de su capacidad, que significa tamaño, color, contenido de humedad, etc. Existen dos posibilidades prácticas para determinar rápidamente la viabilidad de la semilla, prueba de flotación y prueba de martillo.

2.13. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GERMINACIÓN.

2.13.1. Humedad.

I.S.T.A. (1993), señala que el comportamiento del contenido de humedad depende de la humedad relativa en correlación directa con la temperatura. A una elevación de temperatura aumenta la capacidad de retención de humedad del aire y por tanto su humedad relativa.

Willan (1991), manifiesta a medida que aumenta la humedad relativa, disminuye la eficiencia en la pérdida de contenido de humedad. El equilibrio higroscópico ocurre cuando la semilla se hace equivalente la humedad relativa y el contenido de humedad de la semilla.

Rojas (1984), concluye que la semilla presenta un alto contenido de humedad y se utiliza temperaturas altas puede perder rápidamente la capacidad de germinación o el vigor o inducir en tiempo de dormancia secundaria. El contenido de humedad final y adecuada para su conservación, depende de cada especie.

2.13.2. Temperatura.

Trujillo (1997), enfatiza a temperatura usada en el proceso de secado debe variar en función de su naturaleza y el contenido de humedad inicial. La temperatura debe ser gradual aumentando en la medida que va bajando el contenido de humedad de la semilla.

Barcelo (1983), sintetiza que uno de los principales y más influyentes factores de la germinación, se han reportado rangos mínimos por encima de 0°C, óptimo entre 25 y 31°C, máximo de 40-50°C. El factor desencadenante es la variación de la temperatura, por debajo o por encima de estos límites puede ocurrir la muerte de la semilla.

2.13.3. Luz.

Willan (1991), manifiesta que la sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo a la especie. Algunas semillas se estimulan positivamente por la luz y otras negativamente. La respuesta de las semillas a la luz, está ligada a una cromoproteína denominada "Fotocromo", pigmento responsable de atraparla.

I.S.T.A. (1993), aporta que la luz activa el fitocromo y este a su vez favorece la producción de giberelinas estimulante de la germinación. La necesidad de luz en las semillas se reduce a medida que se acerca al nivel óptimo de la germinación.

2.14. GERMINACIÓN.

F.A.O. (1998), indica que falla la germinación cuando la semilla se seca demasiado y se separan los cotiledones. A menos que se plante inmediatamente es preferible estratificar la semilla en arena o tierra mojada. Siendo el medio mejor la arena libre de toda impureza para un almacenamiento prolongado.

Delvin (1974), aporta que la germinación de las semillas puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considere necesario para que este proceso tenga lugar. Así en ausencia de agua, de la temperatura adecuada o de la mezcla gaseosa conveniente, la germinación queda bloqueada, cubierta seminal dura impermeable al agua a los gases.

2.14.1. Clases de germinación.

2.14.1.1. Germinación epigea.

Azad (1993), después de emerger la raíz primaria se alarga el hipocotilo, se forma un arco y finalmente empuja los cotiledones y la joven yema por encima del suelo. Los cotiledones se tornan verdes, se expanden y constituyen los primeros órganos fotosintéticos de la plántula. A continuación, se produce el desarrollo del epicotilo y yema terminal.

Hartmann y Kester (1997), explica que, en un tipo de germinación epigea, el hipocotilo se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo.

2.14.1.2. Germinación hipogea

Devices y Albrigo (1999), la germinación de la semilla de cítricos es hipogea, es decir, los cotiledones permanecen subterráneos.

2.14.2. Letargo de las semillas

Cosme (2002), manifiesta que dormancia, dormición, latencia, letargo, reposos y vida latente se refiere a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y en particular, de la germinación.

Medina (1977), argumenta los factores que más influyen en poner fin al estado de latencia conduce a la germinación, en condiciones naturales se puede clasificar:

- a.** Factores externos. Agua, temperatura, luz y sustancias químicas
- b.** Factores internos. Inhibidores, ritmos endógenos de germinación, maduración de las unidades dispersantes, etc.

2.14.3. Tipos de latencia.

Camacho (1994), señala que dormición física se manifiesta cuando, al final de las pruebas de germinación queda una cantidad de semillas cuyo volumen y dureza no se modifica y que se

conoce como semillas duras o impermeables. En ciertas especies, el pericarpio puede ser la cubierta que impide la germinación de las semillas, hay datos que indican que este tejido no es responsable de la dormición física. La dormición física se debe a la presencia de una testa impermeable.

2.14.4. Energía germinativa.

Trujillo (1997), señala que consiste en registrar la tasa de germinación, es decir el número de días que se necesitan para conseguir el 50 por ciento de la capacidad de germinación. Cuanto más breve sea ese periodo, tanto mayor será la energía germinativa o velocidad de germinación.

Cosme (2002), manifiesta que para determinar la energía germinativa se suman valores de promedios de germinación hasta su valor máximo y se divide entre el número total de la muestra de semillas y este valor se multiplica por cien que sigue la relación matemática.

$$EG = \frac{PGM}{NTS} \times 100$$

Dónde:

EG = Energía germinativa (%)

PGM = Promedio de germinación máxima

NTS = Número total de semillas

2.15. PERIODO DE ENERGÍA.

Cosme (2002), define por periodo de energía, al tiempo en días que transcurren desde la siembra (almacigado), hasta el punto máximo en porcentaje diario medio de germinación el cual tendrá una fecha que es el periodo de energía, que sirve para calcular la energía germinativa o vigor de la semilla.

2.16. CONDICIONES PARA LA GERMINACIÓN.

Meyer (1966), menciona lo siguiente que las condiciones ambientales para la germinación de las semillas requieren mínimo tres condiciones externas, agua, temperatura adecuada, oxígeno y luz para algunas semillas.

Medina (1977), menciona que el embrión conserva su estado de vida latente dentro de la unidad dispersante por periodos de tiempo que varía de unas especies a otros. Si durante este periodo la unidad dispersante encuentra ciertas condiciones ambientales favorables de humedad, temperatura, iluminación y condiciones químicas, el embrión pasa a una fase activa, reanuda el crecimiento y produce una planta nueva.

2.17. PRUEBAS GERMINATIVAS.

Villegas et. al. (2005), argumentan que la prueba de germinación realizada a los seis meses, el contenido de agua con que se almacenaron las semillas tuvo efecto significativo. Los mayores porcentajes de germinación (67,2), emergencia (63,6) y semillas vivas (21,5) se obtuvieron en aquellas semillas que contenían 26,8% de humedad (cinco días de secado), en las cuales la cantidad de semillas muertas fue menor. En primera instancia, estos resultados coinciden; cuando las semillas se secan demasiado pierden viabilidad y capacidad de germinación.

Johnston (1983), mencionan como resultados de varias experiencias sobre el previo remojo de la semilla para acelerar su germinación, se tienen resultados bastante significativos que hacen recomendable su aplicación. Este remojo puede realizarse sumergiendo la semilla en agua precalentada a unos 49 – 51.5°C durante un tiempo aproximado de 4 minutos, pero puede extenderse hasta 10 minutos.

2.18. DENSIDAD DE SIEMBRA.

Huayhua (2006), indica que la densidad de siembra de los almácigos por surcos de una distancia de 10 cm de surco a surco, donde la semilla es colocada a una distancia de 1 cm, es decir que en cada surco entran aproximadamente 100 semillas y por 1000 semillas por metro lineal. En ambos sistemas el tapado de las semillas se realiza con tierra bien desmenuzada a una altura aproximadamente de 1 a 1.5 cm.

2.19. PATRONES O PORTA INJERTOS EN CÍTRICOS.

Wutscher y Bistline (1988), mencionan que la selección de los patrones ha contribuido, quizá más que ningún otro factor, al éxito o al fracaso de la industria cítrica en cualquier región del mundo. La selección del patrón a utilizar es de gran importancia en el establecimiento del cultivo, pues es el patrón quien aporta el sistema radicular de la planta y este es el responsable de la absorción y transporte de nutrientes. Los patrones son los que soportan las condiciones particulares del suelo (contribuyendo o no a la adaptación de variedades), y pueden conferir tolerancia o resistencia a hongos y a enfermedades sistémicas ocasionadas por virus o viroides.

2.19.1. C. macrophylla.

Esta especie es originaria de Filipinas y proviene probablemente del cruce de *C. celebica* Koord. × *C. médica*. En España es el segundo portainjerto más utilizado desde que, en la década de los 70, sustituyera al naranjo amargo para el cultivo de limonero y mostrara su excelente comportamiento en suelo salino y en suelo calcáreo. Sus principales inconvenientes son la reducción de la calidad organoléptica del fruto y la sensibilidad a CTV, a *Tylenchulus* spp., HSVd y a las heladas. Tolera bien al CPsV, CEVd, CEWGV y a *Phytophthora* spp. e induce el crecimiento vigoroso de la variedad. Tiene muy buena productividad, la entrada en producción es temprana y el tipo de unión que desarrolla con la variedad es liso, (Swingle y Reece, 1967).

2.19.2. Citrumelo ‘Swingle’.

Son híbridos del cruce naranja trifoliada x pomelo (*Citrus paradisi*). El más representativo en el país es el citrumelo Swingle (también conocido como CPB 4475). Es tolerante a tristeza, xiloporosis y Armilaria y resistente a *Phytophthora*, pero susceptible a exocortis y a suelos salinos. Se adapta bien a suelos arenosos o limosos, (SWINGLE 1967).

2.19.3. Mandarina Cleopatra.

Es tolerante a *Phytophthora*, xiloporosis, psorosis y exocortis. Se destaca por su resistencia a la alcalinidad y salinidad del suelo, también por su tolerancia a la sequía y exceso de agua; promueve frutos de buena calidad y un buen desarrollo vegetativo de la copa. Su particularidad de inducir tardía entrada en producción, debido a su desarrollo radicular y reducción del tamaño

del fruto en plantas adultas, señala la necesidad de desarrollar otros patrones que superen los limitantes de Cleopatra, (Villegas, 2000).

2.19.4 Limón Volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasquale).

Es muy vigoroso, es tolerante a enfermedades de los cítricos como *Phytophthora*, CTV, caquezia y exocortis. Induce copas productivas, aunque la calidad de la fruta es inferior a las copas injertadas sobre otros patrones. Es el más usado en Colombia para la producción de la lima Tahití debido a su rápida entrada en producción, pero le proporciona un color verde pálido a la fruta lo que limita su demanda para el mercado de exportación que busca prefieren el color de la corteza verde intenso, (Jiménez, 1986).

2.19.5 Lima Rangpur.

(denominado por Webber *Citrus limonia* Osbeck y, por Swingle *Citrus reticulata* var. *austera*. En Brasil, donde es ampliamente utilizada, es conocida por 'limao Cravo'. Este patrón induce generalmente en los cultivares alto vigor y producción. Aunque es tolerante a CTV (puede ser susceptible a razas severas), es susceptible a *Phytophthora*, exocortis y xiloporosis; se le considera como resistente a la sequía, (SWINGLE 1967).

2.19.6. Citranges.

Quiroga (1987), Son híbridos del cruce de naranja Washington navel (*Citrus sinensis*) x naranja trifoliada (*Poncirus trifoliata*). Los más conocidos en la actualidad son "Carrizo" y "Troyer". En general, las variedades injertadas sobre ellos son vigorosas, de rápido desarrollo y tamaño uniforme, mejoran el tamaño y acidez del fruto; son susceptibles a presentar deficiencia de zinc debido a la distribución de su sistema radical (esto es característico de los patrones que provienen de la naranja trifoliada).

2.20. TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS.

Los tratamientos pre germinativos, 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 (Donoso 1993; Arnold, 1996).

2.20.1. Estratificación.

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor (Patiño et al., 1983; Hartmann y Kester, 1977; Hartmann y Kester, 1988, Donoso, 1993).

La estratificación fría es aquella donde se mantienen las semillas a temperaturas bajas (4 a 10 °C, Ver recuadro 1 a modo de ejemplo), asemejando a las condiciones de invierno, por un período que oscila entre 20 y 60 días, llegando inclusive hasta 120 días (Ordoñez 1987; FAO, 1991, García, 1991).

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 los 22 y 30 °C, con un período de estratificación entre los 30 y 60 días (Patiño et al., 1983; Hartmann y Kester, 1988; Figueroa y Jaksic, 2004).

2.20.2. Escarificación.

Un gran número de especies forestales no germinan debido a que la testa o cubierta seminal, es dura e impide la entrada de agua (latencia física), y la semilla no germina al menos que esta sea escarificada. Así, la escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

2.20.2.1. Mecánica.

Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava. En el caso de tratar grandes cantidades de semillas, se puede utilizar una hormigonera con grava o arena en su interior, o bien en un tambor forrado en su interior con material abrasivo (ej.: lija, cemento) o dotados de discos abrasivos giratorios (Kemp, 1975, y Goor y Barney, 1976, FAO 1991; García, 1991).

2.20.2.2 Química.

La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos) a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

2.20.2.2.1. Escarificación Química

Botánica-Online (2010), menciona que se lleva a cabo utilizando productos químicos. Este tipo de escarificación, además de debilitar la capa externa de las semillas, la libra de posibles plagas o impurezas que podrían estar pegadas en la misma. Entre los productos que se utilizan se encuentra el ácido sulfúrico o ácido clorhídrico. Hay que ser muy prudentes al utilizar estos productos puesto que son tóxicos por inhalación y extremadamente cáusticos para la piel. Por todo ello, se debe llevar una ropa adecuada y una protección eficaz para la cara y las manos.

2.20.2.2.2. Hidróxido de Sodio

Wikipedia (2010), afirma que es un hidróxido cáustico (cuando quema los tejidos orgánicos) usado en la industria en la fabricación de papel, tejidos y detergentes. A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire (higroscópico). Es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo.

2.20.2.2.3. Ácido Sulfúrico

LA FACU (2011), menciona que los nombres químicos: ácido sulfúrico, ácido sulfúrico fumante. Sus nombres usuales son: ácido sulfúrico, óleum. Su fórmula molecular es: H_2SO_4 para el óleum es H_2SO_4 con SO_3 en solución. El ácido sulfúrico es un líquido incoloro a la

temperatura y presión ambiente; es más pesado que el agua. El óleum tiene un olor picante y penetrante.

Wikipedia (2010), dice que el ácido sulfúrico es un producto industrial fundamental. Sus aplicaciones son numerosas y su consumo es extraordinario, por su facilidad de reacción con otras materias, eliminando metales, oxígeno, agua y otras sustancias no deseadas. La industria que más utiliza el ácido sulfúrico es la de los fertilizantes. Otras aplicaciones importantes se encuentran en la refinación del petróleo, producción de pigmentos, tratamiento del acero, extracción de metales no ferrosos, manufactura de explosivos, detergentes, plásticos y fibras.

2.20.2.2.4. Tratamiento con agua caliente

En algunos casos las semillas son sumergidas en agua con un grado de temperatura cercano al punto de ebullición, con la finalidad de acelerar y facilitar la germinación. Debemos tener en cuenta que al agregar las semillas la temperatura del agua desciende, por lo que es necesario renovar parcialmente el agua para mantener la temperatura cercana a los 100 °C. De cualquier manera, hay que ser muy cuidadoso, ya que un exceso podría matar al embrión.

2.20.3 Lixiviación.

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 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (Patiño et al., 1983; Hartmann y Kester, 1988; FAO, 1991).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación experimental del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), en el municipio de Bermejo provincia Arce del departamento de Tarija a una distancia de 200km de la ciudad capital.

3.1.1 Ubicación.



El municipio de Bermejo se encuentra localizado en la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija, a 175 km de ciudad capital. Geográficamente esta entre las coordenadas $22^{\circ}35'24''$ – $22^{\circ}52'09''$ de latitud Sur y $64^{\circ}26'16''$ de longitud Oeste; al norte limita con la Serranía Santelmo y la Colonia Ismael monte, al Este con el Rio Tarija y la República Argentina, y al Sur con las Juntas del San Antonio y República Argentina (Prefectura Bermejo, 2001; OASI, 1998).

3.2 Características del área.

3.2.1 Clima.

El triángulo de Bermejo tiene un clima sub tropical semihúmedo, con una temperatura máxima y mínima extrema que llega a 47° C y una temperatura mínima extrema de – 4° C siendo la media anual de 22° C; la humedad relativa media de 56,4% y una precipitación pluvial que oscila entre 1000 a 1500 mm, la altura sobre el nivel del mar está entre 400 a 450 msnm (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares de Navegación Aérea), (AASANA 2011).

3.2.2 Vegetación.

Corresponde al sector con mayor precipitación, los bosques y matorrales forman parte de la selva Tucumana- Boliviana. Según Ellenberg, (1981), corresponden a la ecorregión “semihúmedos montañoso”. Las especies más abundantes y características son el aguay o arazá (*Chrysophyllum gonocarpum*), el guayabo (*Eugenia sp.*), el suiquillo (*Diatenopteryx sp.*), el cedro (*Cedrela sp.*), el nogal (*Juglans sp.*), cebil (*Anadenanthera colubrina Benth.*), orteguilla (*Urera sp.*), pata de gallo (*Trichilla sp.*). También denominadas otras plantas como el matico (*Piper sp.*), el tabaquillo (*Solanun riparium*), chalchal (*Allophyllus edulis Radlk*).

En cuanto a los cultivos agrícolas en la zona están los cítricos (*Citrus sp.*), palta (*Persea americana Mill*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), maíz (*Zea maíz L.*), papaya (*Carica papaya L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*) etc.

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2024).

3.2.3 Suelos.

Los suelos son de origen aluvial en las márgenes de los ríos y quebradas donde existen relieves planos en menor proporción y pendientes moderadas en pie de monte, destacando en ellos el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum sp.*), y los suelos de origen coluvial, ocupan posiciones de ladera con relieve de pendientes onduladas y fuertemente quebradas, destinados a cultivar papaya (*Carica papaya*), diferentes especies de cítricos (*Citrus spp.*), y otros.

En general los suelos se caracterizan por ser moderadamente erosionables, pues existen áreas de cultivos en laderas que sobrepasa el 30% de pendientes y con afloramientos rocosos; las texturas de los suelos son variables, encontrando desde arenosos, franco arenoso, franco arcilloso y otros en menos proporción.

3.2.4 Economía.

Siendo la región la principal factoría en la producción de azúcar no se ha desarrollado ningún emprendimiento que apunte y fortalezca este sector, no se ha realizado apoyo en la mejora de las especies, sanidad ni fertilidad, a objeto de mejorar la producción. Considerando la frontera agrícola y su vocación no se ha desarrollado una cadena de valor alternativa a la del azúcar, como ser la frutícola (cítricos y carozos), falta de diversificación de la producción agrícola, dejando espacios productivos sin aprovechamiento.

Una actividad importante en la economía de la región es el comercio, formal e informal, el mismo que se encuentra diseminado en la ciudad de manera caótica y sin respeto a las normas básicas de urbanidad ni sanidad, dejando una imagen mala para el desarrollo de la actividad turística e incrementado los focos de inseguridad ciudadana

3.3 Materiales.

- a) **Material biológico:** Semilla de mandarina cleopatra, soda cáustica (hidróxido de sodio), lavandina (hipoclorito de sodio), agua caliente y sustrato.

- b) **Material de campo:** Cámara fotográfica, libreta de registro, bandejas germinativas, maderas, regaderas, calibrador, flexómetro, pala, picota, carretillas, tachos, machete, transporte, lápiz.

- c) **Material de escritorio:** Computadora, impresora, hojas bond, bolígrafo.

3.4. METODOLOGÍA.

3.4.1 Diseño experimental.

Es un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de dieciséis unidades experimentales.

Las unidades experimentales se colocaron sobre la superficie del suelo en bandejas de germinación las cuales tienen un tamaño de 57cm de largo por 29cm de ancho, altura de 11cm, como también se colocó en bolsitas pequeñas de polietileno. Cada unidad experimental consta de 100 semillas de mandarina (*Citrus reshni Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra*), sumando un total de 1600 semillas. La distancia empleada de cada unidad experimental fue de a de 0,5 m.

3.4.1.1 Tratamientos.

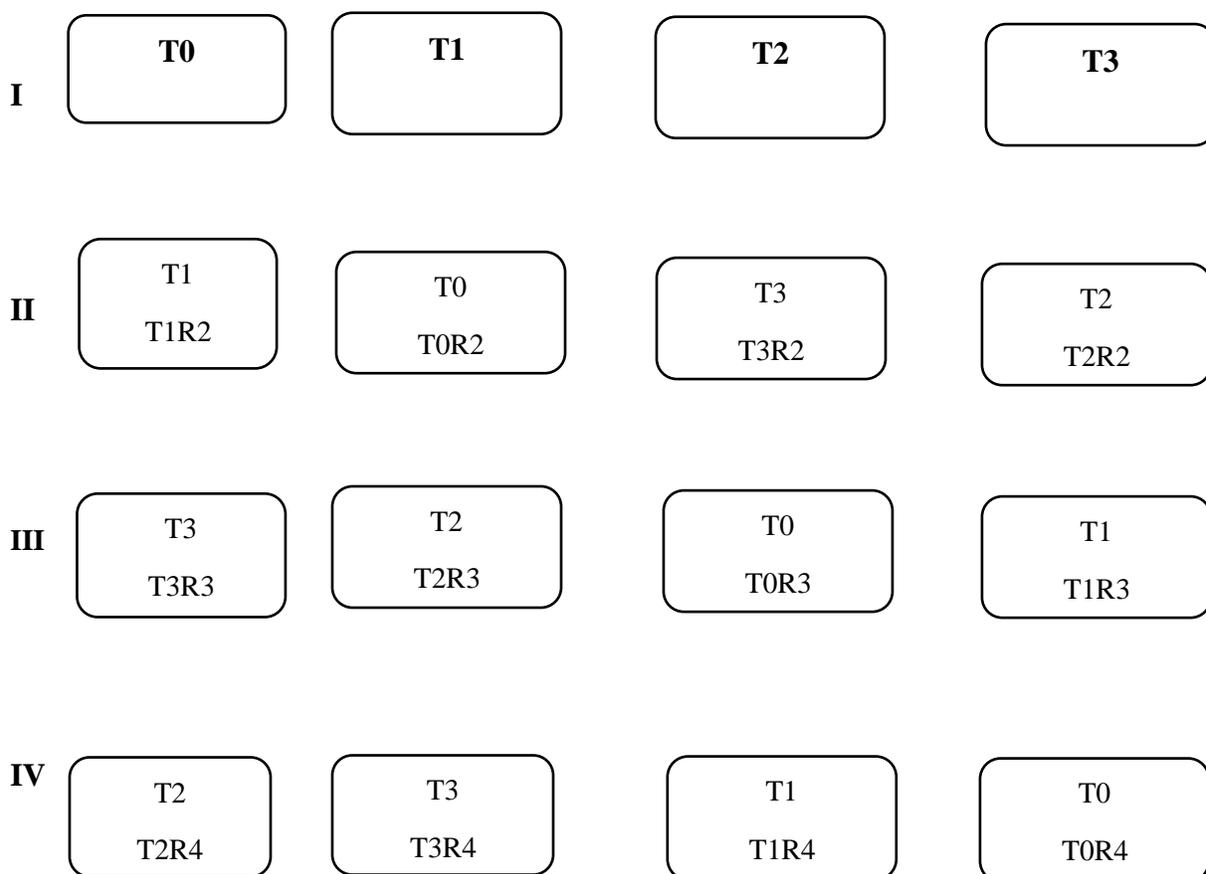
T₀ = Semilla de mandarina Cleopatra sin ningún método de escarificación.

T₁ = Semilla de mandarina Cleopatra + tratamiento de escarificación con agua caliente.

T₂ = Semilla de mandarina Cleopatra + tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio.

T₃ = Semilla de mandarina Cleopatra + tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio.

3.4.1.2 Distribución de los tratamientos.



3.5 Procedimiento experimental.

Paso 1.

Para dar inicio el presente trabajo se procedió con la limpieza del lugar, los siguientes pasos a seguir fueron los siguientes:

- ❖ Se cosechó el fruto y se procedió a extraer la semilla.
- ❖ Se realizó la ubicación de las almacigueras y el llenado correspondiente de las bandejas y bolsitas germinativas con limo.
- ❖ Posteriormente se realizó el desinfectado de las bandejas con agua caliente.

Paso 2. Métodos de escarificación.

- ❖ Escarificación con agua caliente: se sumergió la semilla dentro del agua a una temperatura de 70°C por un tiempo máximo de 10 segundos, posteriormente se dejó reposar por 5 min. y con un paño suave se frotó hasta retirar la testa de la semilla.
- ❖ Escarificación con hipoclorito de sodio (lavandina): se sumergió la semilla dentro la solución de NaClO_2 y H_2O a una relación de 1.2: 1 revolviendo cada 15 min durante 1 hora y 30 minutos, luego se retiró y se le frotó con un paño suave hasta quitar el tegumento.
- ❖ Escarificación con hidróxido de sodio (soda caustica): se procedió a preparar la solución disolviendo 2. 5 gr. de hidróxido de sodio en 20 ml de H_2O a T° ambiente, luego se agregó 95 ml de H_2O a una T° de 60°C. Posteriormente se sumergió la semilla dentro la solución revolviendo durante 8 minutos, se retiró y se froto con un paño suave hasta quitar el tegumento y por último se lavó con abundante agua fría hasta obtener una semilla totalmente pelada.
- ❖ Testigo: simplemente se lavó con agua corriente.

Paso 3. Almacigo.

- ❖ El almacigado se realizó colocando una semilla en cada hoyo de las bandejas, como también en cada bolsita y se continuo con el riego a cada tratamiento.

- ❖ Los riegos fueron diariamente debido a las altas temperaturas que se registraron durante la ejecución del trabajo.
- ❖ Los tratamientos fitosanitarios en el establecimiento, fueron de acuerdo al monitoreo que se iba realizando, para lo cual se aplicó losten plus para controlar los insectos como el caso de la hormiga.

3.6 Variables evaluadas.

- Porcentaje de germinación (cotiledones sobre la superficie del suelo).
% de germinación es = $\frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas (muestra)}} \times 100$
- Velocidad de germinación
- Altura de plántulas (90días).
- Grosor del tallo en mm.
- Número de hojas verdaderas (90 días).

El registro de datos fue evaluado diariamente para determinar con exactitud el porcentaje y velocidad de germinación de cada tratamiento. Para el establecimiento, para evaluar los atributos (altura de la planta, grosor del talo y números de hojas verdaderas), la recolección de datos inicio después de la emergencia de los cotiledones, se realizó la evaluación periódicamente cada 7 días durante 90 días. Para el muestro se tomó 10 muestras al azar por cada repetición, las mismas estuvieron marcadas para así poder evaluar hasta la culminación de dicho trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de germinación a los 60 días.

Todos los tratamientos recibieron las mismas condiciones de manejo por lo que solo existe un solo factor de estudio el cual es el método de escarificación y mediante un análisis de varianza determinaremos si existe o no diferencia entre los tratamientos.

Cuadro N° 1. Porcentaje de germinación a los 60 días.

| ID | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | \bar{X} |
|-----------|-------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| R1 | 83 | 4 | 67 | 14 | 168 | 42 |
| R2 | 65 | 5 | 65 | 8 | 143 | 71,5 |
| R3 | 74 | 2 | 52 | 8 | 136 | 68 |
| R4 | 68 | 3 | 51 | 11 | 133 | 66,5 |
| Σ | 290 | 14 | 235 | 41 | 580 | 145 |
| \bar{X} | 72,5 | 3,5 | 58,75 | 10,25 | 145 | 36,25 |

En el cuadro N°1 de porcentaje de germinación a los 60 días, se observa que el tratamiento T0 se obtuvieron datos que oscilan entre el 65% al 83%, para el T1 se ha obtenido datos que van del 2% al 5%, mientras que para el T2 se obtuvieron datos que oscilan entre el 51% al 67% y por último para el T3 se obtienen datos que oscilan entre el 8% al 14%.

En promedio se obtuvieron datos de 72,5% para el T0, 3.5% para el T1, 58,75% para el T2 y 10,25% para el T3.

Cuadro N° 2. Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 60 días.

| Factor de Variación | SC | GL | CM | Fc | F Tabla | | Nivel de Significancia |
|---------------------|---------|----|--------|--------|---------|------|------------------------|
| | | | | | 1% | 5% | |
| Tratamientos | 14275,5 | 3 | 4758,5 | 132,33 | 5,93 | 3,49 | ** |
| Error | 431,50 | 12 | 35,96 | | | | |
| Total | 14707 | 15 | | | | | |

CV: 16,5%

** = altamente significativa

n.s. = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza al 1% y 5% realizado a los datos del porcentaje de germinación de semillas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra) a los 60 días después de la siembra para evaluar diferentes métodos de escarificación que acelere el proceso de germinación, podemos afirmar que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

El coeficiente de variación indica la variación de los datos de campo con relación a la media. En este caso el coeficiente de variación es de 16,5%, clasificándose como bueno según la tabla de clasificación del coeficiente de variación del Instituto Nacional de Estadística de Chile (2016).

Cuadro N° 3. Prueba de comparación de medias de tukey a los 60 días.

(Desarrollo del cálculo de tukey anexo 4).

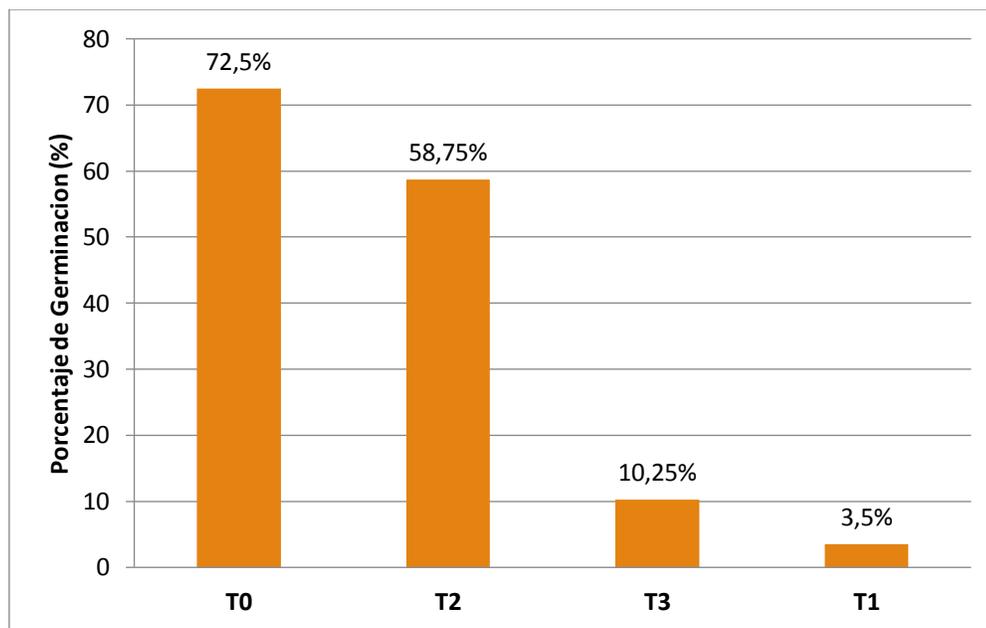
| Tratamientos | Media | 1% | 5% |
|---------------------|--------------|-----------|-----------|
| T0 | 72,5 | a | a |
| T2 | 58,75 | b | b |
| T3 | 10,25 | c | c |
| T1 | 3,5 | c | c |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey al 1% podemos deducir que en los tratamientos T3 y T1 no difieren estadísticamente, sin embargo, sí existe diferencia significativa entre los tratamientos T0 y T2, como así también, la diferencia estadística se encuentra en los tratamientos T0, T2 y T3. Por otro lado, según la prueba de comparación de medias de Tukey

al 5% podemos deducir que entre los tratamientos T3 y T1 no existe diferencia estadística, sin embargo, si existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos T0, T2, T3.

Gráfica N° 1. Porcentaje de germinación a los 60 días.



En la gráfica N° 1 podemos observar a los tratamientos T0 (testigo) y T2 (hipoclorito de sodio) los cuales presentan una media de porcentaje de germinación de 72,5% y 58,75% siendo los tratamientos que obtuvieron los valores más altos del ensayo con relación a los tratamientos T3 y T1 que presentan medias de porcentaje de germinación de 10,25% y 3,5%.

La des uniformidad que presentan los cítricos en su germinación es consecuencia de un tipo de latencia física debido a que los tegumentos actúan como una barrera a la imbibición de agua y la difusión de gases. Probablemente las semillas de cítricos posean este tipo de latencia física debido a alguna característica genética asociada a su carácter caducifolio ya que este es un mecanismo de defensa de las plantas a condiciones ambientales adversas (bajas temperaturas).

Se han publicado otras clasificaciones más pormenorizadas de la latencia. La de Nikolaeva (1977) la han aplicado en forma simplificada Gordon Rowe (1982) a las semillas de árboles arbustos latifolios de la zona templada. Estos autores distinguen varios tipos de latencia, de los

cuales el que se adecua a los cítricos es el siguiente tipo: Latencia exógena; física, es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpo al agua.

Cuando Vásquez *et al.*, 2019, analizaron los químicos escarificantes, se observó que el hipoclorito de sodio actuó desintegrando la testa y mejoró la germinación en 40,68% con relación al testigo. Sin embargo, en nuestro ensayo el testigo (T0) obtuvo el mayor porcentaje de germinación seguido del tratamiento que usa como escarificante hipoclorito de sodio (T2).

Villegas y Andrade (2005), obtuvieron resultados de germinación que superaron los obtenidos por Siquiera *et al.*, 2002 en semillas de mandarina “Cleopatra” con 18,41% de humedad, que al ser sembradas en invernadero produjeron 80% de germinación inicial. Por otra parte, se indica que cuando las semillas de cítricos se secan demasiado pierden viabilidad (Cochran *et al.*, (1986); Cameron & Soost, (1987) y disminuyen la capacidad de germinación (FAO, 1978).

4.1.1 Porcentaje de germinación a los 90 días.

Cuadro N° 4. Porcentaje de germinación a los 90 días.

| ID | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | \bar{X} |
|-----------------------------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|-----------------------------|
| R1 | 86 | 27 | 67 | 41 | 221 | 55,25 |
| R2 | 74 | 15 | 66 | 19 | 174 | 43,5 |
| R3 | 88 | 13 | 58 | 26 | 181 | 45,25 |
| R4 | 81 | 13 | 58 | 22 | 174 | 43,5 |
| Σ | 329 | 68 | 249 | 108 | 754 | 188,5 |
| \bar{X} | 82,25 | 17 | 62,25 | 27 | 188,5 | 47,13 |

En el cuadro N°4 de porcentaje de germinación a los 90 días, se observa que el tratamiento T0 se obtuvieron datos que oscilan entre el 74% al 88%, para el T1 se ha obtenido datos que van del 13% al 27%, mientras que para el T2 se obtuvieron datos que oscilan entre el 58% al 67% y por último para el T3 se obtienen datos que oscilan entre el 19% al 41%.

En promedio se obtuvieron datos de 82,25% para el T0, 17% para el T1, 62,25% para el T2 y 27% para el T3.

Cuadro N° 5. Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 90 días.

| Factor de Variación | SC | GL | CM | Fc | F Tabla | | Nivel de Significancia |
|---------------------|----------|----|---------|-------|---------|------|------------------------|
| | | | | | 1% | 5% | |
| Tratamientos | 11100,25 | 3 | 3700,08 | 72,61 | 5,95 | 3,49 | ** |
| Error | 611,50 | 12 | 50,95 | | | | |
| Total | 11711,75 | 15 | | | | | |

C V: 15,1%

** = altamente significativo

n.s. = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza al 1% y 5% realizado a los datos del porcentaje de germinación de semillas de mandarina (*Citrus reshni Hort. ex Tan.* – Var. Cleopatra) a los 90 días después de la siembra para evaluar diferentes métodos de escarificación que acelere el proceso de germinación, podemos afirmar que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro N° 6. Prueba de tukey del porcentaje de germinación a los 90 días.

(Desarrollo del cálculo de tukey anexo 5).

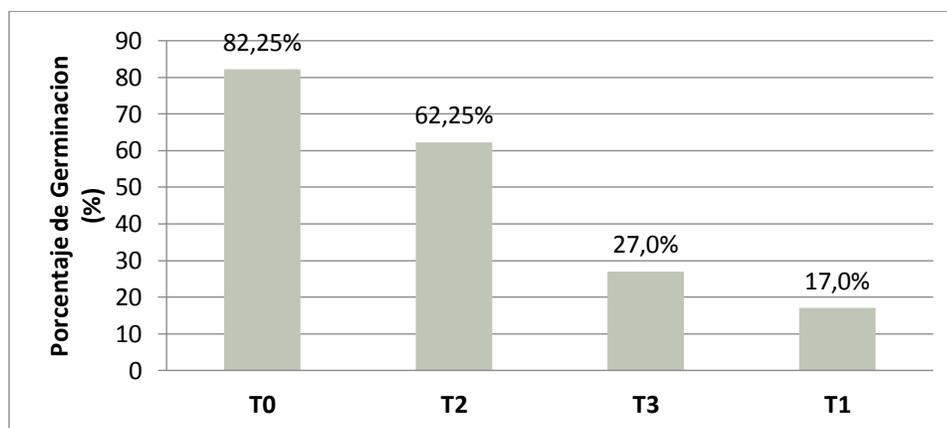
| Tratamientos | Media | 1% | 5% |
|--------------|-------|----|----|
| T0 | 82,25 | a | a |
| T2 | 62,25 | b | b |
| T3 | 27 | c | c |
| T1 | 17 | c | c |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey al 1% podemos deducir que en los tratamientos T3 y T1 no difieren estadísticamente, sin embargo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos T0 y T2, como así también, la diferencia estadística se encuentra en los

tratamientos T0, T2 y T3. Por otro lado, según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% podemos deducir que entre los tratamientos T3 y T1 no existe diferencia estadística, sin embargo, si existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos T0, T2, T3.

Gráfica N° 2. Porcentaje de germinación a los 90 días.



En la gráfica N°2 podemos observar a los tratamientos T0 (testigo) y T2 (hipoclorito de sodio) los cuales presentan una media de porcentaje de germinación de 82,25% y 62,25% siendo los tratamientos que obtuvieron los valores más altos del ensayo con relación a los tratamientos T3 y T1 que presentan medias de porcentaje de germinación de 27% y 17%.

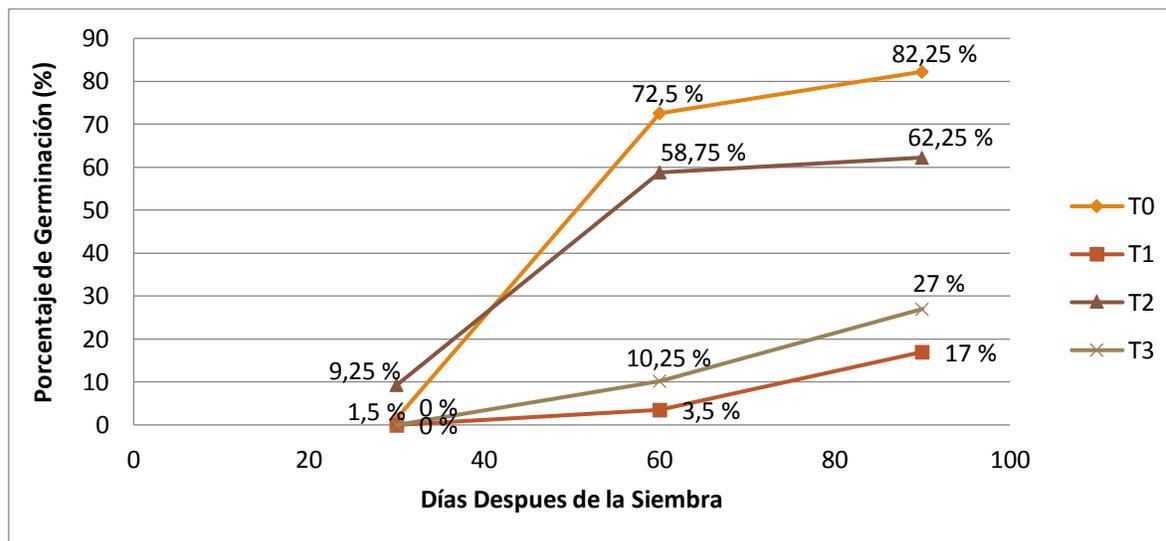
A continuación, se presentará un cuadro donde se podrá apreciar el porcentaje de los cuatro tratamientos su desarrollo dentro de los 90 días que duro el ensayo.

Cuadro N° 7. Desarrollo del Porcentaje de germinación de los 4 tratamientos durante los 90 días.

| Días | T0 | T1 | T2 | T3 | Total | \bar{X} |
|------|-------|-----|-------|-------|-------|-----------|
| 30 | 1,5 | 0 | 9,25 | 0 | 10,75 | 2,69 |
| 60 | 72,5 | 3,5 | 58,75 | 10,25 | 145 | 36,25 |
| 90 | 82,25 | 17 | 62,25 | 27 | 188,5 | 47,13 |

El tratamiento testigo (T0) y (T2) a los 90 días supera a la media que es el 47,13%. Mientras que los tratamientos (T1) y (T3) están por debajo de la media de los tratamientos.

Gráfica N° 3. Desarrollo del Porcentaje de germinación de los 4 tratamientos durante los 90 días.



En la gráfica podemos observar que tanto el tratamiento testigo (T0) y el tratamiento con hipoclorito de sodio (T2) fueron los que presentaron mejores resultados tanto a los 60 días después de la siembra como a los 90 días después de la siembra en comparación al tratamiento de la semilla con agua caliente (T1) y al tratamiento de hidróxido de sodio realizado a la semilla de mandarina.

4.2 Velocidad De Germinación.

De acuerdo a la ecuación de la velocidad de germinación plantea por Maguire (1962), manifiesta que la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación, donde:

$$M = \sum n_i / t$$

M= Velocidad de germinación.

n_i = número de semillas germinadas el día.

t= tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Cuadro N° 8. Velocidad de germinación de los 4 tratamientos durante los 90 días, expresados en semillas germinadas/día.

| Días | T0 | T1 | T2 | T3 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 30 | 0,066 | 0 | 0,3 | 0 |
| 60 | 2,367 | 0,133 | 1,667 | 0,333 |
| 90 | 0,367 | 0,433 | 0,4 | 0,567 |

De acuerdo a los datos obtenidos podemos decir que el tratamiento T2 fue el que obtuvo una mayor velocidad de germinación con 0,3 semillas germinadas/día con relación al tratamiento testigo con una velocidad de germinación de 0,066 semillas germinadas/día durante los primeros 30 días, mientras que los tratamientos T1 y T3 no registraron ningún valor de velocidad de germinación.

Los posteriores 30 días podemos evidencia que el tratamiento testigo T0 alcanzó una velocidad de germinación de 2,367 semillas germinadas/día seguido del tratamiento T2 con una velocidad de germinación de 1,667 semillas germinadas/día, seguido de los tratamientos T3 con una velocidad de germinación de 0,567 semillas germinadas día y el tratamiento T2 con una velocidad de germinación de 0,4 semillas germinada/día.

Y para los últimos 30 días del ensayo podemos decir que el tratamiento T3 alcanzó una velocidad de germinación de 0,567 semillas germinadas/día, seguido del tratamiento T1 con una velocidad de germinación de 0,433 semillas germinadas/día, mientras que el tratamiento T2 presentó una velocidad de germinación de 0,4 semillas germinadas/día y por último el tratamiento testigo T0 presentó en este último periodo del ensayo una velocidad de germinación de 0,367 semillas germinadas/día.

El periodo de tiempo posterior a los primeros 30 días hasta el inicio del periodo de los últimos 30 días fueron los que registraron mayores velocidades de germinación para los tratamientos T0 (tratamiento testigo) y para el tratamiento T2 (escarificación con hipoclorito de sodio). Mientras

que para los tratamientos T1 y T3 los valores más altos de velocidad de germinación fueron registrados en el último periodo de 30 días del ensayo.

Las investigaciones de D. Castillo C. *et al.*, (2018), indico que diferencias significativas entre los tratamientos que indujeron al mayor porcentaje de germinación, en primer lugar, señala el tratamiento con hipoclorito de sodio (NaClO), seguido del tratamiento de imbibición con agua caliente, también reporta que el tratamiento de inmersión en suspensión de conidias de *Trichoderma*, y el tratamiento de inmersión en ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado, presentaron un efecto negativo; ya que se observó una reducción en el porcentaje de germinación menor al testigo.

Por otra parte, las investigaciones de Acan (2012), demuestra que los tratamientos aplicados con ácido giberélico, lograron romper la dormancia fisiológica de las semillas Rampur lima, coincidiendo con lo expresado por Cunha (2005), quien relaciona a la dormancia fisiológica con procesos fisiológicos que bloquean el crecimiento del embrión. Por lo antes mencionado coincide con lo expuesto por Jackson y Looney (2003), quienes aseveran que la dormancia es un fenómeno complejo que sucede en las plantas que con seguridad está controlado por hormonas naturales.

4.3 Evaluación del establecimiento de las plántulas a los 90 días.

Para la evaluación del establecimiento de las plántulas de mandarina de acuerdo a la metodología planteada se realizó el registro climatológico durante el periodo que se desarrolló el ensayo. Además, que también se realizó el levantamiento de datos de las características de desarrollo de las plántulas como ser grosor del tallo, altura de las plántulas y número de hojas de las plántulas.

4.3.1 Condiciones climatológicas durante registradas durante la evaluación de métodos de escarificación en semillas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra).

De manera general podemos indicar que el municipio de Bermejo presenta una climatología característica de climas sub tropicales, por lo que presenta temperaturas máximas extremas como también temperaturas mínimas extremas, con precipitaciones anuales iguales o superiores a los 1200 mm/año y valores de humedad relativa bastante elevados.

Cuadro N° 9. Datos climatológicos registrados durante la evaluación de métodos de escarificación en semillas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra).

| | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre |
|-------------------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|
| T. max. (°C) | 25 | 26 | 29 | 32 |
| T. min. (°C) | 13 | 15 | 19 | 21 |
| T. med. (°C) | 19 | 20 | 24 | 26 |
| Humedad Relativa (%) | 53 | 46 | 44 | 49 |
| Precipitación (mm/mes) | 11,75 | 9,5 | 51,25 | 9,1 |

Elaboración propia

Durante el periodo en el que se desarrolló la investigación “Evaluación de Germinación con Diferentes Métodos de Escarificación en Semillas de Mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra), en el establecimiento de plántulas en el municipio de Bermejo – Tarija, se presentaron los siguientes datos climatológicos.

Para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre se presentaron temperaturas máximas promedio desde los 25°C hasta los 32°C, mientras que para las temperaturas mínimas los valores van desde los 13°C hasta los 21°C. Respecto a la humedad relativa promedio por mes los valores registrados fueron desde 44% H.R. hasta los 53% R.H., y para la precipitación acumulada durante los cuatro meses hacen un total de 81,6 mm.

En el caso del tratamiento T1 donde se utilizó agua caliente como método de escarificado los resultados no fueron favorables y esto puede ser explicado debido a que temperaturas muy altas pueden afectar los procesos metabólicos de la semilla e incluso dañarlas irreparablemente, y por lo tanto no se evidencia crecimiento del embrión (Butler *et al.*, 2014). Por lo que consideramos que este método T1 de escarificación habría dañado en embrión y por consiguiente no se pudo desarrollar el proceso de germinación pese a contar con temperaturas promedio óptimas para el desarrollo de la germinación.

Por otro parte el tratamiento testigo demostró resultados favorables, ya que no se sometió a ningún tratamiento de escarificación pudiendo incidir de manera normal las condiciones climatológicas optimas durante el periodo de germinación, esto podría explicar las versiones de

Carvalho y Naka-gawa (2000), donde indican que la germinación solo ocurre apropiadamente dentro de un determinado rango de temperatura. El incremento de la temperatura sobre 14°C, tuvo un efecto positivo en el índice de velocidad germinativa en el T0. Esto concuerda con lo expresado por Grey *et al.* (2011), quienes indican que, para la mayoría de los casos, la velocidad de germinación se incrementa al aumentar la temperatura, aunque también temperaturas muy altas tienden a disminuirla.

4.4 Evaluación de la altura de los plantines a los 90 días bajo cuatro tratamientos de escarificación.

Las mediciones de la altura de los plantines de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra) bajo cuatro tratamientos de escarificación se realizaron a los 90 días después de la siembra, por lo que se presenta el siguiente cuadro de datos para su tabulación.

Cuadro N° 10. Altura de los plantines en cm a los 90 días.

| ID | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | \bar{X} |
|-----------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|-----------------------------|
| R1 | 8,5 | 7 | 10 | 7 | 32,5 | 8,12 |
| R2 | 9 | 6,8 | 9 | 6 | 30,8 | 7,7 |
| R3 | 7,5 | 7 | 8 | 7 | 29,5 | 7,38 |
| R4 | 6,5 | 5 | 9 | 8 | 28,5 | 7,13 |
| Σ | 31,5 | 25,8 | 36 | 28 | 121,3 | 30,33 |
| \bar{X} | 7,9 | 6,5 | 9,0 | 7,0 | 30,4 | 7,6 |

En el cuadro N°10 de la altura de la planta a los 90 días, se observa que el tratamiento T0 se obtuvieron datos que oscilan entre el 6,5cm a 9cm, para el T1 se ha obtenido datos que van del 5cm al 7cm, mientras que para el T2 se obtuvieron datos que oscilan entre el 8cm a 10cm y por último para el T3 se obtienen datos que oscilan entre 6cm a 8cm.

En promedio se obtuvieron datos de la altura de los plantines de 7,9cm para el T0, 6,5cm para el T1, 9cm para el T2 y 7cm para el T3.

Cuadro N° 11. Análisis de varianza de la altura de los plantines a los 90 días.

| Factor de Variación | SC | GL | CM | Fc | F Tabla | | Nivel de Significancia |
|---------------------|-------|----|------|------|---------|------|------------------------|
| | | | | | 1% | 5% | |
| Tratamientos | 14,87 | 3 | 4,95 | 5,65 | 5,95 | 3,49 | * |
| Error | 10,52 | 12 | 0,88 | | | | |
| Total | 25,38 | 15 | | | | | |

CV: 12,3%

* = significativa

n.s. = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza al 1% y 5% realizado a los datos de la altura de los

plantines de las semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra) bajo cuatro tratamientos de escarificación a los 90 días después de la siembra en la evaluación de diferentes métodos de escarificación que acelere el proceso de germinación, podemos evidenciar que no existe diferencia significativa al 1%, por otro lado, si existe diferencia significativa al 5% entre los tratamientos.

Cuadro N° 12. Prueba de comparación de medias de tukey de la altura de los plantines a los 90 días. (Desarrollo del cálculo de tukey anexo 6).

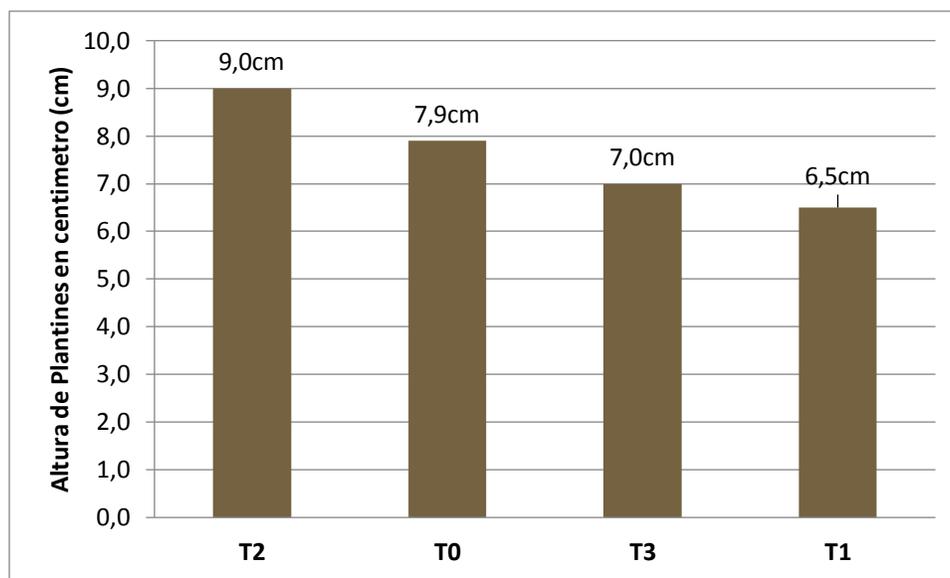
| Tratamientos | Media | 5% |
|--------------|-------|----|
| T2 | 9,0 | a |
| T0 | 7,9 | ab |
| T3 | 7,0 | b |
| T1 | 6,5 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% podemos evidenciar que entre el tratamiento T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) y T0 (Testigo) no existe diferencia significativa, pero si existe diferencia significativa con los tratamientos T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) y T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente).

Por otro lado, el tratamiento T0 (tratamiento testigo) no difiere significativamente con los tratamientos T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) y T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente).

Gráfica N° 4. Altura de los plantines a los 90 días.



De acuerdo a la gráfica N° 4 podemos evidenciar que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) presenta el mejor resultado con una altura de plantines promedio de 9,0 centímetros el cual no difiere significativamente del T0 (tratamiento testigo) el presente resultados de altura promedio de plantines de 7,9 centímetros.

Los tratamientos T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido d sodio) y T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) si difieren significativamente del tratamiento T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio), pero no difieren estadísticamente con el T0 (tratamiento testigo).

Las investigaciones de Quispe (2019), nos muestra que obtuvo resultados de altura de plantines de semillas germinadas de mandarina cleopatra de 6,9cm a 7,3cm a los 40 días después del repique, también obtuvo resultados de altura de plantines de semillas de mandarina cleopatra de 11,4cm a 12cm a los 60 días después del repique, mientras mayor dimensión presentaban los bolsines para repicado de los plantines era mayor el resultado del desarrollo de las plántulas.

Ruano (2003), citado por Quiquin (2007), manifiestan que el tamaño de envases es un parámetro que influye directamente en el crecimiento y desarrollo aéreo de las plántulas. De igual manera, Montoya y Camara (1996) citado por Quiquin (2003), indican que el tamaño de las plántulas resulta finalmente mayor y su crecimiento es más rápido cuanto mayor es el volumen del envase.

De acuerdo a la investigación de Medrano (2014), indica que los resultados obtenidos del trabajo de evaluación de crecimiento de la mandarina cleopatra con la aplicación de fertilizante hidrosoluble, obtuvo una altura de plantin de 30,25 cm a los 15 días después de la aplicación.

4.5 Evaluación del grosor del tallo de los plantines a los 90 días.

Las mediciones del grosor del tallo de los plantines de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra) bajo cuatro tratamientos de escarificación se realizaron a los 90 días después de la siembra, por lo que se presenta el siguiente cuadro de datos para su tabulación.

Cuadro N° 13. Grosor del tallo de los plantines a los 90 días.

| ID | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | \bar{X} |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------------------|
| R1 | 3 | 2,5 | 2,5 | 2 | 10 | 2,5 |
| R2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| R3 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 2,5 | 10,6 | 2,65 |
| R4 | 4 | 2,5 | 2 | 3 | 11,5 | 2,86 |
| Σ | 13,8 | 9,8 | 10 | 10,5 | 44,1 | 11,02 |
| \bar{X} | 3,45 | 2,45 | 2,50 | 2,63 | 11,03 | 2,76 |

En el cuadro N° 13 del grosor del tallo de los plantines a los 90 días, se observa que el tratamiento T0 se obtuvieron datos que oscilan entre el 2,8dm a 4dm, para el T1 se ha obtenido datos que van del 2dm al 2,8dm, mientras que para el T2 se obtuvieron datos que oscilan entre el 2dm a 3dm y por último para el T3 se obtienen datos que oscilan entre 2dm a 3dm.

En promedio se obtuvieron datos del grosor de lo tallo de los plantines de 3,45dm para el T0, 2,45dm para el T1, 2,50dm para el T2 y 2,63dm para el T3.

Cuadro N° 14. Análisis de varianza del grosor del tallo de los plantines a los 90 días.

| Factor de Variación | SC | GL | CM | Fc | F Tabla | | Nivel de Significancia |
|---------------------|------|----|------|------|---------|------|------------------------|
| | | | | | 1% | 5% | |
| Tratamientos | 2,63 | 3 | 0,88 | 3,83 | 5,95 | 3,49 | * |
| Error | 2,75 | 12 | 0,23 | | | | |
| Total | 5,38 | 15 | | | | | |

C V: 17,4%

* = significativa

n.s. = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza al 1% y 5% realizado a los datos del grosor del tallo de los plantines de las semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata Blanco* – Var. Cleopatra) bajo cuatro tratamientos de escarificación a los 90 días después de la siembra en la evaluación de diferentes métodos de escarificación que acelere el proceso de germinación, podemos evidenciar que no existe diferencia significativa al 1%, por otro lado, si existe diferencia significativa al 5% entre los tratamientos.

Cuadro N° 15. Prueba de comparación de medias de tukey del grosor del tallo de los plantines a los 90 días. (Desarrollo del cálculo de tukey anexo 7).

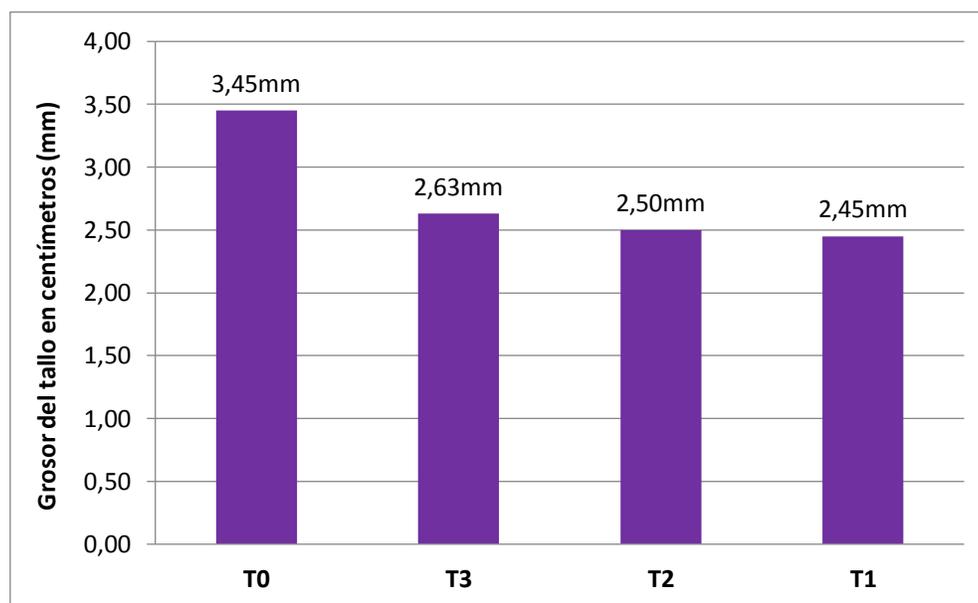
| Tratamientos | Media | 5% |
|--------------|-------|----|
| T0 | 3,45 | a |
| T3 | 2,63 | ab |
| T2 | 2,50 | ab |
| T1 | 2,45 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

De acuerdo a los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey del grosor del tallo de los plantines podemos afirmar que el T0 (tratamiento testigo) difiere estadísticamente

del T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) pero no difiere estadísticamente del T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) y el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio). Y el T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) no difiere estadísticamente del T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) ni del T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio).

Gráfica N° 5. Grosor de los tallos de los plantines a los 90 días.



De acuerdo a la gráfica N° 5, se puede visualizar y afirmar que el T0 (tratamiento testigo) obtuvo el mejor resultado (3,45mm) para el desarrollo del grosor del tallo seguido del T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) el cual obtuvo un resultado de 2,63mm de grosor del tallo. Mientras que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) quedó en penúltimo lugar con un valor de 2,50mm del grosor del tallo y en último se posiciona el T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) el cual obtuvo un resultado de grosor de tallo de 2,45mm.

Paucar *et al* (2016), indican que el diámetro más adecuado es de 3 a 9 mm. Por otro lado, las investigaciones de Quispe (2019), nos muestra que obtuvo resultados del diámetro del tallo para la variedad de mandarina cleopatra de 2,2 a 3,6 mm., por otro lado, los resultados obtenidos en

el grosor del tallo de los plantines de las semillas germinadas de la presente investigación se asemejan a los resultados obtenidos por Quispe (2019).

En la investigación de Calvo (2018), reporta que para la variedad de mandarina cleopatra obtuvo resultados de diámetro del tallo de 2,32mm a los 120 días posterior al repique. Por otro lado, la investigación realizada por Mamani et al (2023), menciona la obtención de resultados del diámetro del tallo de entre 2,7 a 3,15 mm. Para la variedad de mandarina cleopatra.

4.6 Evaluación del número de hojas verdadera de los plantines a los 90 días.

La cuantificación del número de hojas de los plantines de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco – Var. Cleopatra) bajo cuatro tratamientos de escarificación se realizaron a los 90 días después de la siembra, por lo que se presenta el siguiente cuadro de datos para su tabulación.

Cuadro N° 16. Numero de hojas verdaderas de los plantines a los 90 días.

| ID | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL | \bar{X} |
|-----------|------|------|----|------|-------|-----------|
| R1 | 9 | 6 | 8 | 6 | 29 | 7,25 |
| R2 | 8 | 6 | 9 | 8 | 31 | 7,75 |
| R3 | 8 | 6 | 8 | 5 | 27 | 6,75 |
| R4 | 6 | 5 | 7 | 5 | 23 | 5,75 |
| Σ | 31 | 23 | 32 | 25 | 111 | 27,75 |
| \bar{X} | 7,75 | 5,75 | 8 | 6,25 | 27,75 | 6,94 |

En el cuadro N°16 sobre el número de hojas verdaderas de los plantines a los 90 días, se observa que el tratamiento T0 se obtuvieron datos que oscilan entre 6 a 9 hojas verdaderas, para el T1 se ha obtenido datos que van del 5 al 6 de número de hojas verdaderas, mientras que para el T2 se obtuvieron datos que oscilan entre 7 a 9 y por último para el T3 se obtienen datos que oscilan entre 5 a 8 números de hojas verdaderas.

En promedio se obtuvieron datos del número de hojas verdaderas a los 90 días, 7,75 para el T0, 5,75 para el T1, 8 para el T2 y 6,25 para el T3.

Cuadro N° 17. Análisis de varianza del número de hojas de los plantines a los 90 días.

| Factor de Variación | SC | GL | CM | Fc | F Tabla | | Nivel de Significancia |
|---------------------|-------|----|------|------|---------|------|------------------------|
| | | | | | 1% | 5% | |
| Tratamientos | 14,69 | 3 | 4,89 | 4,79 | 5,95 | 3,49 | * |
| Error | 12,25 | 12 | 1,02 | | | | |
| Total | 26,94 | 15 | | | | | |

C V: 14,6%

* = significativa

n.s. = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza al 1% y 5% realizado a los datos del número de hojas de los plantines de las semillas germinadas de mandarina (*Citrus reticulata Blanco – Var. Cleopatra*) bajo cuatro tratamientos de escarificación a los 90 días después de la siembra en la evaluación de diferentes métodos de escarificación que acelere el proceso de germinación, podemos evidenciar que no existe diferencia significativa al 1%, por otro lado, si existe diferencia significativa al 5% entre los tratamientos.

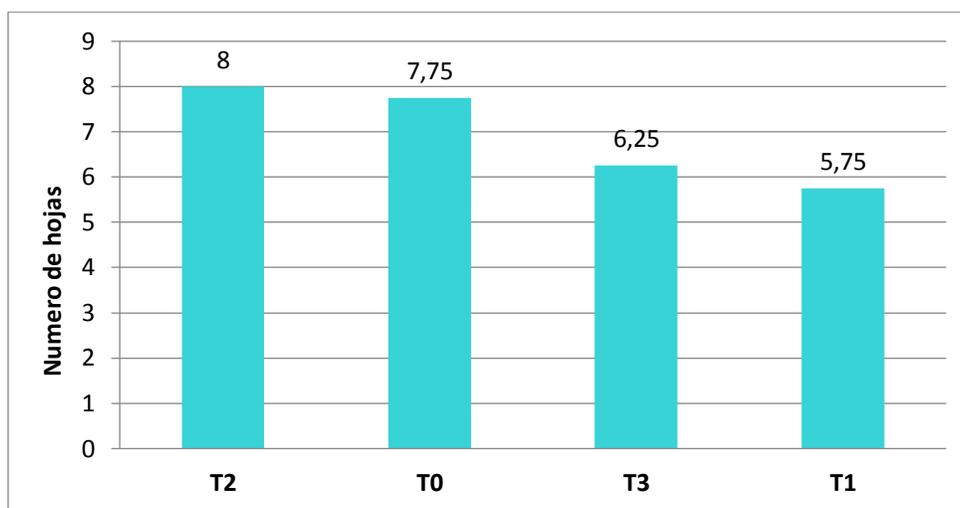
Cuadro N° 18. Prueba de comparación de medias de tukey del número de hojas de los plantines a los 90 días. (Desarrollo del cálculo de tukey anexo 8).

| Tratamientos | Media | 5% |
|--------------|-------|----|
| T2 | 8 | a |
| T0 | 7,75 | ab |
| T3 | 6,25 | ab |
| T1 | 5,75 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

De acuerdo a los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey par el número de hojas de los plantines podemos afirmar que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) difiere estadísticamente del T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) pero no difiere estadísticamente del T0 (tratamiento testigo) y del T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio). Y el T0 (tratamiento testigo) no difiere estadísticamente del T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) ni del T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente).

Gráfica N° 6. Número de hojas verdaderas de los plantines a los 90 días.



De acuerdo a la gráfica N°6, se puede visualizar y afirmar que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) obtuvo el mejor resultado (8 hojas) para el número de hojas por plantín, seguido del T0 (tratamiento testigo) el cual obtuvo un resultado de número de hojas de 7,75. Mientras que el T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) quedó en penúltimo lugar presentando una cantidad de número de hojas de 6,25 y en último se posiciona el T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente) el cual obtuvo un resultado de número de hojas por plantín promedio de 5,75.

Las investigaciones de Calvo (2018) menciona haber obtenido un número de hojas promedio por plantín para la variedad de mandarina cleopatra de 9 hojas a los 60 días después del repique. Mientras que Quispe (2019), reporta los siguientes resultados promedio obtenidos de entre 6 a 6,3 números de hojas por plantín a los 20 días después del repique para la variedad de mandarina cleopatra.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran muy cerca de los resultados obtenidos por Calvo (2018), y muy similares a los resultados obtenidos por Quispe (2019), con una notable diferencia en los periodos establecidos para el levantamiento de datos. Para estudiar esta variable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- ❖ En la evaluación de los métodos de escarificación para determinar cuál de los métodos aceleran la germinación de la semilla de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) llegamos a la conclusión que el T0 (tratamiento testigo) no pudo ser superado por ninguno de los otros tres tratamientos. Por lo que descartamos los tratamientos T1 (método de escarificación con agua caliente), T2 (método de escarificación con hipoclorito de sodio) y T4 (método de escarificación con hidróxido de sodio).

- ❖ Para la evaluación del establecimiento de las plántulas de las semillas germinadas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) evidenciamos que las condiciones agro climatológicas fueron favorables sin embargo las bandejas de germinación no son el recipiente más óptimo para el desarrollo radicular cuya función es la de transportan nutrientes a los diferentes órganos de la plántula para un mejor desarrollo en un menor tiempo posible.

- ❖ Respecto a la evaluación del establecimiento de las plántulas de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) y su altura alcanzada a los 90 días después de la siembra llegamos a la conclusión de que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) fue el tratamiento que obtuvo el mejor resultado sin embargo la prueba de comparación de medias de tukey nos indica que no existe diferencia significativa respecto al T0 (tratamiento testigo).

- ❖ Referente a la evaluación del establecimiento de los plantines de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) y el grosor del tallo alcanzado a los 90 días después de la siembra podemos concluir afirmando que el T0 (tratamiento testigo) alcanzo el mejor resultado, sin embargo la prueba de comparación de medias de Tukey nos indica que no existe diferencia significativa con relación a los Tratamientos T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio) y el T2 (tratamiento de

escarificación con hipoclorito de sodio), pero si existe diferencia estadística entre el T0 (tratamiento testigo) y el T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente).

- ❖ Y finalmente respecto a la evaluación del establecimiento de los plantines de semillas germinadas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) y el número de hojas a los 90 días después de la siembra llegamos a la conclusión que el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) obtuvo el mejor resultado presentando el mayor número de hojas que los demás tratamientos, sin embargo la prueba estadística de comparación de medias de Tukey nos indica que no existe diferencia estadística respecto al T0 (tratamiento testigo) y T3 (tratamiento de escarificación con hidróxido de sodio), pero si existe diferencia significativa entre el T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) y el T1 (tratamiento de escarificación con agua caliente).

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES.

- ❖ Considerando que ningún tratamiento supero al T0 (tratamiento testigo) y al ser el tratamiento T2 (tratamiento de escarificación con hipoclorito de sodio) el segundo mejor tratamiento que demostró resultados que no difieren estadísticamente del T0 (tratamiento testigo), se recomienda seguir investigando con hipoclorito de sodio como tratamiento de escarificación planteando dosis diferentes al presente trabajo de investigación.
- ❖ Debido a que la semilla de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) no es la única variedad que se utiliza como patrón o pie de porta injerto y considerando que las investigaciones en tratamiento de escarificación que aceleren el proceso de germinación son muy pocos, recomendamos que se realicen nuevas investigaciones de escarificación empleando los tratamientos planteados en la presente investigación en otras variedades de cítricos que también son utilizados como porta injertos.
- ❖ Por el momento y hasta identificar resultados de tratamientos de escarificación que aceleren el proceso de germinación de las semillas de mandarina (*Citrus reshni* Hort. ex Tan. – Var. Cleopatra) recomendamos seguir aplicando los métodos convencionales para acelerar el proceso de germinación de las semillas de las variedades utilizadas como porta injertos, la cual solo implica remojar en agua con la finalidad de que esta pueda absorber la humedad y romper la dormancia.
- ❖ Por último, recomendamos no utilizar el tratamiento de escarificación que utiliza agua caliente, ya que altas temperaturas dañan el embrión de las semillas y como consecuencia estas no germinan, por lo que consideramos que este método no es productivo para la producción de plantines de porta injertos.